

...e werkt dat...

...elefonie, GSM, Satcom

...ernet, Dacom



KPN Studieblad is een uitgave van KPN
Opleidingen

Hoofredactie drs. Y.M. van der Veen

Tekstredactie drs. J.I.M. van Dorp,
ing. B.M. Franke, drs. A. Kok, drs. H. Punter

Redactieraad prof. dr. J. Bruijning,
prof. ir. B.L. de Goede, dr. P. Licht,
ir. J.W. Meijer, ir. L.M. Vocke

Secretariaat Telefoon (050) 588 37 32

Correspondentieadres

KPN Opleidingen
t.a.v. Studieblad MW 1103
Postbus 13000
9700 EA Groningen
Fax (050) 588 36 02
email: studieblad@kpn.com

Abonnementen

Voor KPN-ers: f 26,40 (€ 12) per jaar
Voor niet KPN-ers: f 132,22 (€ 60) per jaar
Verschijnt 6x per jaar

Vormgeving Studio Dorèl, Groningen

Fotografie Boeing; DigitalVision;
Eutelsat; Ericsson/Sony-Ericsson; Foodpix;
Howstuffworks; Intelsat, Janneke
Koorevaar; KPN Beeldbank; Nokia;
Siemens; Stone

Omslagtekening Sytse van der Zee



© KPN

ISSN 01566 1857

Overname van (gedeelten van)
artikelen alleen na vooraf
verkregen toestemming van de
redactie en met uitdrukkelijke
bronvermelding: auteur, titel,
KPN Studieblad en aflevering.

Inhoud



326-337

Telefonie: de kracht van de eenvoud
Drs. J.I.M. van Dorp, drs. Y.M. van der Veen



338-357

Mobiel bellen: hoe werkt dat nu?
Drs. A. Kok, drs. Y.M. van der Veen



358-375

**Satellietcommunicatie: van positiebepaling
tot razendsnel internetten**
Ing. B.M. Franke, drs. Y.M. van der Veen



376-395

Internet: met een kwartje de wereld rond
Drs. H. Punter, Drs. Y.M. van der Veen



396-413

Datacommunicatie: elektronische pakketpost
Ing. B.M. Franke, drs. Y.M. van der Veen

414-418

Studieblad kort



Basiskennis



Projecten



Onderzoek & Ontwikkeling



Achtergronden

Een wereld vol communicatie

Wie in een moderne schoolagenda bladert of de tv- en radiozenders bekijkt/beluistert om op de hoogte te blijven van de favorieten van de jeugd, zal tevergeefs zoeken naar hun grootste held. Erger nog: de kans bestaat dat menig jongere nog nooit zijn naam heeft gehoord: Alexander Graham Bell, de uitvinder van de telefoon. De man die verantwoordelijk is voor talloze conflicten tussen vaders en moeders en (vooral) dochters, met als inzet de inhoud van de laatste telefoonnota. De man die tevens indirect verantwoordelijk is voor de nieuwste vorm van RSI, veroorzaakt door het eindeloos 'joggen' en intoetsen van SMS-berichten op mobiele telefoons, berichten die de jeugdige belers onderling op de hoogte houden van al dan niet wederzijdse gevoelens of (non-)nieuws.

Bell (1847-1922) introduceerde zijn uitvinding op de Centennial Exhibition, een evenement in Philadelphia dat werd georganiseerd naar aanleiding van honderd jaar Amerikaanse onafhankelijkheid of liever gezegd, honderd jaar na de ondertekening van de 'Declaration of Independence'. Het was 25 juni 1876, dezelfde dag waarop Luitenant-kolonel Custer – bang te zijn ontdekt door de troepen van Chief Sitting Bull

en Crazy Horse – niet wachtte op versterking maar in de aanval ging bij Little Bighorn. De resultaten zijn bekend; niemand van Custers troepenmacht overleefde de slag; slechts één paard, Comanche, kwam levend uit de strijd. Als eerbetoon aan de gesneuvelde soldaten werd sindsdien het paard altijd meegevoerd als de cavalerie uitrukte naar de volgende calamiteit.

Een cynicus zou kunnen stellen dat Custer net te vroeg was geboren. Hij had noch de gelegenheid om via de uitvinding van Bell noch via een mobiele telefoon contact te onderhouden met zijn superieuren. Om een oude reclamekreet van KPN in herinnering te brengen: hij kon weliswaar tot tien tellen, maar helaas niet de wereld bellen.

Vele honderden kilometers noordelijker had Bell zo zijn eigen problemen. Graag had hij zijn uitvinding gepresenteerd in een stand tussen andere elektrische uitvindingen. Maar omdat hij zich te laat voor de



▲ Foto 1





▲ Foto 2

De nieuwe generatie mobieltjes van Nokia (5510, 7650) speelt in op de multimedia trend in mobiele communicatie. Je kunt ermee bellen, dat zeker. Maar ook zijn de nieuwe mobieltjes met hun full colour display spelletjescomputer, MP-3 speler, digitale camera en zelfs stereo FM-radio.

tentoonstelling had ingeschreven, was hij terecht gekomen in een hoekje van de beursvloer. De jury ter plekke, die de uitvindingen moest beoordelen, was niet enthousiast over het idee om op deze warme dag een lange tocht over de beursvloer te ondernemen. Toch sjokte men met Bell mee. Al gauw was de vermoeidheid en onwilgigheid verdwenen: uit de luidspreker kraakte de stem van Bell. Ongelovig stormde men naar de plek vanwaar Bell de effectiviteit van zijn uitvinding toonde. 'Vandaag of morgen zullen telegraaflijnen in ieder huis aanwezig zijn, net als gas en water, en zullen vrienden en bekenden met elkaar kunnen praten zonder hun huis te hoeven verlaten'.



Uitvinding

Zoals bij zoveel uitvindingen was de ontwikkeling van de telefoon niet het doel van Bell. En zonder de inventiviteit van een aantal andere tijdgenoten – Morse en zijn telegraafstelsel, Maxwell en de opwekking van elektromagnetische golven, Philip Reiss en zijn geslaagde poging om geluid via een draad over te brengen – was hij zeker niet ver gekomen. Wie de kluwen verder ontwart, komt zoveel relevante namen tegen, dat ze allemaal opsommen onmogelijk wordt. Sommige artiesten trachten dit nog wel eens op hun nieuwe CD's te doen. De dankbetuigingen starten dan bij de bandleden, en eindigen vlak voorbij Adam en Eva. Dat wordt een te lang verhaal. We geven daarom in deze korte beschouwing Alexander Graham Bell het grootste deel van de eer.

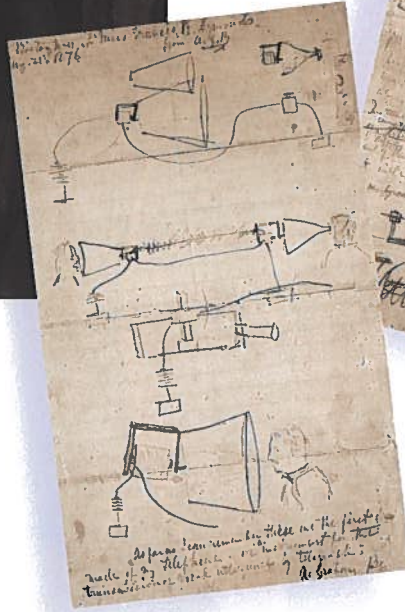
Afkomstig uit een familie die al generaties gepreoccupeerd was met spraak en geluid – Bell's vader was leraar op een dovenschool en ontwikkelde een 'visueel alfabet' – zocht Bell naar een methode om beter te communiceren met zijn dove moeder. Hij ontdekte dat, als hij zijn mond tegen haar voorhoofd drukte, en geluid maakte, haar schedel ging resoneren. Een ander verhaal meldt dat hij al vroeg had uitgevonden dat hij gezeten achter de piano, een toets aanslaande, de snaren van een piano in een andere kamer op dezelfde toonhoogte aan het vibreren kon krijgen.

Misschien maken we het negentiende-eeuwse huishouden van Bell tot een rareitencabinet, vol piano's en resonerende hoofden. Maar het verhaal wordt nog opmerkelijker als men bedenkt dat hij zijn eerste model 'fono-autograaf' maakte met behulp van onder andere het oor van een overledene. Het belangrijkste is echter dat Bell geïntrigeerd was door de mogelijkheden van modulatie. Feitelijk wilde hij uitzoeken hoe men via een telegraaflijn (die bestond al) tegelijkertijd een groot aantal berichten kon versturen.

Normaliter kon er maar één bericht in morsecode worden overge-



▲ Foto 3
Alexander Graham Bell tijdens de opening van de lange afstandsverbinding tussen New York en Chicago.
Foto uit de collectie van de Library of Congress



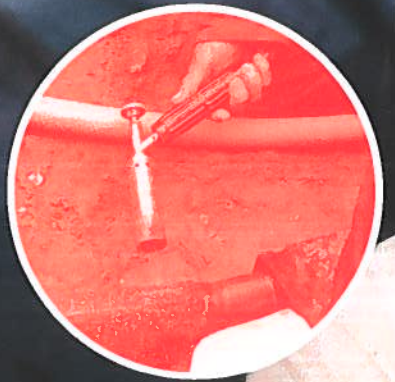
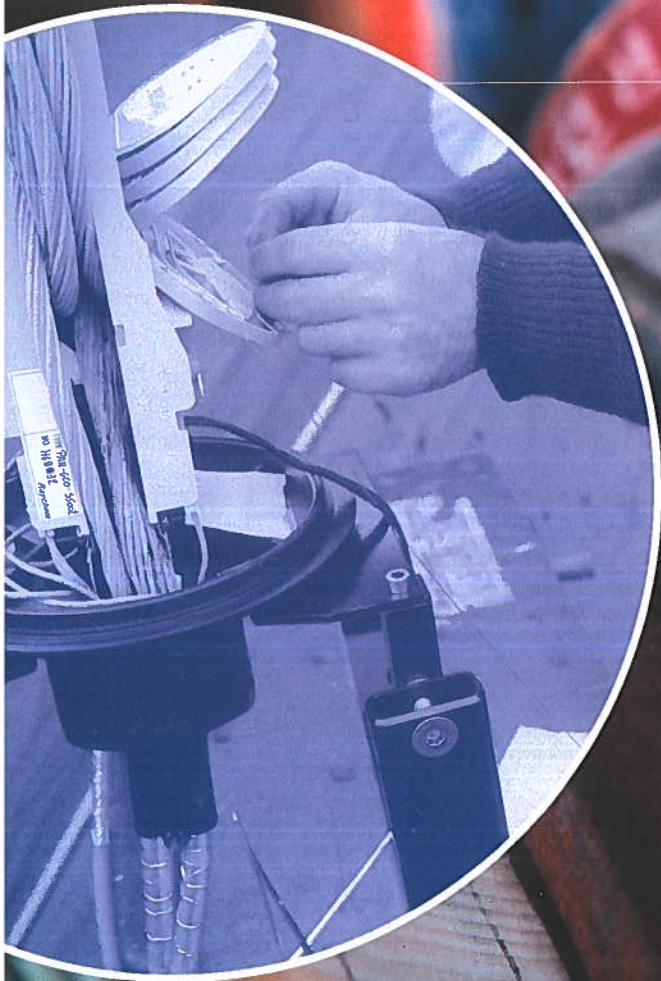
▲ Foto 4
Reproductie van enkele schetsen die Bell rond 1876 maakte.

Bron:
<http://memory.loc.gov/ammem/bellhtml/belltelph.html>

zonden. Alle tonen hadden dezelfde frequentie, en hadden ofwel een langere, ofwel een kortere tijdsduur. Bell bedacht daarom een instrument bestaande uit een soort snaren die bevestigd waren aan een magneetspoel. Door te praten ging iedere snaar resoneren op de eigen grondtoon en varieerde de afstand van de snaren tot de magneet afhankelijk van de golfbeweging. Omdat er stroom op ieder van de snaren stond werd dit doorgegeven aan de ontvanger, een trilplaat.

Later ontdekte hij dat hij hiervoor niet een hele batterij van deze snaren nodig had, maar slechts één. Samen aan het werk met zijn assistent Thomas Watson, vroeg hij Watson of hij één van de verbindende snaren kon bewegen om te zien of deze niet vast zat. Toen Watson aan de snaar plukte, begon zijn ontvanger onmiddellijk te sputteren, ook al stond er geen stroom op. Hij realiseerde dat de beweging van de snaar door het magnetisch veld al genoeg was om een stroom op te wekken en iedere golflengte door te geven.

Een klein jaar later vroeg Bell patent aan op zijn uitvinding, en een maand daarna keek een verbaasde jury naar het prototype van een instrument dat de wereld letterlijk en figuurlijk aan elkaar zou knopen.



Telefonie: de kracht van de eenvoud



Een stopcontact in de muur, een eenvoudig snoertje met daaraan een kloeke stekker én een rechtoe-rechtaan telefoon-toestel... al 125 jaar brengt deze simpele doch krachtige formule de wereld binnen handbereik. De telefoon betoont zich daarmee bij uitstek een overlevingskunstenaar. En wat voor één. Er was niet meer voor nodig dan de vervanging van het snoertje door de radioweg, om de telefoon een welhaast eeuwige jeugd te bezorgen als 'cordless' en GSM. Het basisprincipe bleef echter overeind.

Jeroen van Dorp
Ysbrand van der Veen*

Wat is er eigenlijk aan de telefoon veranderd sinds Alexander Graham Bell hem in 1876 uitvond? In principe weinig. Letterlijk 'in principe', want iedere telefoon op het vaste netwerk werkt nog steeds volgens hetzelfde principe. Maar ook de draadloze telefoon (cordless) en de mobiele telefoon (GSM) vertonen nog steeds grote gelijkenis met Bell's telefoon¹. Een microfoon neemt uw spraak op; een luidspreker geeft die van uw gesprekspartner weer.

Wie voor het eerst een telefoon open maakt, is wellicht enigszins teleurgesteld. Veel is er niet in te ontdekken. De moderne telefoons kenmerken zich door dezelfde printplaatjes die we in ieder modern elektrisch of elektronisch apparaat vinden. Opmerkelijk genoeg is de basistechniek desondanks zo simpel, dat zelfs een stokoude telefoon nog steeds zonder problemen op de huidige

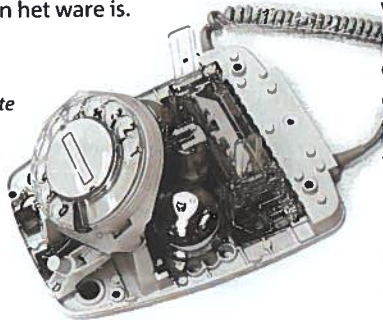
* Voor de samenstelling van dit artikel is dankbaar teruggegrepen op een groot aantal artikelen die in 1991 en 1992 in het Studieblad zijn verschenen.

¹ Op mobiele telefonie wordt in dit artikel niet ingegaan. Elders in dit themanummer treft u een artikel dat geheel aan het mobieltje is gewijd.

telefoonaansluiting kan worden aangesloten. Je komt dan ook gemakkelijk in de verleiding om te stellen dat de telefoon veruit het simpelste apparaat in onze moderne huishouding is. Is dat erg, welnee. Eigenlijk is het alleen maar een compliment want er blijkt maar weer eens uit dat eenvoud kenmerk van het ware is.

▲ Foto 1

Kijkje in het binnenste van de 'T65', het standaardtoestel dat in 1965 door KPN op de markt werd gebracht. Kijk ter vergelijking eens in het volgende artikel hoe het binnenste van een modern mobieltje eruit ziet.



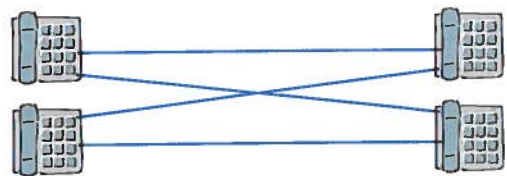
In dit artikel passeren de belangrijkste aspecten van telefonie de revue. Met zevenmijlslaarzen lopen we door de ontwikkelingsgeschiedenis heen, waarbij het gebruikersperspectief voorop staat. We bespreken de werking van het telefoontoestel en de inrichting van de infrastructuur (aansluitnet en nummercentrale). Een tamelijk jong fenomeen in de rijke historie van de telefoon, het draadloze telefoontoestel, komt eveneens aan bod. In de verdiepingsstof staan we kort stil bij hoe spraak in een modern telecommunicatienetwerk gedigitaliseerd wordt.

De belangrijkste technische veranderingen die 125 jaar telefonie typeren, komen in dit artikel aan bod zoals de introductie van elektromechanische en computergestuurde telefooncentrales. Inmiddels zijn alle centrales van het Nederlandse telefoonnet computergestuurd. Omdat de beginselen van de telefonie aan de hand van deze centrales vol printplaten moeilijk uit te leggen zijn - tastbaarheid is niet hun sterkste punt - treft u in dit artikel verschillende uitwerkingen aan op basis van eerdere technische ontwikkelingen. Aan de correctheid van het artikel doet dit niets af. Integendeel, ook de modernste centrales weken nog altijd volgens de (fysieke) principes waarvoor Alexander Graham Bell (1847-1922) de grondslag legde. Alleen doen ze hun werk veel sneller en efficiënter dan de centrales die Bell gekend heeft.

Ontwikkeling van de telefonie: gebruikersperspectief

Technisch gezien zijn de veranderingen voor consumenten in de 125-jarige telefoniegeschiedenis weinig spectaculair te noemen. Fundamenteel veranderde in de loop van een eeuwenlang eigenlijk alleen de manier van kiezen. Moest in de begintijd nog de hulp van een telefoniste worden ingeroepen, zo'n 45 jaar na het verlenen van het patent aan Bell (1876) kon men het gewenste telefoonnummer zelf kiezen met behulp van een kiesschijf. Pas zo'n honderd jaar later, aan het einde van de jaren zeventig, zou het toestel met druktoetsen een algemene verschijning worden. Nieuwe diensten als doorschakelen (*21) en wisselgesprek ronden in de jaren negentig van de 20^e eeuw het ontwikkelingsplaatje af.

Een belangrijke verandering waarvan maar weinig gebruikers zich bewust zijn, is dat door de voortschrijdende (netwerk)technologie het telefoneren steeds goedkoper is geworden. In Amsterdam kostte een telefoonaansluiting in 1891 maar liefst € 54,- per jaar, woonde je iets buiten de stad dan liep dat zelfs op tot € 115,- per jaar. Om interlokaal te kunnen bellen diende aan deze abonnementskosten nog eens € 5,- te



▲ Afb. 1

De eenvoudigste manier om telefonie mogelijk te maken is via directe verbindingen tussen de toestellen. In het aantal benodigde verbindingen zit een wetmatigheid, namelijk dat bij uitbreiding met één aansluiting het aantal verbindingen toeneemt met de som van het oorspronkelijke aantal verbindingen. Breiden we het getekende netwerkje van 4 aansluitingen uit naar 5, dan komt dat dus neer op 5 aansl. = $6 + 4 = 10$ verbindingen. Bij 6 aansluitingen neemt het aantal benodigde verbindingen toe naar 15. Hebben we met 25 aansluitingen te maken dan komt het aantal verbindingen uit op $276 + 24 = 300$. Om 100 klanten direct met elkaar te verbinden neemt het aantal draden al toe tot bijna 5000.

worden toegevoegd. Het basistarief (per 3 minuten) voor een interlokaal gesprek bedroeg op dat moment € 0,23, waardoor tien minuten interlokaal bellen exclusief de abonnementskosten even duur uitpakte als op dat moment de prijs van een overnachting in het chique Amstel Hotel (€ 0,91).

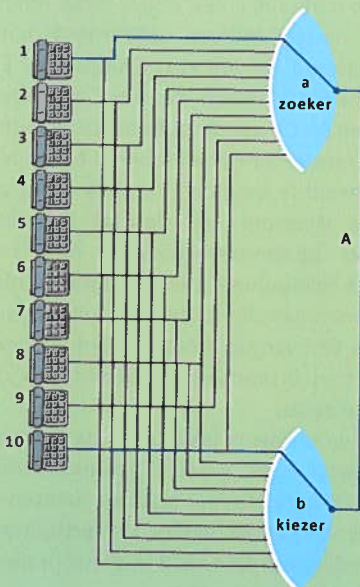
- **Lokale netten.** De techniek en in het bijzonder de ontwikkeling van de (micro-)elektronica hebben ervoor gezorgd dat de afwikkeling van het verkeer sinds 1876 ingrijpend veranderd is. In het begin waren de middelen voor verkeersafwikkeling bijzonder primitief. Bij de eerste praktische

toepassingen van de telefoon werden alle toestellen door directe lijnen met elkaar verbonden. Zoals het rekenvoorbeeld bij afbeelding 1 laat zien, levert dit moeilijkheden op wanneer het aantal aansluitingen toeneemt. Binnen de kortste keren is sprake van een onoverzienbare wirwar van verbindingen.

De hoofdredacteur van de Titusville Morning Herald, J. Ponton, bedacht eind 1876 een oplossing voor dit probleem. Hij stelde voor de diverse verbindingen over een centraalpost te leiden, waar telefonistes de klanten naar behoefte met elkaar

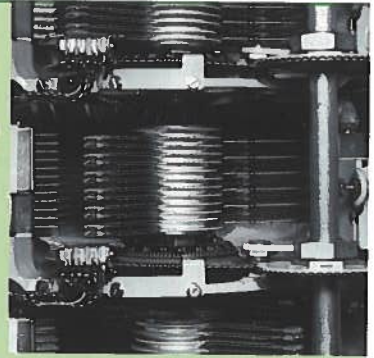
Het principe van de telefooncentrale

De taak van een telefooncentrale is om het aantal verbindingen in een netwerk overzichtelijk en betaalbaar te houden en tegelijkertijd alle klanten de mogelijkheid te bieden met elkaar te bellen. In het voorbeeld uit afbeelding 2 is een automatische centrale getekend voor een netwerk met 10 aansluitingen. Klanten kunnen met elkaar communiceren via schakelelement A wanneer de schakelcontacten a (zoeker) en b (kiezer) in de juiste stand zijn gezet. Om dit automatisch te kunnen doen, is het nodig dat klanten zelf het schakelelement A kunnen besturen. Dit is mogelijk met de kiesschijf of druktoetsen van hun telefoontoestel.



◀ Afb. 2
Principe van de automatische telefooncentrale.

► Foto 4
Schakelelementen in een elektromechanische (EM-)centrale.



Echter, in de situatie van afbeelding 2 is tegelijkertijd maar één verbinding mogelijk, namelijk die tussen aansluitingen 1 en 10. De andere aansluitingen zullen moeten wachten tot de verbinding tussen 1 en 10 is verbroken. Het spreekt voor zich dat een dergelijke oplossing niet volstaat, daarom is een situatie uitgedacht waarmee meerdere verbindingswegen gelijktijdig tot stand te brengen zijn. Door in het voorbeeld het aantal schakelelementen tot vijf uit te breiden en deze aan elkaar te koppelen, kunnen alle op de centrale aangesloten klanten gelijktijdig een telefoongesprek voeren. Op foto 4 is te zien hoe iets dergelijks eruit zag in een traditionele elektromechanische centrale.

In de praktijk komt het evenwel zelden of nooit voor dat alle aangeslotenen op hetzelfde moment een verbinding hebben. Economisch is het dan ook zinvol het aantal schakelelementen (of in het verleden het aantal telefonistes) af te stemmen op de gemiddelde vraag naar verbindingen. In iedere centrale vindt daarom reductie plaats, waarbij het aantal uitgaande lijnen een statistisch beproefd percentage is van het totale aantal bij een nummercentrale binnenkomende lijnen.

zouden verbinden. Dit idee werd in 1878 voor het eerst in de praktijk gebracht in de Amerikaanse stad New Haven. Daar stelde men op 28 januari een handbediende centrale met eenentwintig aansluitingen in dienst. Drie jaar later was Nederland aan de beurt. Op 1 juni 1881 werd in Amsterdam het eerste lokale telefoonnet van ons land in dienst gesteld. Aantal klanten: 49. Alleen stadsverkeer was mogelijk. De gesprekken liepen via bovengrondse lijnen, de zogenaamde luchtlijnen.

De klanten waren via hun luchtlijn fysiek met de handbediende centrale verbonden. Zodra een klant de hoorn van de haak tilde of een draai gaf aan de slinger van zijn telefoontoestel, ging er een stroompuls naar de centrale. Deze stroompuls deed een lichtje ontbranden boven de desbetreffende aansluiting. Hieraan kon de telefoniste zien dat er een gesprek werd aangevraagd. De telefoniste plugde vervolgens haar eigen 'telefoontoestel', een koptelefoon met microfoon, in de aansluiting en verzocht de beller aan te geven waar het gesprek naartoe moest. Na het aanhoren van de bestemming verbond de telefoniste de oproeper via een draad (zgn. koord) met de doelaansluiting. Door het inpluggen van het koord werd er contact gemaakt en zorgde een stroompuls ervoor dat bij de ontvanger de bel overging. Nam deze de hoorn van de haak, dan werd de tot stand gekomen verbinding op de centrale (zgn. koordenpost) gemarkeerd door twee brandende lampjes boven de betreffende aansluitingen. Gingen de lampjes uit dan was het gesprek afgelopen en kon de telefoniste het koord er weer uittrekken.

De lampjes uit dan was het gesprek afgelopen en kon de telefoniste het koord er weer uittrekken.

◀ Foto 2

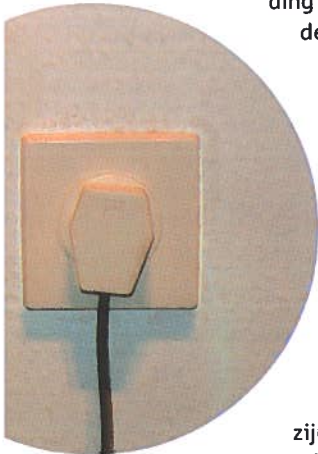
Natuurlijk had dit systeem zijn beperkingen. Zo kon er gemakkelijk een foute verbinding worden gemaakt. Hoe houd je als telefoniste bijvoorbeeld alle families Jansen uit elkaar. Ook was de capaciteit van een koordenpost beperkt. Een goede telefoniste (we zouden haar

nu 'operator' noemen) kon hooguit 40 oproepen per uur verwerken. Geef aan iedere telefoniste een werkplek van 2 m² en het zal duidelijk zijn dat je voor een stad met 100.000 klanten een geweldig grote telefoonzaal (in moderne bewoordingen call center) nodig hebt.

- **Interlokaal bellen.** In Nederland waren de eerste plaatselijke telefoonnetten in particuliere handen. Sommige ondernemingen waren in slechts één stad actief, andere exploiteerden diverse netten. Voor het opzetten en exploiteren van zo'n lokaal netwerk moest de onderneming over een concessie van de betrokken gemeente en één van het rijk beschikken. Onder andere stelden deze de grens van het gebied vast, waarvoor de vergunning gold. Meestal werd die grens gevormd door een cirkel te trekken met een straal van vijf kilometer, gemeten vanaf een centraal punt in de gemeente. Wie buiten het concessiegebied woonde had pech en kon in principe niet op het telefoonnet worden aangesloten.

Mensen die belang hadden bij een snelle berichtgeving, vonden deze regelgeving uiteraard bezwaarlijk, vandaar dat in 1883 de mogelijkheid werd geschapen om zogenaamde buitennetaansluitingen in dienst te stellen. Ook buiten de grens van het concessiegebied kon nu aansluiting op een lokaal net verkregen worden, zij het dat zo'n abonnee een hoger tarief moest betalen. De hoogte hiervan varieerde al naar gelang de afstand tot het concessiegebied. En zeker in de begintijd waren die 'extra' afstanden soms aanzienlijk. De eerste buitennetaansluitingen van het Amsterdamse telefoonnet bevonden zich bijvoorbeeld te IJmuiden. In 1885 vroeg en verkreeg de Weesper cacaoafabriek C.J. van Houten een buitennetverbinding met het Amsterdamse telefoonnet. Een belangrijk motief voor het nemen van die (dure) aansluiting, was de wens van één van de firmanten om via deze verbinding snel in contact te komen met de Amsterdamse beurs.

Naarmate de sociale betekenis van de telefoon beter onderkend wordt, groeit het aantal klanten en daarmee de behoefte om ook met mensen in andere steden te kunnen bellen. De eerste interlokale verbinding wordt in 1888 in dienst gesteld, tussen Amsterdam en Haarlem.





▲ Foto 3

Nog altijd actueel is het maatschappelijke thema waarvoor op dit oude affiche aandacht wordt gevraagd: 'Geen snelverkeer per auto meer. De telefoon, de snelste looper, blijft tot uw dienst en is goedkoper.'

Een nieuwe fase in de telefoongeschiedenis breekt aan als in 1911 de eerste halfautomatische centrale te Amsterdam in dienst wordt gesteld. Een centrale die nog door telefonisten wordt bediend, maar nu met behulp van de kiesschijf die door A.E. Keith en de gebroeders Ericsson was uitgevonden. Vanaf 1922 zal de abonnee voor het eerst zelf de centrale kunnen instellen met behulp van de kiesschijf die in zijn telefoontoe-

stel is ingebouwd. Overigens betekende deze technische ontwikkeling niet automatisch de vervanging van alle handcentrales. Het duurde tot 1962 voordat de laatste handbediende centrale in Nederland het veld ruimde. Nederland was daarmee – na koploper Zwitserland (1959) – het tweede land ter wereld met een volledig geautomatiseerd telefoonnet.

De komst van computergestuurde telefooncentrales markeert het begin van de moderne tijd. De eerste computergestuurde centrale in Nederland is op 19 juni 1974 door KPN Telecom te Wormerveer in dienst gesteld. Computergestuurde centrales kunnen het telefoonverkeer veel sneller verwerken dan elektromechanische centrales. Ook zijn ze goedkoper in het beheer en onderhoud. In het KPN-netwerk is de laatste elektromechanische centrale op 29 december 1994 vervangen door een computergestuurde, in het Gelderse Kesteren om precies te zijn. Nederland was daarmee Europees koploper.

De technische ontwikkelingen hebben het mogelijk gemaakt dat de kosten van telefonie zodanig sterk zijn gedaald dat telefonie uitgroeide van een exclusieve voorziening voor notabelen tot een communicatiemiddel voor iedereen. Uit gebruikersoogpunt eveneens van belang is dat vooral de laatste generatie, volledig digitale telefooncentrales volop mogelijkheden biedt om allerlei extra diensten aan te bieden zoals doorschakelen (*21) en wisselgesprek. En daarmee een stukje van de intelligentie terug te brengen die zo'n tachtig jaar geleden in het netwerk verlo-

Signalering

Via het aderpaar (de dubbeldraad) van de klant moeten niet alleen de elektrische trillingen van het gesprek zelf getransporteerd worden, maar ook de signalen die nodig zijn voor het opbouwen, bewaken en verbreken van de verbinding. Dat noemen we signalering. Enkele van de signalen zijn: inbeslagname (hoorn-van-de-haak), kiestoon, kiesinformatie, beantwoording (verbinding tot stand brengen) en verbinding vrijgeven (hoorn-op-de-haak). Vaak gaat het hierbij om gelijkstroomsignalen waarop de telefooncentrale moet rea-

geren. Voorbeeld: bij een klant waarvan het telefoon-toestel in rust is, is de weerstand van de 'ab' (in KPN-jargon is 'ab' de benaming voor de twee klantaders) hoog. Er is dus geen circuit. Wanneer de klant wil bellen zal deze de hoorn van zijn toestel nemen, waardoor de ab laag-ohmig wordt omdat een circuit is ontstaan. Met andere woorden hoog- en laag-ohmig zijn signalen waarop de telefooncentrale reageert met de kiestoon of vrijgeven

ren ging, namelijk die van de telefoniste die achter haar koordenpost zittend vaak wist wie er ziek, verhuisd of ergens op bezoek was.

De werking van het telefoontoestel

Vanuit de centrale wordt er op de dubbeldraad van de klant een spanning aangeboden (-48V) die stroom gaat leveren op het moment dat een circuit ontstaat. Zo'n circuit ontstaat wanneer de klant de hoorn van de haak neemt. De centrale reageert hierop met het geven van de kiestoon, waarmee de klant op zijn beurt weet dat hij het telefoonnummer kan kiezen.

Bij gebruik van een ouderwetse kiesschijf wordt de lijn steeds even onderbroken waardoor stroomonderbrekingen (impulsen) ontstaan. Bij een druktoetsentoestel worden verschillende combinaties van twee toontjes naar de centrale gezonden. Onder ieder cijfer van de druktoetsetelefoon gaat zo'n toontjescombinatie schuil (zie afb. 3). Kiezen op basis van toontjes gaat veel sneller dan kiezen op basis van stroomonderbrekingen. Behalve deze grotere snelheid voor de gebruiker, heeft ToonDrukKeuze (TDK) voor de netwerkoperator het voordeel dat de capaciteit van zijn centrales beter kan worden benut.

Wie de hoorn oppakt en hem tegen zijn of haar hoofd plaatst, houdt – mits op juiste wijze geplaatst – een luidspreker tegen zijn oor en een microfoon ter hoogte van zijn mond. De plaatsing

van het snoer maakt dat je het eigenlijk niet verkeerd kunt doen. Tussen de uiteinden van de hoorn zit een kleine zogenaamde duplexspool, die beide geluidsignalen van elkaar scheidt zodat het geluid van de microfoon niet door de luidspreker wordt weergegeven (rondzingen). Het eigen stemgeluid en het stemgeluid van de ontvanger worden zo gescheiden.

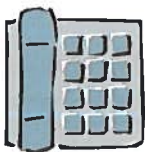
De microfoon zet onze woordenstroom om in echte stroom. Om deze vervolgens naar de centrale te transporteren, is een stroomgeleidend medium nodig. Vandaar dat, als we het snoertje van onze telefoon van zijn omhulsel ontdoen, we koperdraad aantreffen. Uiteraard is stroom, een elektromagnetisch fenomeen, heel goed om te zetten in een andere elektromagnetische verschijningsvorm, namelijk licht. Dan komen we bij de glasvezel uit. Of het in de toekomst ooit zo ver komt dat de glasvezel massaal de Nederlandse huizen gaat binnenkomen, valt moeilijk te voorspellen. De eerstkomende jaren zal koper echter zeker het belangrijkste transportmedium in het Nederlandse aansluitnet blijven.

Opbouw van de infrastructuur

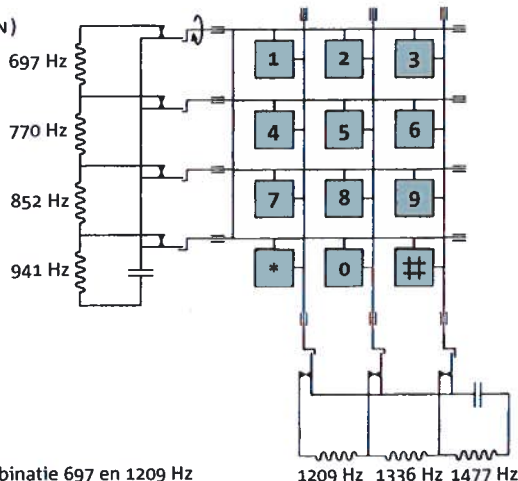
Zoals bij afbeelding 1 is uitgelegd, moet, om het aantal verbindingen overzichtelijk en betaalbaar te houden, apparatuur worden ingezet die het effect heeft dat alle aansluitingen met elkaar kun-

TOESTEL MET DRUKTOETSEN (TOON)

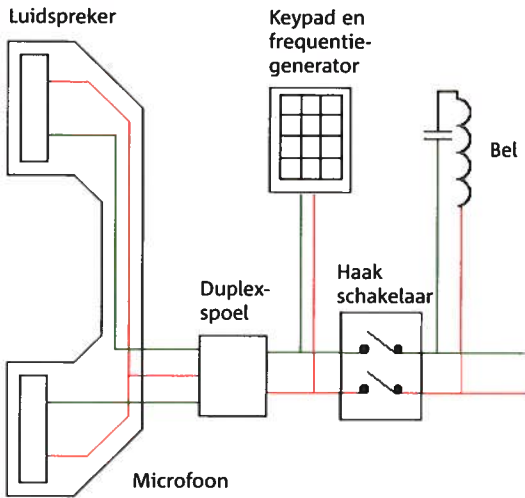
	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	
770	4	5	6	
852	7	8	9	
941	*	0	#	



VOORBEELD: cijfer 1 = frequentiecombinatie 697 en 1209 Hz



◀ Afb. 3
De werking van de druktoetsetelefoon.



▲ Afb. 4

Aan het basisprincipe van het telefoontoestel is in 125 jaar telefonie niets veranderd. Wel is het gebruiksgemak van het telefoontoestel veranderd. Denk aan nummergeheugen, regelbare bel, keuze uit beltonen, herhaling laatst gekozen nummer enz.

nen communiceren zonder dat ze direct fysiek met elkaar verbonden zijn: schakelmiddelen of centrales. In mei 1891 wordt aan begrafenisondernemer A.B. Strowger uit Kansas City, USA patent verleend op een door hem ontwikkelde uitvinding, die de grondslag legt voor de automatische telefooncentrale.

Maar er is meer aan de hand. Vanwege de omvang van het aantal telefoonaansluitingen zijn ook efficiënte oplossingen nodig voor het leggen van de kabels die bij iedere Nederlander het huis binnenkomen. En voor de manier waarop al die klantaansluitingen aan de nummercentrale worden vastgeknoopt. Vanuit de nummercentrale wordt het signaal, al dan niet via een lokale transitiecentrale, naar een zogenaamde verkeerscentrale geleid. Deze verkeerscentrale stuurt het signaal weer door naar de verkeerscentrale nabij de opgeroepen abonnee, etc. Aanleg, beheer en onderhoud van het intercentralen netwerk dat de verschillende verkeerscentrales in Nederland aan elkaar knoopt, valt buiten het bestek van dit artikel. In 1993 heeft het Studieblad hieraan een 156 pagina's dikke special 'Netwerkoperaties' gewijd (oktober/november).

Eén aspect dat met dit intercentralen netwerk samenhangt, kan hier echter niet onvermeld blijven omdat het te maken heeft met hoe een telefoongesprek klinkt. Teneinde de omvang van het telefoonverkeer op het niveau van de hogere netlagen te beperken, is wereldwijd besloten de bandbreedte van het spraaksignaal te beperken tot een bereik tussen 300 en 3400 Hz. Voldoende om een goed verstaanbaar, natuurlijk aandoend gesprek te faciliteren, maar ook de reden waarom het geluid via de telefoon net iets anders klinkt dan een gewoon gesprek of een radio-uitzending in hifi-stereo.

- **Het aansluitnet.** Het telefoontoestel en de telefooncentrale vormen een onmisbaar deel van de telefoonaansluiting. Het telefoontoestel wordt door middel van twee draden (een zogenaamde dubbeldraad) op de telefooncentrale aangesloten. In de telefooncentrale komen deze twee aders (draden) niet afzonderlijk binnen, maar gebundeld in kabels met groepen van bijvoorbeeld 300 of 900 dubbeldraden.

Op de weg van aansluiting naar centrale gebeurt er dus een en ander. Volgen we deze weg vanaf de centrale terug, dan zien we allereerst een dikke kabel het centralegebouw verlaten. Deze dikke kabel wordt, wanneer een bepaalde wijk is bereikt, uitgesplitst op een kabelverdeler. Dit traject heeft in KPN-jargon het Primaire AansluitNet (PAN). Vanuit de kabelverdeler trekt vervolgens een aantal dunnere kabels in de richting van de klanten (Secundaire AansluitNet, SAN). In sommige gevallen komt ook zo'n dunnere kabel nog weer op een kabelverdeler terecht om te worden uitgesplitst (Tertiaire AansluitNet, TAN). Uiteindelijk wordt er in de straat een aftakking gemaakt naar het perceel waar zich de aansluiting bevindt.

Door de onstuimige groei van het aantal telefoonabonnees in de jaren kort na de tweede wereldoorlog, werd het bezwaarlijk om voor elke aanvraag een nieuwe aftakking te moeten maken. Keer op keer ging immers dezelfde straat open en werd een chirurgische ingreep in de kabel gepleegd teneinde de aftakking te kunnen realiseren. Behalve onaanvaardbare overlast voor omwonenden, nam hiermee vanzelfsprekend ook de kans op storingen toe. Een oplossing werd

gevonden in een systeem van *vooraanleg*. Dat wil zeggen dat in nieuwbouwwijken al tijdens de bouw in ieder perceel een aantal aders wordt afgewerkt. Dit systeem van standaardaansluitpunten (ook wel STAPN genoemd) houdt in dat de aanleg van leidingen massaal en op een gunstig tijdstip kan plaatsvinden. Door deze manier van werken is veel arbeidstijd te besparen en wordt onnodige overlast voorkomen.

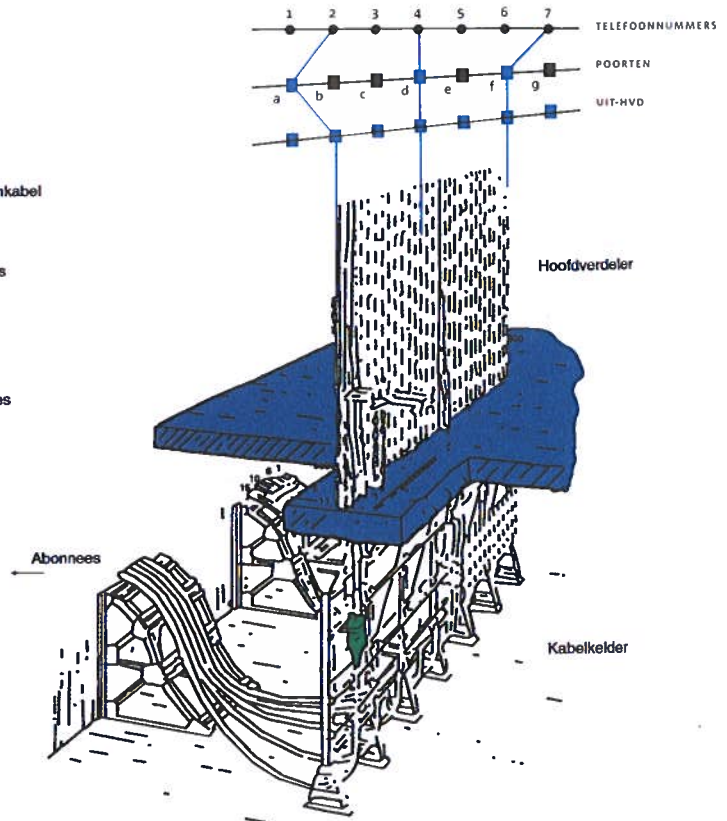
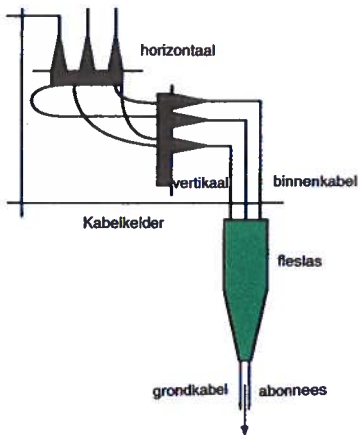
We weten nu op welke manier de adertjes van de klant via TAN, SAN en PAN het centralegebouw binnenkomen. Nog niet uitgelegd is hoe de aders van de klant aan de eigenlijke centrale-apparatuur gekoppeld wordt? En vervolgens hoe daaraan een telefoonnummer wordt toegekend.

De dikke kabels die in de kelder van een telefooncentrale binnenkomen, zijn tegen invloeden van buitenaf beschermd door een sterke mantel. Deze stevige ommanteling maakt de kabel echter moeilijk te verwerken. Daarom wordt in de kelder

van de telefooncentrale, de *kabelkelder*, een overgang gemaakt van de dikke buitenkabel naar een dünnere, gemakkelijker te verwerken binnenkabel. Omdat deze overgang het model heeft van een omgekeerde melkfles, heet deze overgangsconstructie binnen KPN een *fleslas*.

De dünnere binnenkabels worden vervolgens afgewerkt op enkele verticaal geplaatste verbindingstroken, die onderdeel uitmaken van de *hoofdverdeler*. Aan de andere kant van deze hoofdverdeler bevindt zich een aantal horizontaal geplaatste verbindingstroken, waarop de verbindingen met de centrale-apparatuur zijn afgewerkt.

Om nu de klant beschikking te geven over een bepaald telefoonnummer, wordt een zogenaamde rangeerdraad getrokken van de verticale zijde van de hoofdverdeler (waarop de kabel naar de abonnee is afgewerkt) naar de horizontale zijde van de hoofdverdeler (hierop is het telefoonnum-



▲ Afb. 5
Hoe de abonneekabel na binnenkomst in het centralegebouw uiteindelijk de telefooncentrale binnenkomt.



▲ Foto 5

Werken aan de hoofdverdelers

mer afgewerkt). Deze rangeerdraad wordt ook wel een *kruisverbindingsdraad* genoemd. Afbeelding 5 geeft een en ander schematisch weer.

De afstand tussen een aansluiting en de telefooncentrale mag niet groter zijn dan 5 km. Dit in verband met het kwaliteitsverlies dat onderweg in de kabel optreedt (demping). Als gevolg hiervan is in Nederland een groot aantal nummercentrales nodig. Computerbesturing en de vervanging van mechanische centraledelen door elektronische hebben het beheer en onderhoud van deze centrales in de afgelopen jaren zeer efficiënt gemaakt.

Vast of mobiel?

Al met al is telefonie een verrassend eenvoudig, maar ook een zeer effectief systeem. Een belangrijke vernieuwing kwam met het idee om draadloos met elkaar te communiceren. De keuze is daarbij niet beperkt tussen de telefoon die met een draadje vastzit en de mobiele telefoon. De eerste variant heeft als beperking dat iemand vastzit aan de locatie waar de telefoon fysiek is opgesteld. De oplossing zoeken in het mobiele netwerk is ook niet altijd handig, bijvoorbeeld

Bedrijfstelecommunicatie: de centrale van cacao-fabriek C.J. van Houten

Zoals voor het openbare verkeer, rees ook voor grotere bedrijfsnetwerken in het begin van de twintigste eeuw de vraag of het niet aanbevelenswaard was over te gaan tot de introductie van een automatische telefooncentrale. Voor die vraag kwam men in 1906 ook bij cacao-fabriek C.J. van Houten te Weesp te staan. Aan de exploitant van het Amsterdamse lokale netwerk, de Nederlandsche Bell Telefoon-Maatschappij (NBTM) werd opdracht gegeven een nieuw telefoonnet voor de fabriek in Weesp te ontwerpen. Bij de NBTM had men al enige kennis van een toenmalige nieuwigheid, namelijk de automatische telefooncentrale. Een kopie van de offerte van de NBTM is bewaard gebleven. In die offerte bood de telefoononderneming cacao-fabriek C.J. van Houten drie alternatieven aan.

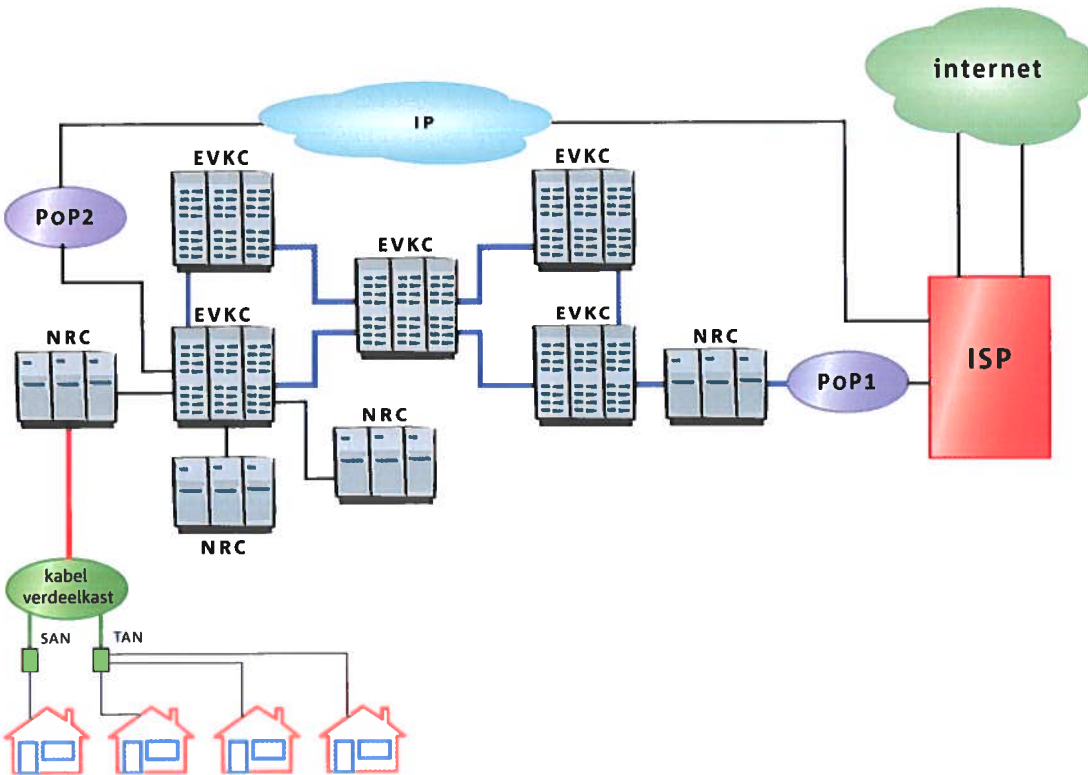
De goedkoopste oplossing was een eenvoudige uitbreiding van de bestaande handbediende centraalpost met twintig nummers, eventueel uitbreidbaar tot maximaal dertig toestellen. Kosten: f 4.920,-.

Eenzelfde uitbreiding, maar nu met speciale toestellen en een centraalpost waarvan de 'klinken' na afloop

van het gesprek automatisch in de ruststand terug-sprongen kostte f 7.310,-. Bij dit systeem hoefde de telefonist(e) er niet meer op te letten of een gesprek afgelopen was, wat bij druk telefoonverkeer in een aanzienlijk efficiënter gebruik resulteerde.

Ten derde kreeg Van Houten een nieuwe automatische centrale volgens het principe van Strowger aangeboden. De prijs hiervan was f 12.930,-. N.B. zet je deze bedragen van zo'n honderd jaar geleden af tegen hedendaagse guldens, dan heb je tegenwoordig voor hetzelfde bedrag waarschijnlijk niet alleen een ultramoderne bedrijfscommunicatiecentrale, maar tevens een hogesnelheid Local Area Network (LAN) en op elke werkplek een geavanceerde PC.

Op 30 juni 1906 gaf C.J. van Houten aan de NBTM telefonisch opdracht de automatische telefooncentrale te leveren en aan te sluiten. In 1907 werd de telefooncentrale in gebruik genomen. Voor zover bekend was het de eerste automatische bedrijfstelefooncentrale in Nederland.



▲ Afb. 6

De telefoonaansluiting is een belangrijke toegangsweg voor Internet. De afbeelding laat zien hoe je via de telefoonaansluiting Internet op kunt.

omdat de ontvangst gemakkelijk wordt gestoord door de constructie van het gebouw waarbinnen men zich bevindt. De bedrijfs- of huiscentrale, feitelijk een aan het telefoonnet gekoppeld privébasissstion met een of meer draadloze ontvangers is dan een goede oplossing.

Draadloze telefonie kan op twee manieren worden gerealiseerd. Analoog met behulp van apparatuur die is gebaseerd op de Cordless Telephony (CT)-standaard of digitaal met behulp van apparatuur die is gebaseerd op DECT, Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Voordelen van DECT zijn onder meer de geluidskwaliteit, de goede beveiliging van het signaal op het radiopad waardoor onvrijwillig meeluisteren tegengegaan wordt en de makkelijke integreerbaarheid (door het digitale karakter) van DECT met ISDN, GSM en draadloze LAN-oplossingen.

Tijd- en wereldreis

Wie de ontwikkeling van de telefoon beschrijft moet eigenlijk een wat vreemde spagaat maken. Enerzijds is het basisprincipe van de telefoon nog steeds overheersend aanwezig in talloze bedrijven en huishoudens. Anderzijds echter is het concept zo sterk en multifunctioneel uitgebouwd, dat het op geen enkele manier te vergelijken is met de eenvoudige probeersels van 125 jaar geleden. Hoe dan ook is de ontwikkeling van de telefoon een boeiende reis door de tijd, die een heel ander soort van reizen mogelijk heeft gemaakt: Internet.

Ontwikkelingen in de telefonie hebben nooit in het teken gestaan van revolutie. De telefoon heeft zich evolutionair ontwikkeld, met kleine stapjes die steeds nauw aansloten bij de behoeften van gebruikers. Eén wandeling over straat, of één bezoekje aan de middelbare school inclusief de bijbehorende telling van het aantal mobiele telefoons geeft ons de bijna-zekerheid dat de evolutie nog wel even zal doorgaan.

Verdiepingsstof: Spraak digitaliseren (Puls Code Modulatie, PCM)

Spraak kan op twee manieren worden overgedragen, analoog of digitaal. Bij analoge overdracht wordt de spraak (luchtrilling) omgezet in een elektrisch signaal. De microfoon in uw telefoontoestel neemt deze omzetting van luchtrilling naar elektrisch signaal voor zijn rekening. Bij digitaal transport hebben we te maken met elektrische of optische signalen die slechts twee waarden kunnen hebben: 'aan' en 'uit' van het laserlicht (bij gebruik van optische informatie-overdracht via de glasvezel) of 'één' en 'nul' (wanneer een digitaal signaal over bijvoorbeeld een coaxkabel elektrisch wordt getransporteerd).

Digitale informatie-overdracht heeft belangrijke voordelen.

Kwaliteit: Zolang de 'enen' en 'nullen' te onderscheiden zijn, blijft de kwaliteit onaantast. Dit i.t.t. analoge systemen waar de kwaliteit onderweg gemakkelijk wordt aangetast.

Foutcontrole en -herstel. Treedt in een digitaal systeem vervorming op dan kunnen fouten eenvoudig worden opgespoord en hersteld. In een analoog systeem zijn fouten onherstelbaar.

Betrouwbaarheid. Digitale informatie kan zonder extra voorzieningen door computers (en dus ook digitale telefooncentrales) worden verwerkt.

Kosten. Schakelingen voor digitale informatie zijn goedkoper dan schakelsystemen voor analoge informatie.

Willen we spraakklanken die van nature analoog zijn, onze stembanden kunnen immers niet anders, digitaal schakelen dan zal de spraak eerst omgezet moeten worden in 'enen' en 'nullen'. Tijdens dit proces dat Puls Code Modulatie (PCM) wordt genoemd, zijn drie stappen te onderscheiden: bemonsteren, kwantificeren en coderen (zie afb. 7).

Bemonsteren. Van het analoge signaal worden monsters genomen, dat wil zeggen dat periodiek de signaalhoogte wordt gemeten. Proefondervindelijk is vastgesteld dat om geen informatie verloren te laten gaan de bemonsteringsfrequentie twee maal zo moet zijn als de hoogste waarde van het analoge signaal. In de telefonie wordt gewerkt met een bandbreedte van bijna 4000 Hz, waardoor de bemonsteringsfrequentie dus $2 \times 4000 = 8000$ HZ moet bedragen ofwel één maal per 125 microseconden wordt het niveau van het analoge signaal bepaald.

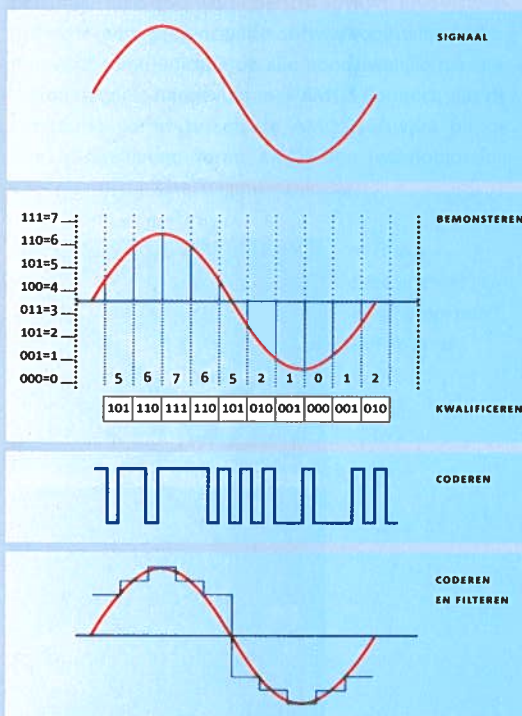
Kwantificeren. De meetwaarden van de in stap 1 genomen monsters worden afgerond op hele getallen, ze worden gekwantificeerd.

Coderen. Elk gekwantificeerd monster krijgt een digitale code van 8 bits (byte) toegewezen. Met deze methode is het mogelijk om maximaal 256 (2^8) verschillende niveaus weer te geven.

Het blijkt echter dat de werkelijke tijd die nodig is om een code van 8 bits te verzenden veel korter is dan de 125 microseconden die ervoor ter beschikking staan. Er blijken in dit korte tijdsbestek maar

lieft 32 van dergelijke monsters over één PCM-kanaal verstuurd te kunnen worden. Omdat 2 daarvan nodig zijn voor signalering en synchronisatie, blijven er 30 zogenaamde tijdsleuven beschikbaar voor het transporteren van digitale spraak. De totale informatiestroom per PCM-kanaal is: $32 \times 8 \times 8000 = 2048$ Mbit/s. Het is mogelijk dit 2Mbit/s-signaal over koperdraden te transporteren. Bij een hogere snelheid (meer enen en/of nullen per sec), is het vanwege de kabeleigenschappen niet mogelijk hiervoor koperaders te gebruiken. Er wordt dan over gegaan op transmissie via glasvezel. Tussen de centrales in het netwerk van KPN Telecom is dat overal het geval. Het intercentralenetwerk is daarom volledig 'verglasd'.

Het principe dat meerdere abonnees gelijktijdig van één PCM-kanaal gebruik maken, wordt Time Division Multiplexing (TDM) genoemd. Het digitaal schakelen van een signaal komt erop neer dat de signalen van de ene naar de andere tijdsleuf worden geschakeld. Zoals in ruimteverdeeld schakelen elke draad uniek is voor een signaal, zo is in tijdverdeeld schakelen elke tijdsleuf uniek voor een signaal. Voor de klant maakt dat allemaal niets uit, hij blijft voor de duur van zijn gesprek immers beschikken over een exclusief voor hem gereserveerde spraakweg en de daarmee samenhangende hoge perceptieve kwaliteit van de telefoondienst. Het realtime karakter van de dienst blijft in tact.



▲ Afb. 7 Onze van nature analoge spraak omgezet naar digitaal.



Mobiel bellen: hoe werkt dat nu?



Geen apparaat dat zo'n sterke groei heeft doorgemaakt als het mobieltje.

Ruim 11 miljoen Nederlanders hebben er inmiddels één. Een ongekend aantal, zeker als je bedenkt dat het gsm-tje pas 7 jaar geleden werd geïntroduceerd. Het mobiele toestel zelf heeft ook een enorme ontwikkeling doorgemaakt. Was mobiel bellen tot ver in de jaren tachtig alleen mogelijk met een nogal log apparaat – de autotelefoon – nu volstaat een piepklein hebbeding waarmee je niet alleen kunt bellen maar ook tekstberichten kunt versturen, spelletjes spelen en zelfs internetten. Maar hoe werkt dat nu, mobiel bellen? Het Studieblad zet de belangrijkste zaken voor u op een rijtje.

Anneke Kok
Ysbrand van der Veen*

Mobiel bellen vertoont veel gelijkenis met bellen via het vaste netwerk van KPN Telecom. Het grootste verschil zit 'm in de aansluiting van de klant, dat wil zeggen in het eerste stukje van het netwerk.

De klant van het vaste net, of liever zijn huis, zit letterlijk via de draadjes van het aansluitnet aan een telefooncentrale vast (zgn. nummercentrale). Het spraaksignaal wordt op analoge manier (d.m.v. elektrische trillingen) overgedragen¹.

De klant van het mobiele netwerk heeft een persoonlijke aansluiting; de klantgegevens zitten in het chipje (de SIM) dat bij aankoop in zijn toestel wordt gelegd. Een landelijk dekkend zender-

* Met dank aan Hans Noordhoek, KPN Opleidingen.

¹ De werking van gewone, vaste telefonie wordt meer uitvoerig uitgelegd in het openingsartikel van deze Studiebladspecial.



▲ Foto 1

/ontvangerpark verzorgt de communicatie met de klant. De mobiele beller communiceert dus 'door de lucht' en is niet aan een vaste plaats (c.q. een bepaalde nummercentrale) gebonden. Het spraaksignaal wordt op digitale wijze (13 kbit/s) overgedragen. De GSM-spraakcodec in uw mobieltje maakt dat mogelijk.

De communicatie tussen de verschillende zend-ontvangers van het mobiele netwerk, de zogenaamde basisstations, verloopt over het vaste net. De basisstations zijn dus niet mobiel en zitten met draadjes aan het netwerk vast. Hoe

vreemd het wellicht ook klinkt, betekent dit dat een belangrijk deel van de mobiele gesprekken via het vaste net wordt afgewikkeld.

In dit artikel proberen we op een relatief eenvoudige manier uit te leggen hoe een mobiel telefoongesprek verloopt, hoe het mobiele GSM-netwerk is opgebouwd en wat de verschillen zijn met gewoon telefoneren. Ook leest u wat er allemaal in het binnenste van uw mobiele toestel verborgen zit².

Korte historie

Hoewel de groei van het aantal mobiele bellers met name de laatste vijf jaar enorm is geweest, is mobiel communiceren niet nieuw. Vlak na de tweede wereldoorlog, in 1946, had het Amerikaanse Saint Louis de primeur. Het mobiele systeem dat daar in gebruik werd genomen paste weliswaar in een auto, maar leek verder weinig op de moderne cellulaire systemen die we vandaag gebruiken. Het werkte met radiobuizen, had een beperkt bereik en kon slechts enkele tientallen gebruikers aan.

De uitvinding van de transistor en van geïntegreerde schakelingen maakten het in de decennia daarna mogelijk steeds kleinere toestellen te ontwik-

² Bronnen: KPN Mobile (Agora site), www.howstuffworks.com en de driedelige artikelenreeks 'De toekomst van de autotelefoondienst: GSM het vierde generatie autotelefoonnet' die in 1990 in het Studieblad is verschenen.

³ GSM staat voor Global System for Mobile Communications. Voordat GSM in dienst werd genomen betekenden de letters Groupe Speciale Mobile, genoemd naar de studiegroep die op initiatief van de samenwerkende telecomoperators in Europa de standaard ontwikkelde. De huidige naam is daar dus eigenlijk een commerciële vertaling van.

kelen. Toch duurde het nog tot in de jaren tachtig voordat mobiel bellen echt van de grond kwam. De commerciële introductie van de zogenaamde cellulair-techniek – ontwikkeld door de Bell Labs – luidde de definitieve doorbraak in. Al snel ontstonden overal ter wereld analoge mobiele netwerken, die van deze nieuwe netwerkstructuur gebruik maakten. In grote delen van Europa – ook in ons land – was het Scandinavische NMT populair, terwijl bijvoorbeeld Frankrijk en Italië hun eigen systemen hadden. En... de verschillende mobiele netten werkten niet samen. Geen wonder dus dat er al snel initiatieven ontplooid werden om een nieuwe pan-Europese standaard te ontwikkelen. In het licht van de toenmalige opmars van digitale technologie binnen de telecommunicatiewereld, sprak het eigenlijk voor zich dat het nieuwe mobiele systeem tevens een digitaal systeem zou zijn. Na een standaardisatieperiode van bijna 10 jaar, werd het eerste digitale GSM-systeem in 1991 in gebruik genomen. Ons land volgde in 1994.

Cellenstructuur

Het mobiele netwerk is opgebouwd uit cellen.

Vandaar dat we ook wel spreken van cellulaire communicatie. Iedere cel is min of meer zeshoekig zodat ze – als in een honingraatstructuur – mooi op elkaar aansluiten. In de praktijk overlappen de cellen elkaar gedeeltelijk, zodat je een goede bedekking krijgt.

De kern van een cel wordt gevormd door het basisstation. In een basisstation zit alle apparatuur die nodig is om de communicatie tussen het mobieltje en de dichtstbijzijnde mobiele centrale (MSC) mogelijk te maken. Het zend- en ontvangstbereik van een basisstation (en van het mobieltje zelf) bepaalt de maximale omvang van een cel. In GSM is de maximale afstand tussen een mobieltje en een basisstation gedefinieerd op 30 kilometer. In de praktijk zijn cellen echter vaak veel kleiner. Storende factoren als hoge gebouwen, bergen etc. kunnen meerdere, kleinere cellen noodzakelijk maken. Echter, nog belangrijker voor de omvang van een cel is de hoeveelheid gesprekken die gemiddeld via een basisstation gevoerd moet kunnen worden. Vele kleine cellen zullen in combinatie met een uitgekiend frequentiegebruik de capaciteit van het

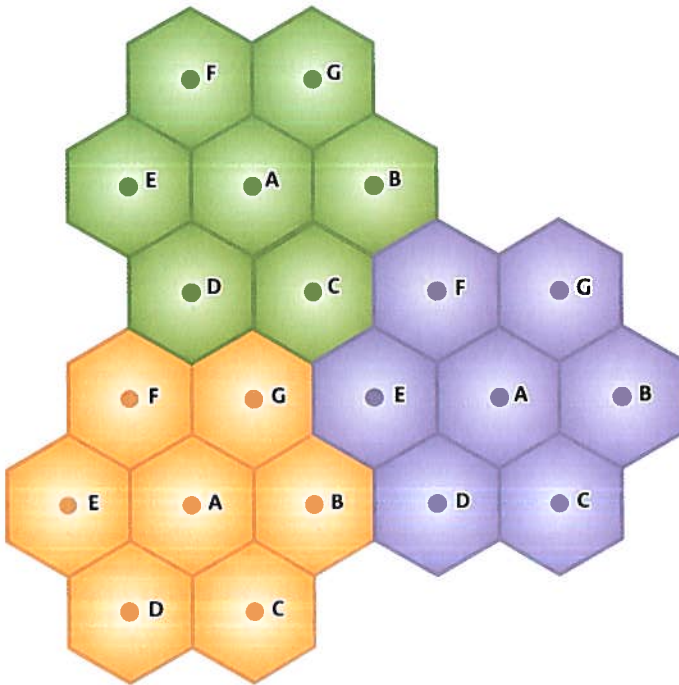
Analoog versus digitaal

Op dit moment belt vrijwel iedereen in ons land via het GSM-netwerk. GSM is een digitaal mobiel telefonienetwerk. Het digitale zit 'm in de manier waarop het spraaksignaal via de ether wordt overgebracht. In oudere mobiele netten, zoals NMT, werd het telefoonverkeer met behulp van analoge (elektronische) trillingen van de ene naar de andere partij verzonden. Door deze analoge techniek kon er slechts een beperkt aantal mensen tegelijk bellen. Daarnaast was het signaal dat ontvangen werd erg storingsgevoelig (ruis).

Digitalisering van het spraaksignaal heeft hierin een grote verandering teweeggebracht. Door de elektronische trillingen te vervangen door het in bits coderen van het spraaksignaal – de 'nullen' en 'enen' die ook in de computerwereld gebruikelijk zijn – ontstonden tal van nieuwe mogelijkheden. Zo is de spraakwaliteit onder ongunstige ontvangsomstandigheden bijvoorbeeld aanzienlijk te verbeteren met behulp van een zogenaamd spraakframe-reconstructiesysteem.

Belangrijk voor de netwerkkoperator is dat de digitale techniek hem in staat stelt om de capaciteit van het netwerk optimaal te benutten. Belangrijk is daarbij met name het zogenaamde DTX-systeem - Discontinuous Transmission System. Dit systeem zorgt ervoor dat het radiotransmissiekanaal alleen gebruikt wordt indien er daadwerkelijk gesproken wordt. Tijdens de spreekpauzes wordt de radiozender automatisch uitgeschakeld. Voor een normale conversatie geldt dat beide gesprekspartners gemiddeld ongeveer 50% van de tijd aan het woord zijn. Gebruik van DTX levert daarmee een potentiële verdubbeling van de systeemcapaciteit op.

Overigens is DTX ook voor de eindgebruiker van groot belang. Er wordt namelijk een grote besparing op het energieverbruik van de mobiele telefoon mee gerealiseerd. Kleinere, lichte batterijen zijn daardoor in GSM mogelijk geworden. De piepkleine hebbedingen waarmee we vandaag op pad gaan, zouden zonder DTX vrijwel ondenkbaar zijn.



◀ Afb. 1

In een zeven-cel patroon worden de beschikbare frequenties verdeeld in zeven-groepen A-G. Een cluster omvat zeven cellen waarin alle frequenties worden gebruikt.

netwerk aanzienlijk doen toenemen. In de grote steden en op filegevoelige plaatsen zullen we daarom veel meer cellen en basisstations aantreffen dan in dunbevolkte gebieden.

Dat de hoeveelheid telefoonverkeer van invloed is op de omvang van de cellen en het aantal basisstations, heeft te maken met het karakter van mobiel bellen. Bij 'bellen door de lucht' ofwel via de radioweg wordt gebruik gemaakt van kanalen of frequenties.

Elke cel maakt gebruik van een aantal radiofrequenties of kanalen. Helaas is het aantal frequenties niet onbeperkt. Het is dus een slimme oplossing om binnen het mobiele netwerk dezelfde frequenties meermalen te benutten, in verschillende cellen. Dit principe van frequentiehergebruik wordt in alle mobiele netten toegepast.

Uiteraard moet daarbij de afstand tussen cellen die dezelfde kanalen gebruiken groot genoeg zijn om niet tot storingen (interferentie) te leiden. Vaak kunnen ze echter enkele cellen verderop alweer gebruikt worden, zoals afbeelding 1 laat zien. Dit is natuurlijk uitermate efficiënt. Sterker nog, zonder deze herhaling van frequenties zouden we in Nederland met het beschikbare frequentiespectrum nooit de huidige 11 miljoen mobiele bellers terwille kunnen zijn.

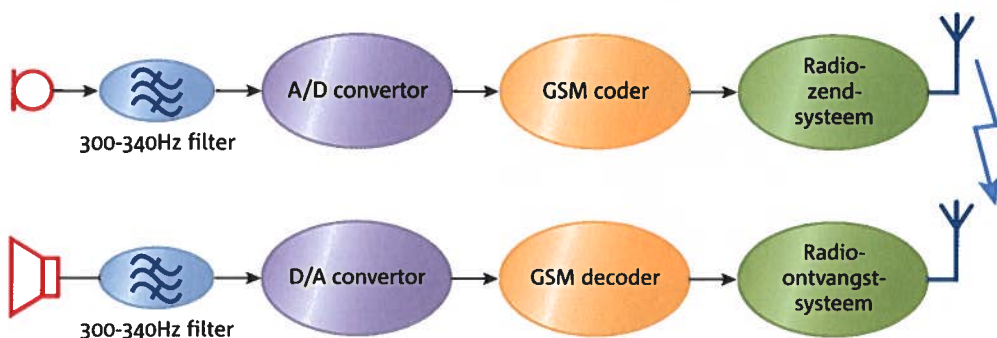
De GSM-spraakcodex

In uw mobieltje zitten net als in uw gewone telefoontoestel een luidspreker en een microfoon. De bandbreedte van het spraaksignaal is in beide netwerken gelijk: 300-3400 Hz. Alhoewel geen hifi-kwaliteit, is deze bandbreedte ruimschoots voldoende om een goed verstaanbaar, natuurlijk aandoend gesprek mogelijk te maken. Een zogenaamd banddoorlaatfilter verzorgt de begrenzing van het signaal. Hierin wijken de gewone telefoon en het mobieltje niet van elkaar af.

De verschillen treden daarna op. In uw mobieltje zal het door de microfoon en banddoorlaatfilter verwerkte spraaksignaal met behulp van de ana-

4 Met een bemonsteringsfrequentie van 8 kHz.

5 Geïnteresseerden in de complexe, achterliggende techniek verwijzen we graag naar Studiebladartikelen uit 1990 (pp. 367-384), 1993 (pp. 67-108) en 2000 (pp. 373-399).



▲ Afb. 2

Blokschema van de GSM-spraakverbinding.

loog-digitaal (A/D-)omzetter gedigitaliseerd worden⁴. De GSM-spraakcoder reduceert deze bitstroom vervolgens tot 13 kbit/s. N.B. Voor het digitale transport van spraak tussen de centrales in het vaste netwerk is dat 64 kbit/s. Zoals afbeelding 2 laat zien wordt het ontvangen spraaksignaal langs de omgekeerde weg – GSM-spraakdecoder, digitaal-analoog (D/A-)omzetter, 300-3400 Hz filter – uiteindelijk via de luidspreker in uw mobieltje weer hoorbaar gemaakt.

De vraag is nu hoe het kan dat de GSM-spraakcodec in staat is het spraaksignaal in slechts 13 kbit/s te coderen. Welnu, daarbij wordt gebruik gemaakt van het gegeven dat zowel de spreker als de luisteraar een mens is. En omdat mensen nu eenmaal bepaalde eigenschappen gemeen hebben, zowel waar het gaat om de productie van spraak als om het beluisteren daarvan, is het mogelijk gebleken bepaalde voorspelbare delen uit het spraaksignaal te verwijderen ten behoeve van een zo efficiënt mogelijk transport. Aan de ontvangstkant zorgt de GSM-spraakcodec ervoor dat het gereduceerde signaal weer tot een beluisterbaar geheel wordt teruggebracht. Testen hebben uitgewezen dat deze techniek zo hoogwaardig is, dat mensen de geluidskwaliteit van GSM hoger beoordelen dan die van zijn analoge voorgangers⁵.

Voor het uitvoeren van de coder- en decoderfuncties zijn ongeveer vier miljoen operaties (!) per seconde nodig. De Digitale Signaal Processor (DSP) in uw mobieltje zorgt daarvoor.

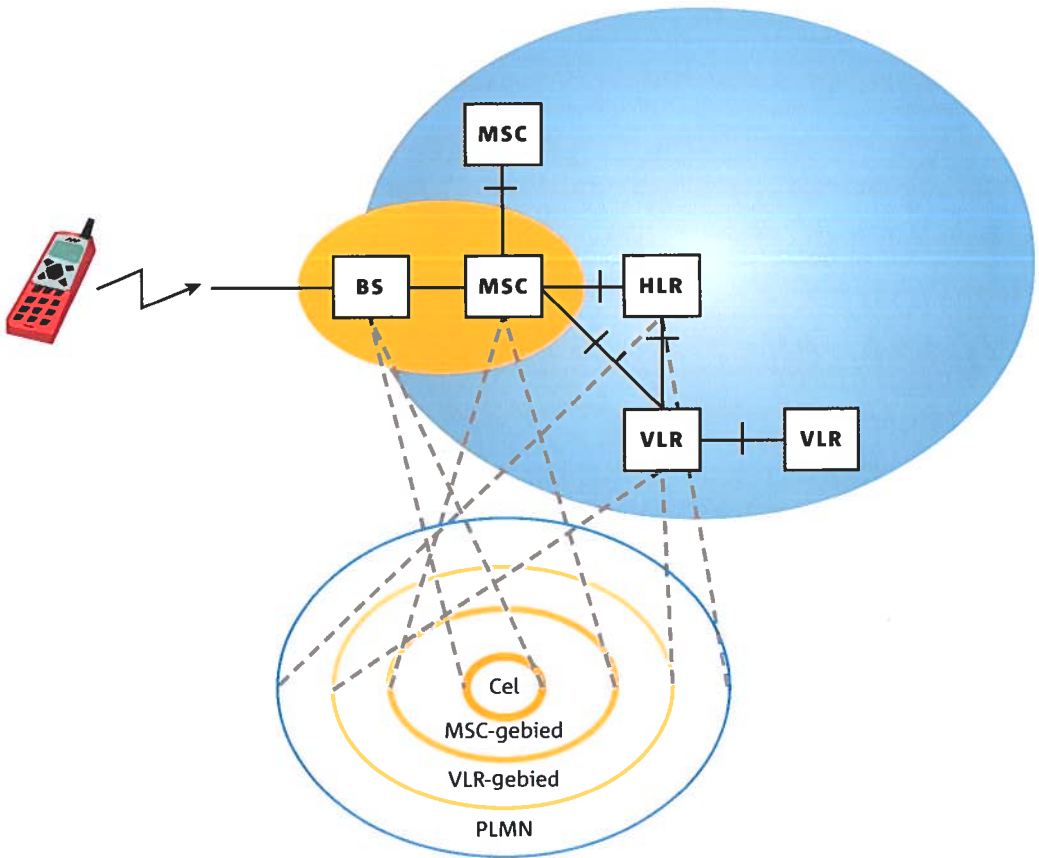
Het mobiele netwerk: architectuur

De diensten in het internationale GSM-systeem worden geleverd door een groot aantal met elkaar samenwerkende Public Land Mobile Networks (PLMN's), die elk een (soms gedeeltelijke) nationale dekking bieden. Binnen één land kunnen meerdere PLMN's naast elkaar bestaan. De situatie in Nederland is hiervan een goed voorbeeld.

Afbeelding 3 geeft schematisch weer hoe de belangrijkste bouwstenen waaruit het netwerk van KPN Mobile is opgebouwd er tezamen voor zorgen dat een landelijk dekkend radionetwerk ontstaat.

Kijken we meer in detail naar de elementen waaruit het GSM-netwerk van KPN is opgebouwd, dan verdienen tenminste negen daarvan een nadere uitleg. Hoe zij er gezamenlijk voor zorgen dat de dienst geleverd kan worden, laat afbeelding 4 zien.

- ♦ De SIM-kaart met de IMSI (International Mobile Subscriber Identity)
 - ♦ Het basisstation
 - ♦ De Base Station Controller (BSC)
 - ♦ Het Mobile Switching Center (MSC)
 - ♦ Het Home Location Register (HLR)
 - ♦ Het Visitor Location Register (VLR)
 - ♦ Het Authentication Register (AUC)
 - ♦ Het Prepaid Platform
 - ♦ Diensten
- **De SIM-kaart.** In het vaste netwerk kun je een willekeurig telefoontoestel in de wandcontactdoos



▲ Afb. 3

Schematische weergave van de architectuur van het GSM-netwerk.

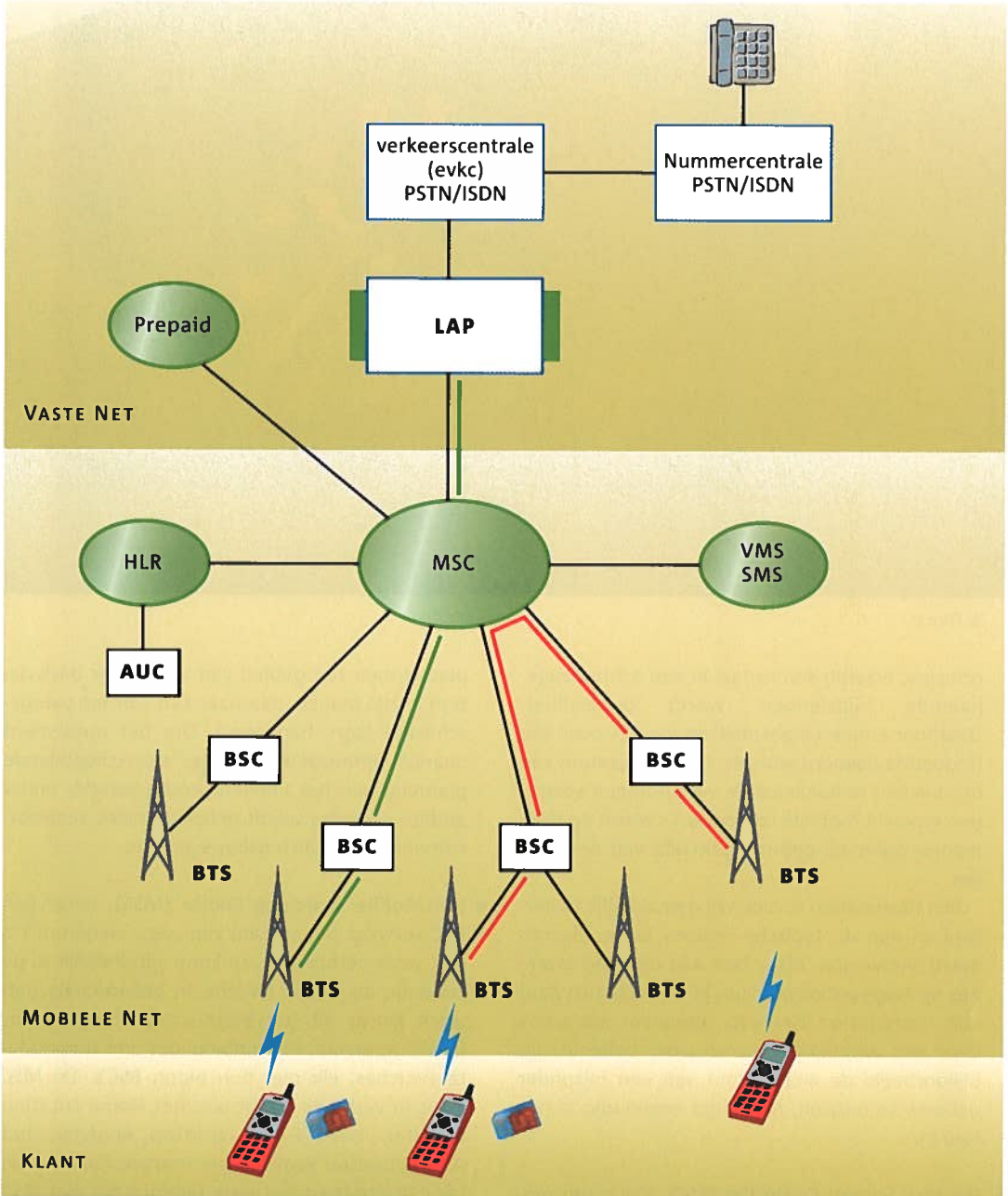
steken en bellen. Vooropgesteld natuurlijk dat die contactdoos compleet met telefoonnummer is aangesloten op het netwerk. Bij mobiel bellen is de contactdoos vervangen door een SIM-kaart, de Subscriber Identification Module. Dit is een plastic kaartje met een chip waarin zich persoonlijke klant- en beveiligingsgegevens bevinden. Deze gegevens dienen voor herkenning en controle bij het bellen op het mobiele netwerk zodat een nummer niet door onbevoegden kan worden gebruikt.

Hoe werkt het? Als u uw mobieltje aanzet, zal het toestel u om uw pincode vragen. Feitelijk betekent dit dat de SIM vaststelt of u het recht heeft om van het betreffende mobiele toestel gebruik te maken. De SIM-kaart identificeert zich vervolgens als uw vertegenwoordiger bij het mobiele netwerk. Een belangrijke rol daarbij speelt de International Mobile Subscriber Identity (IMSI), een uniek 15-cijferig nummer. Met de SIM-

kaart is een volledige scheiding tot stand gebracht tussen de mobiele telefoon en de gebruiker. Wie zijn SIM-kaart in het toestel van een ander of in een nieuw aangeschaft toestel plaatst, houdt de beschikking over zijn eigen gegevens (zoals adresboek en andere applicaties) en belt op eigen kosten.

- **Het basisstation.** In Nederland staan honderden basisstations opgesteld. Een basisstation bevat alle apparatuur om de communicatie tussen een mobiele telefoon en de centrale (MSC) mogelijk te maken. Hij staat als het ware tussen klant en centrale in. Een basisstation is zowel een zender als ontvanger die, door de lucht dus, de verbinding met de klant onderhoudt. Dat zenden en ontvangen gebeurt via een zogenaamd radiokanaal of frequentie, net zoals bij radio of TV.

Een basisstation geeft automatisch aan de mobiele telefooncentrale (MSC) door welke mobiele telefoons zich in zijn gebied bevinden of dat gebied verlaten. Iemand die verbinding heeft met het mobiele netwerk van KPN Mobile, heeft



▲ Afb. 4

Globale opzet van de dienstenlevering in het GSM-netwerk.

van een basisstation dicht in de buurt een (vrij) radiokanaal toegewezen gekregen. Zo'n radioweg kan door elke klant van KPN Mobile, die zich in de buurt van dat basisstation bevindt, worden

gebruikt. Ieder basisstation benut meerdere frequenties, zodat er heel wat klanten tegelijkertijd via één basisstation kunnen bellen. Bovendien kunnen op één frequentie meerdere klanten tegelijk een verbinding met het basisstation hebben. Dat komt door het zogenaamde multiplex-



▲ Foto 2

principe, waarbij één kanaal in een achttal zogenaamde 'tijdsleuven' wordt opgesplitst. Daardoor kunnen 8 gesprekken tegelijk over één frequentie gevoerd worden. Een basisstation kan dus via één radiokanaal de verbindingen verzorgen van acht mobiele telefoons. Er wordt op deze manier optimaal gebruik gemaakt van de kanalen.

Een basisstation is vaak vrij gemakkelijk te herkennen aan de typische masten langs bijvoorbeeld snelwegen. Maar ook aan de GSM-antennes op hoge gebouwen kun je zien dat zich daar een basisstation bevindt. Alhoewel dat soms door een aangepaste constructie, bedoeld om bijvoorbeeld de architectuur van een bijzonder gebouw te ontzien, niet altijd eenvoudig is (zie foto 2).

- **De Base Station Controller (BSC).** Vanaf het moment dat een signaal binnenkomt op het basisstation, wordt het via een vaste verbinding getransporteerd naar een zogenaamde Base Station Controller (BSC). Zo'n BSC bestuurt en controleert alle basisstations die erop zijn aangesloten. Bovendien zorgt de BSC ervoor dat de klant die een verbinding heeft maar zich ver-

plaatst naar het gebied van een ander basisstation in zijn gebied, daarnaar kan worden overgeschakeld (zgn. handover). Om het rendement daarvan optimaal te laten zijn, is een uitgekiende planning van het netwerk nodig waarbij onder andere rekening wordt gehouden met veelvoorkomende verplaatsingsbewegingen.

- **Het Mobile Switching Center (MSC).** Vanaf een BSC vervolgt het signaal zijn weg, wederom via een vaste verbinding, en komt uiteindelijk in de centrale, de switch terecht. In het mobiele netwerk wordt dit het Mobile Switching Center (MSC) genoemd. Het mobiele net omvat meerdere switches, elk met hun eigen BSC's. De MSC staat in verbinding met o.a. het Home Location Register, het Visitor Location Register, het Authentication Register, het Prepaid Platform en last-but-not-least het vaste telefoonnet. Het MSC vormt namelijk de schakel tussen het mobiele netwerk en het vaste telecommunicatienetwerk (telefoonnet/PSTN, ISDN). De MSC is via het zogenaamde Local Access Point (LAP) verbonden met de dichtstbijzijnde verkeerscentrale (evkc) van het vaste net. Het vaste netwerk ziet de mobiele centrales daarbij als lokale of nummercentrale.

■ **Het Home Location Register (HLR).** Het Home Location Register is een computerplatform waarin alle klanten van een centrale zijn geregistreerd met hun (06-) telefoonnummer en SIM-nummer (Subscriber Identification number). Alleen klanten met de juiste combinatie van SIM-nummer en telefoonnummer worden herkend als klant van het mobiele netwerk van KPN Mobile. Alleen dan worden de klantgegevens doorgestuurd naar het Visitor Location Register, het register van de MSC waar de klant op bezoek is. Vaak is dat dezelfde centrale, maar het kan natuurlijk ook een andere centrale zijn. Immers de klant is mobiel en kan zich overal bevinden, dus ook in het gebied van een andere MSC. Het HLR weet altijd in welke VLR een klant staat geregistreerd.

■ **Het Visitor Location Register (VLR).** Net als het Home Location Register worden ook in het Visitor Location Register klanten geregistreerd. In het Visitor Location Register staan echter alleen de

klanten die zich (tijdelijk) in het gebied van een bepaalde MSC bevinden. Ook klanten van buitenlandse of andere Nederlandse operators kunnen in het VLR geregistreerd staan.

Het mobiele netwerk van KPN Mobile kent veel gelijkenis met de netwerken van andere GSM-operators. Met operators van vele buitenlandse netwerken is afgesproken om elkaars klanten op het netwerk toe te laten. Hiertoe zijn met deze operators zogenaamde roamingovereenkomsten afgesloten. Wanneer een klant van zo'n buitenlandse operator in Nederland is, worden automatisch de gegevens van die klant naar Nederland gekopieerd en in het betreffende VLR geregistreerd. Hetzelfde gebeurt natuurlijk voor de klanten van KPN Mobile die in het buitenland verbleven.

■ **Het Authentication Register (AUC).** Het Authentication Register is de beveiligingscomputer van het netwerk. Hier worden diverse beveiligings-

▼ Foto 3



Het mobieltje

Hoe klein een mobieltje tegenwoordig ook is, het is geen simpel ding. Verre van zelfs. De gemiddelde mobiele telefoon bestaat uit maar liefst 500 tot 700 onderdelen. Chips, speakers, toetsen, stickers, schroefjes, moertjes etc. Om al deze onderdelen foutloos met elkaar te laten samenwerken onderwerpen de toestelleveranciers nieuwe modellen aan ruim 500 verschillende tests. Geen eenvoudige zaak dus. Uiteraard zijn niet alle onderdelen even belangrijk.

▼ Foto 4

Open geschroefd mobieltje en detailopname van de microprocessor.



Halen we een mobieltje uit elkaar dan zien we in ieder geval de volgende essentiële zaken.

- Een SIM-card (Subscriber Identity Module)
- Een printplaat
- Een antenne
- Een LCD-scherm (liquid crystal display)
- Een toetsenpaneel
- Een microfoon
- Een speaker
- Een batterij

Een SIM-card. De SIM-kaart is de sleutel tot mobiel bellen. De informatie op dit intelligente kaartje of chipje zorgt ervoor dat een gebruiker toegang krijgt tot het netwerk. De SIM-kaart bevat het oproepnummer, abonnements- of prepaid gegevens en persoonlijke gegevens, zoals een telefoonboek etc. Zonder SIM-kaart kan niet gebeld worden.

Printplaat. De printplaat is het hart van het toestel. Of eigenlijk, de hersenen. Op deze printplaat bevinden zich verschillende chips. De digitaal/analoog-conversiechip vertaalt het inkomende digitale audiosignaal in een voor ons mensen verstaanbaar analoge signaal, de analoog/digitaal-conversiechip doet het omgekeerde voor uitgaande signalen. De digitale signaal processor (DSP) kan supersnel signalen manipuleren zodat ruis en andere verstoringen wegvallen. De slimme DSP is in staat om miljoenen berekeningen per seconde uit te voeren. Heel belangrijk is ook de microprocessor. Als coördinator van de printplaat is deze in principe verantwoordelijk voor alle functies, zoals de commando en controle signalering met het basisstation, het werken van toetsinformatie naar het display etc. Op de geheugenchips ligt alle informatie over het besturingssysteem van het toestel opgeslagen. Verder vind je op de printplaat onderdeeljes die het elektrische vermogen en de vele honderden FM-kanalen regelen. Tot slot bevat elke printplaat minuscule versterkers die audio signalen van en naar de antenne transporteren en versterken.

controles uitgevoerd, alvorens een klant daadwerkelijk mag bellen. Deze controles vinden plaats wanneer de gebruiker zijn mobiele telefoon aanzet.

■ **Het Prepaid Platform.** Het Prepaid platform maakt deel uit van het vaste netwerk en bevat de functionaliteit voor het Prepaid bellen (Hi-prepay en KPN Mobile Prepay). Dit omvat de registratie van de nummers van kaarthouders en het bijhouden van hun beltegoeden. Voor die laatste functie bevat het Prepaid platform alle benodigde gegevens om voor elke oproep het tarief vast te kunnen stellen.

■ **Diensten.** Naast de gewone gesprekken biedt KPN Mobile aanvullende diensten aan. Deze diensten maken veelal deel uit van de centrale of zijn hieraan afzonderlijk toegevoegd. Enkele voorbeelden van diensten zijn:

- ♦ Doorschakelen, van het ene toestel naar een ander;
- ♦ Voicemail (VMS), altijd bereikbaar met het mobiele antwoordapparaat;
- ♦ Short Message Services (SMS), voor het verzenden van (korte) tekstberichten;

- ♦ Voice Dialing, veilig nummers kiezen met je stem in plaats van met de druktoetsen;
- ♦ EasySwitch, ook tijdens een gesprek bereikbaar dankzij mobiel wisselgesprek;
- ♦ EasyM@il, ontvangen en versturen van e-mail via uw mobieltje. Internet Providers die EasyM@il ondersteunen zijn o.a. Planet Internet, HetNet, Tiscali, Euronet en XS4ALL;
- ♦ Nummerweergave, zien wie er belt;
- ♦ Informatiediensten, optimaal geïnformeerd (nieuws, beursberichten) en telediensten (wekker, memo).

Aanmelden op het netwerk

Voor we gaan bekijken hoe een mobiel gesprek nu precies verloopt, nemen we eerst de aanmeldingsprocedure van de mobiele beller op het netwerk onder de loep. De SIM-kaart speelt hierin een doorslaggevende rol. De kaart bevat daarvoor een geheime sleutel en de IMSI, de International Mobile Subscriber Identity. Dit vijftiencijferige nummer is opgebouwd uit een drietal bestanddelen voor respectievelijk het land (MCC), het netwerk waarvan iemand abonnee is (MNC) en het abonnee-identificatienummer

Internationale primeur: mobiel betalen bij benzinstation

Tanken met je mobieltje. Het kan sinds half oktober bij drie BP-stations. Samen met BP en de Nederlandsche Apparatenfabriek (Nedap) heeft KPN Mobile het Mobile Pay-systeem geïntroduceerd, waarmee benzine via de mobiele telefoon veilig en eenvoudig afgerekend kan worden. In eerste instantie duurt het Mobile Pay-project drie maanden met als belangrijkste doel het verzamelen van ervaringen en feedback van gebruikers.

Het systeem is nu beschikbaar bij BP-stations in Amsterdam, Rotterdam en Rijswijk. Aan de pilot nemen ongeveer 1.500 klanten deel, allen abonneementhouders van KPN Mobile. Deze groep is verdeeld in drie categorieën: houders van een BP Plus Card, houders van een Travel Card en privé rijders. Op basis van hun ervaringen zal onder meer bekeken worden of

het nieuwe betaalsysteem het betaalgemak van de consument vergroot en of het de efficiency op de benzinstations verhoogt. Na evaluatie van de resultaten zullen verdere stappen worden gepland

Hoe werkt Mobile Pay? Zodra de klant bij één van de drie BP-stations aankomt, belt hij vanuit de auto het telefoonnummer dat hij eerder heeft ontvangen. De klant wordt gevraagd het nummer van de pomp en zijn pincode in te toetsen en na controle van de gegevens, wordt de pomp door het systeem vrijgegeven. De klant ziet een groen lampje op de pomp knipperen en weet dat hij kan tanken. Meteen na het tanken kan de klant zijn weg vervolgen. Het verschuldigde bedrag wordt automatisch afgeschreven van het opgegeven rekeningnummer.

< VERVOLG VAN PAGINA 348

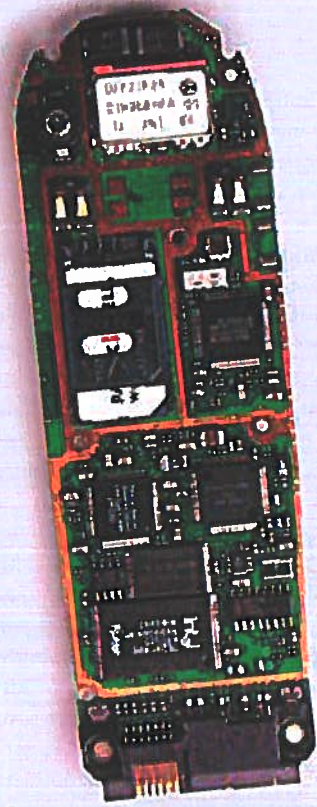
Antenne. De antenne zorgt ervoor dat het spraaksignaal in de ether gezet en ontvangen wordt. Veel moderne mobiele toestellen hebben een ingebouwde antenne.

LCD-scherm. Op het display van de telefoon wordt alle voor de beller noodzakelijke informatie weergegeven, zoals het telefoonnummer van de oproeper, het menu etc. Met het toenemen van het aantal functies van een mobieltje (rekenmachine, spelletjes, afbeeldingen, browsers etc.) is het display de laatste jaren aanzienlijk groter geworden.

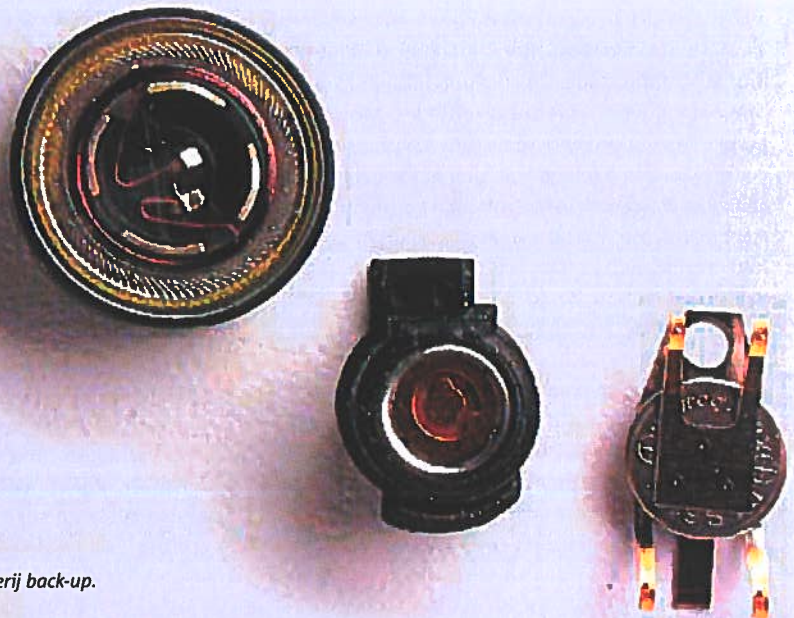
Toetsenpaneel. Het bedieningspaneel van een mobieltje lijkt sterk op dat van een gewone telefoon. Naast cijfers en letters voor het intoetsen van nummers en namen vind je er een navigatietoets, een aan- en uitknop en een opbel/afsluitttoets.

Microfoon/speaker. De microfoon en speaker in een mobieltje zijn zo klein dat het bijna een wonder mag heten dat ze geluid kunnen produceren. Een speaker is niet veel groter dan een kwartje, de microfoon ongeveer even groot als de batterij in een gemiddeld horloge.

Batterij. Ook de batterij is een klein wonderdje van techniek. De tijd dat een toestel werkt buiten de oplader neemt nog steeds toe. ◆



▲ Foto 5
In een mobieltje is het woekeren met de ruimte. Ook de achterzijde van de printplaat (verg. foto 4) is daarom rijkelijk met elektronica bestoken.



► Foto 6
Luidspreker, microfoon en batterij back-up.

(MSIN). Het IMSI-nummer is uniek voor elke kaart en zorgt voor identificatie van de klant. De SIM-kaart 'kent' het 06-nummer van de klant namelijk niet. Pas in het netwerk wordt het SIM-kaartnummer gekoppeld aan dit 06-nummer van de klant. Dit gaat als volgt in zijn werk: als een klant zijn toestel aanzet dan 'leest' het toestel uit de SIM-kaart dat het om een kaart van KPN Mobile gaat en welk IMSI de SIM-kaart heeft. Het toestel zendt dan een signaal uit naar het KPN Mobile-netwerk met daarin de IMSI en het verzoek om zich aan te melden op het netwerk. Het netwerk herkent de IMSI en controleert of de klant het netwerk op mag (bijv. of het abonnement niet geblokkeerd is) en verstuurt een 'challenge'-bericht. Als het challenge bericht op het toestel binnenkomt, zal aan de SIM-kaart om het juiste antwoord gevraagd worden. De SIM-kaart berekent het antwoord met de geheime sleutel. Het toestel verzendt het antwoord aan het netwerk. Als het antwoord klopt dan is de klant aangemeld op het netwerk en kan hij bellen en gebeld worden.

Een mobiel gesprek

Iemand besluit een collega te bellen. Beiden zijn abonnee van KPN Mobile. Laten we dit mobiele gesprek eens volgen.

De beller toetst het nummer van zijn collega in of roept dit op uit het geheugen van zijn mobieltje en drukt vervolgens op de zendtoets. Een nabijgelegen basisstation ontvangt het signaal en wijst aan de klant een frequentie toe. Als de ontvanger zijn mobieltje aan heeft staan, zal zijn

toestel met korte tussenpozen steeds zijn positie doorgeven aan het netwerk. Deze positie staat geregistreerd in het VLR. Het netwerk weet dus in welk gebied de ontvanger zich bevindt en zendt, via de basisstations in dat gebied, een oproepsignaal uit. Wanneer de ontvanger de oproep beantwoordt, wordt ook voor deze klant op een nabijgelegen basisstation een frequentie toegewezen. Beide klanten kunnen nu een gesprek voeren.

Voor klanten die Prepaid bellen gaat de gesprekaanvraag vanuit de mobiele centrale (MSC) altijd eerst naar het Prepaid Platform en weer terug. Immers daar vindt voor Prepaid-gebruikers de controle en tarifiering plaats en wordt het beltegoed bijgehouden.

Van cel naar cel

Te allen tijde is dus bekend waar een mobiele gebruiker zich bevindt. Maar wat gebeurt er nu als een mobiele beller onderweg is en van cel naar cel zwerft? Basisstations weten van elkaar welke basisstations er in de buurt staan oftewel wat hun burens zijn. Op het moment dat één van beide klanten buiten het bereik van het basisstation dreigt te komen waarmee hij een verbinding heeft, ontvangen de buurbasisstations een signaal. Gecontroleerd wordt dan op welk basisstation het ontvangstsignaal het sterkst is. Op dat basisstation wordt dan een nieuwe frequentie toegewezen en het gesprek wordt automatisch overgezet naar dat radiokanaal. Beide klanten kunnen ongestoord met elkaar blijven bellen. Ze merken er niet eens iets van.

Beveiliging

Om de privacy van de GSM-gebruiker te beschermen wordt zijn/haar identiteit (in de vorm van de IMSI) steeds vertrouwelijk behandeld. Dit komt erop neer dat de IMSI overal waar dat mogelijk is, door een tijdelijk nummer vervangen wordt. Dit zogenaamde TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) bestaat uit een kort nummer dat alleen voor een beperkte periode en in een beperkt gebied (een cel) geldig is. Tevens wordt ter bescherming van de privacy de communicatie over

het radiopad gecijferd. Dit geldt zowel voor de gebruikersdata (gespreksinhoud) als voor de signaleringsdata.

Door deze veiligheidsvoorzieningen is het voor derden vrijwel onmogelijk om op illegale wijze van het netwerk gebruik te maken of om gebruikers te 'tracen'. Ook is het in GSM nagenoeg onmogelijk om gesprekken tussen de abonnees af te luisteren.



▲ Foto 7

Dit overdragen van het gesprek van het ene naar het andere station wordt in technische termen een 'handover' genoemd. Voor basisstations die op dezelfde BSC zijn aangesloten, wordt een handover geregeld door de BSC. Maar er kunnen natuurlijk ook handovers plaatsvinden tussen de basisstations van verschillende BSC's of MSC's.

Kwaliteit

Een basisstation zendt tijdens het gesprek continu een onhoorbare toon naar de mobiele telefoon die deze terugzendt. Het basisstation meet de terugontvangen toon. Aan de hand van deze meting bewaakt het basisstation continu de

gesprekskwaliteit van een verbinding. Ook de signaalsterkte wordt voortdurend door het basisstation bewaakt.

Komt één van beide onder een bepaald kwaliteitsniveau, dan meldt het basisstation dit aan de mobiele telefooncentrale. De centrale voert dan een signaalsterktemeting uit op zowel het 'eigen' basisstation van de beller als op de omliggende basisstations. Indien op een aangrenzend basisstation een hogere signaalsterkte wordt gemeten, zal het gesprek via een handover naar dat basisstation worden overgezet. Hierdoor wordt ten eerste een optimale verbindingkwaliteit gerealiseerd en ten tweede voorkomen dat het gesprek voortijdig zou worden beëindigd.



Bellen naar een andere operator

Een gesprek kan natuurlijk ook plaatsvinden met een klant van een andere operator: het vaste netwerk, een andere mobiele operator in Nederland of een buitenlandse operator. Alle operators herkennen aan de hand van het telefoonnummer voor welke operator een gesprek bestemd is. Belt een mobiele klant dus een klant van het vaste netwerk, dan herkent het mobiele netwerk het ingetoetste nummer als een nummer van het vaste net. Het gesprek wordt dan door de centrale, via een lokaal toegangspunt (Local Access Point of LAP) in dat gebied, aangeboden aan een verkeerscentrale van het vaste netwerk. Hierna wordt de verbinding via centrales van het vaste netwerk doorgeschakeld naar de eindcentrale waarop het nummer van de ontvanger is aangesloten. Alle gesprekken naar buitenlandse bestemmingen worden doorgeschakeld naar de internationale telefooncentrale die weer in verbinding staat met de buitenlandse operators.

De operators hebben onderling afspraken gemaakt over de verrekening van het gebruik van elkaars netwerken (access fees). We noemen dit roaming. De centrales houden hiervan een nauwlettende administratie bij. Klanten merken hier niets van, zij zien hun gesprekskosten gewoon terug op hun eigen mobiele telefoonnota.

Gesprekskosten

Een beller weet vaak niet waar de mobiele gebruiker zich bevindt. Het lijkt daarom niet eerlijk om de opbeller voor alle kosten van het telefoongesprek te laten opdraaien. De mobiele gebruiker kan zich wel ver weg in het buitenland bevinden.

Eerlijker is dat de mobiele gebruiker de kosten van het zwerven voor zijn rekening neemt. Dat gebeurt in de praktijk dan ook. De kostenverrekening is aangepast aan het feit dat een mobiele gebruiker zich op allerlei plaatsen kan bevinden. Klanten merken hier niets van, zij zien hun gesprekskosten gewoon terug op hun eigen mobiele telefoonnota.

Als een mobiele gebruiker iemand belt op het vaste net, zijn de kosten geheel voor rekening van

De totale dienstverlening aan de klant wordt bewaakt door het Dienstbewakingscentrum (DBC). Met behulp van het systeem NEMIS controleert het DBC 24 uur per dag het GSM-netwerk. Problemen in de dienstverlening van het netwerk verschijnen direct op een Vidiwall. DBC coördineert vervolgens het verhelpen van de storingen en zorgt ervoor dat de Klantenservice Mobile Communicatie (KMC) en andere belanghebbenden op de hoogte zijn. Ook klantreacties van technische aard worden hier behandeld of voor nadere analyse aan gespecialiseerde netwerkkanalisten overgedragen.

de mobiele beller. Indien een vaste net-gebruiker een Nederlands mobiel telefoonnummer belt, dan zijn de kosten binnen Nederland voor de vaste net-gebruiker. Bevindt de mobiele gebruiker zich in het buitenland dan komen de kosten vanaf Nederland naar het mobiele toestel voor rekening van de mobiele gebruiker.

Bouw en beheer van het netwerk

- **Ontwerpen.** KPN Mobile en andere operators hebben een beperkt aantal kanalen (frequenties) ter beschikking. Om toch miljoenen klanten van dat beperkte aantal frequenties gebruik te kunnen laten maken, wordt een zelfde frequentie steeds opnieuw, in een ander gebied, gebruikt. Deze frequentie-herhaling kan echter niet worden toegepast in gebieden die dicht naast elkaar liggen. Twee dezelfde of twee dicht bij elkaar liggende frequenties zouden elkaar dan kunnen storen, interfereren zoals dat heet.

Dat er zoveel klanten tegelijk kunnen bellen is een kwestie van passen en meten. Dit stelt zware eisen aan:

- ♦ Het toewijzen van de frequenties en wel zodanig dat interferentie tussen gelijke of naastliggende frequenties wordt voorkomen;
- ♦ De hoogte waarop de antenne wordt geplaatst en de richting waarin die antenne straalt en waarheen dus die frequenties worden uitgezonden (Noord, Oost, Zuid of West);
- ♦ De sterkte van het radiosignaal, te vergelijken met de volumeregelaar van radio of TV.

De hoogte en richting van de antenne en de sterkte van het radiosignaal bepalen in sterke mate het gebied dat door een basisstation kan worden bereikt oftewel het stukje Nederland dat een basisstation 'bedekt'. Voor het enorme aantal gesprekken beschikt KPN's mobiele netwerk over zeer vele basisstations en afhankelijk van de capaciteitsbehoefte wordt dit aantal verder uitgebreid.

- **Bouwen.** Het bouwen van een GSM-radionetwerk is een ingewikkelde zaak. Eerst moet worden gezocht naar de goede plek voor een basisstation en een opstelpunt voor de antenne. Dit kan een

bestaand gebouw zijn, maar vaak wordt er ook een nieuw gebouw(tje) voor neergezet. Is de goede plek eenmaal gevonden, dan onderhandelt de afdeling Acquisitie Bouw Mobiel (ABM) van KPN Mobile vervolgens met eigenaren en gemeenten waarna de wederzijdse verplichtingen in een contract worden vastgelegd. Ook voor het verkrijgen van een bouwvergunning (denk aan de antennemast) wordt met de betrokken gemeente overleg gevoerd. Het verwerven van een opstelpunt kan door de benodigde vergunningen soms best wel lang duren.

Wanneer een opstelpunt is verworven, kan met het daadwerkelijke bouwen worden begonnen. De uit te voeren werkzaamheden omvatten onder andere:

- het bouwen van een nieuw huisje of het geschikt maken van een bestaande ruimte;
- het aanbrengen van de stroomvoorziening;
- het plaatsen van de antennemast en de antennes;
- het installeren van de radioapparatuur;
- het aanleggen van de telecommunicatiekabel naar de BSC enz.

- **Beheren.** Nadat een basisstation werkend is klaargezet, moet het natuurlijk uitgebreid getest worden. Gecontroleerd moet worden of alles correct is uitgevoerd en of alles naar behoren werkt. Vervolgens moeten alle technische gegevens van het basisstation ingevoerd zijn. Denk aan de frequenties, vermogens, relaties met buurbasisstations enzovoort.

Het basisstation staat nu gereed om in dienst te worden gesteld. Meestal gebeurt dat periodiek met een aantal tegelijk. Dit om eventuele overlast tot een minimum te beperken. Als ze eenmaal werken worden de centrales, basisstations en de andere elementen in het mobiele netwerk voortdurend preventief en correctief onderhouden. Met behulp van metingen uit de centrales en metingen 'uit 't veld' worden daarnaast constant de werking, de capaciteit en de kwaliteit van het radionet en de antennes getoetst aan de gestelde eisen. Problemen worden hier geanalyseerd en opgelost. Alles met het doel de kwaliteit van het netwerk steeds verder te optimaliseren.

Stel, tijdens een gesprek treedt er een storing op. Of het toestel geeft aan dat er in het gebied waar-



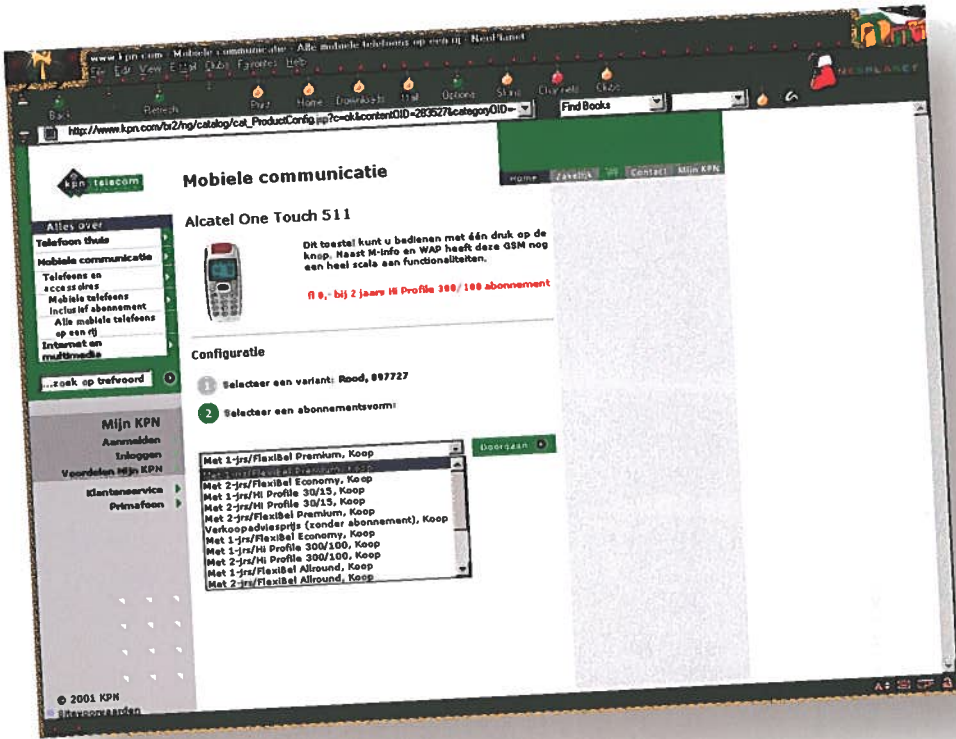
▲ Foto 8

in de beller zich bevindt geen bedekking is. Voordat de storing gemeld wordt heeft KPN Mobile waarschijnlijk zelf al ontdekt dat er iets mis is. De totale dienstverlening wordt namelijk 24 uur per dag bewaakt door het Dienstbewakingscentrum (DBC).

Daarnaast worden het radionet en de centrale inrichtingen steeds op hun onderlinge samenwerking gecontroleerd en bijgesteld door gespecialiseerde analisten van Netwerkmanagement.

Met behulp van metingen uit de centrales en metingen 'uit 't veld' worden voortdurend de werking, de capaciteit en de kwaliteit van zowel het radionet als de centrale inrichtingen getoetst aan de gestelde eisen. Alles met het doel de kwaliteit van het netwerk steeds verder te optimaliseren. En of dat nog niet genoeg is, zijn er nog de Regionale Coördinatie Centra Mobiel (RCCM) en het Landelijk Coördinatie Centrum Mobiel Centrale Inrichtingen (LCCM-CI), die verantwoordelijk zijn voor het eerstelijns (preventief) en





▲ Afb. 5
www.kpn.com

tweedelijns (correctief) onderhoud van de netwerkelementen (basisstations en centrales).

Een toestel kopen

Wie mobiel wil kunnen bellen, moet allereerst op zoek naar een toestel en beslissen of hij prepaid wil bellen of via een abonnement. Wie op zoek is naar een nieuw toestel of abonnement kan natuurlijk naar Primafoon of zijn KPN Business Center gaan. Of een keuze maken en bestelling doen via www.kpn.com.

Klanten kunnen echter ook terecht bij een van de service providers van KPN Mobile of een andere operator. Bij de start van het GSM-netwerk in juni 1994 is voor dit vernieuwende distributieconcept gekozen. Een service provider is een soort 'tour-


operator' op het gebied van mobiele communicatie. Zoals een touroperator vakanties verkoopt met bijbehorende vliegpreis, excursies en verzekeringen, zo verkoopt de service provider mobiele telefoonaansluitingen met bijbehorende telefoon, abonnement of telefoonkaart, diensten, verzekering enzovoort. Zo'n totaalpakket wordt dan als één product aangeboden aan de klant. In ruil voor deze dienstverlening ontvangt de service provider korting op de omzet en voor elke nieuwe klant een bonus.

Klanten van een service provider zijn, formeel gezien, klant van die service provider en niet van een mobiele operator zoals KPN Mobile. De service provider is op zijn beurt weer formele klant van de mobiele operator.





Satelliet- communicatie: van positie- bepaling tot razendsnel internetten



Sinds de eerste zwaarlijvige autotelefoon haar intrede deed, heeft mobiele communicatie een geweldige vlucht genomen.

Bovendien worden de hippe mobieltjes van vandaag binnen afzienbare tijd nog eens uitgebreid met beeldschermjes waarop videoclipps, je zieke collega of een ver familielid te zien zullen zijn. Tenminste, voor zover zij zich in dat deel van de wereld bevinden waar dekking van cellulaire mobiele netwerken aanwezig is. En dat is slechts op 20 tot 30 % van het aardoppervlak. Om op de resterende 70-80% draadloos te kunnen communiceren (draadgebonden is vaak evenmin mogelijk), moet de satelliet worden ingeschakeld. Door hun hoge positie ten opzichte van de aarde hebben satellieten een enorm bereik en een vrijwel onbeperkt scala aan toepassingsmogelijkheden.

Martin Franke
Ysbrand van der Veen

Sinds de lancering van de eerste satelliet – de Russische Sputnik – is er op het gebied van satellietcommunicatie veel veranderd. Kon de Sputnik niet veel meer dan een rondje om de aarde vliegen, de huidige satellieten bieden tal van mogelijkheden. Denk eens aan de talloze schepen en vliegtuigen die voor hun communicatie zijn aangewezen op de satelliet of aan de mogelijkheden voor het volgen en beheren van een omvangrijk wagenpark. Aan dit spectrum van diensten werd een aantal jaren geleden satelliettelefoon via handhelds toegevoegd. Tel daarbij nog eens de mogelijkheid om via de satelliet te internetten en het zal duidelijk zijn dat satellietcommunicatie letterlijk en figuurlijk een enorme vlucht heeft genomen. In dit artikel zullen de verschillende aspecten van satellietcommunicatie op rij worden gezet. ‘Wat is een satelliet?’, ‘Wat is er mee



▲ Foto 1

Satellietcommunicatie: bereikbaarheid te land, ter zee en in de lucht.

mogelijk?' en 'Wat wordt ermee gedaan?', zijn enkele van de vragen die in dit artikel worden behandeld. Daarbij zullen uiteraard de verschillende satellietprogramma's en hun bijzondere toepassing de revue passeren.

Toepassingsmogelijkheden

Nog niet eens zo lang gelden golden satellieten als exotische objecten, die een belangrijke militaire functie vervulden of werden ingezet voor spionagedoeleinden.

Tegenwoordig vormen de satellieten een min of meer vertrouwd onderdeel van ons dagelijks leven. Denk bijvoorbeeld eens aan de weersvoorspellingen of aan de buitenlandse verslaggever tijdens het journaal. De weersverwachtingen zijn gebaseerd op informatie die afkomstig is van meteorologische satellieten, terwijl het verslag van de buitenlandse reporter tot ons wordt gebracht via communicatiesatellieten. Ook voor veel andere, dagelijkse zaken speelt de satelliet een belangrijke rol. Zo zijn kranten en bladen voor een deel van hun informatie afhankelijk van de nieuwsdistributie via satellieten. Daarnaast is een steeds groter aantal automobilisten voor het vinden van een bepaalde locatie afhankelijk van het kastje op het dashboard dat als wegwijzer dient. Ook hiervoor wordt gebruik gemaakt van satellieten in de vorm van GPS, Global Positioning System.

¹ De lancering hiervan vond plaats op 4 oktober 1957.

De belangrijkste toepassingsgebieden van satellietcommunicatie kunnen worden samengevat in een aantal hoofdgroepen:

- noodhulpverlening
- televisiedistributie
- nieuwsdistributie
- scheepvaart
- multinationale ondernemingen
- vredesoperaties
- transport en vervoer
- olie- en gaswinning
- internetaanbieders en -gebruikers

Wat is een satelliet

Een satelliet is feitelijk niet meer dan een object dat in een cirkelvormige of elliptische baan om de aarde cirkelt. De meest voor de hand liggende satelliet is daarmee de maan. In dit artikel richten we ons echter op satellieten die door mensen in een baan om de aarde zijn gebracht. Kunstmatige satellieten dus, die veel dichterbij zijn dan de maan. Dergelijke kunstwerkjes van techniek zijn in het algemeen unieke objecten, die voor een speciaal doel worden ontwikkeld. Naast deze satellieten kan ook de grote hoeveelheid 'ruimteafval' als satelliet worden beschouwd. Hierbij valt te denken aan oude satellieten, waarvan de energievoorziening op is of aan raketten die ooit dienst deden om satellieten in een baan om de

aarde te brengen. Maar liefst meer dan 20.000 stuks van dit ruimteafval draait om onze planeet.

Zoals gezegd, was de Sputnik de eerste echte satelliet die door de mens in een baan om de aarde werd gebracht¹. Slechts 92 dagen na de lancering viel de Sputnik ten prooi aan de zwaartekracht om vervolgens in de dampkring te verbranden. De eerste echte experimenten met communicatie via satellieten vonden plaats na de lancering van de satelliet SCORE (Signal Communications Orbit Relay Experiment), een project van de Amerikaanse Luchtmacht. Gedurende de eerste experimentele fase bevonden de toen gebruikte satellieten zich in omloopbanen op een hoogte tot enkele duizenden kilometers boven de aarde. In deze lage banen is de omlooptijd 100 à 200 minuten, zodat een satelliet slechts gedurende korte perioden (circa 20 minuten per omloop) zichtbaar was vanuit beide grondstations waarover verbindingen werden gerealiseerd.



Satellieten in de strijd tegen terrorisme

Satellieten worden ook tegenwoordig nog op grote schaal ingezet voor militaire doeleinden en spionage. Eén van de bekendste voorbeelden hiervan is het veelbesproken project Echelon. Echelon is een verzameling van spionagenetwerken van de Amerikaanse NSA (National Security Agency), waarmee telefoon-, fax- en e-mailverkeer wordt afgetapt. De strijd tegen het terrorisme wordt hiervoor als reden gegeven. De NSA beschikt over een uitgebreid satellietnetwerk met grondstations in de Verenigde Staten, Groot-Brittannië en Australië. Met het netwerk wordt alle communicatie van satellieten boven de Atlantische Oceaan onderschept. Daar komt nog bij dat de veiligheidsdienst

directe toegang heeft tot het backbonenetwerk van grote internetgerelateerde bedrijven zoals Pacific Bell en MCI. Om profielen van mensen en bedrijven te kunnen maken, maakt de NSA gebruik van een techniek die kijkt naar de onderwerpen waar mensen of bedrijven zich mee bezig houden.

Het patent op deze praktijk is niet meer alleen van de Amerikanen. Ook de Britten zijn druk bezig met de NCIS (National Criminal Intelligence Service), dat de bevoegdheid heeft om al het dataverkeer te controleren en de gegevens zeven jaar lang in databases op te slaan.

Global Positioning System

Een Global Positioning System (GPS) bestaat uit een stel van 24 satellieten dat zich op een afstand tussen de 9.500 en 19.500 km van de aarde bevindt. Via het satellietstelsel kan iedereen die in het bezit is van een GPS-ontvanger exact zijn positie bepalen (lengte- en breedtegraad en hoogte). Zo'n ontvanger komen we tegen aan boord van schepen, in vliegtuigen en auto's en sinds kort ook in de binnenzak van een colbert.

Voorbeeld: Plaatsbepaling met behulp van een GPS-satellietsysteem is gebaseerd op een wiskundige driepuntsberekening. Stel dat iemand zich afvraagt waar hij precies is, en een voorbijganger vraagt waar hij zich bevindt. Deze antwoordt met de mededeling dat de persoon 200 kilometer van Utrecht verwijderd is. Daarmee kan hij zich in een groot deel van Nederland bevinden. Met behulp van een cirkel met een straal van 60 km rondom Utrecht is de mogelijke locatie duidelijk. Dezelfde persoon vraagt nogmaals de weg, maar nu aan iemand anders die hem vertelt dat hij 100 km van Amsterdam is verwijderd. Door deze gegevens te combineren, wordt het mogelijke gebied waar de persoon zich bevindt al weer wat kleiner. Een derde voorbijganger vertelt vervolgens dat de zoekende zich 100 km van Rotterdam bevindt. Met deze drie wijsheden kan de exacte positie worden bepaald. De persoon bevindt zich in Balgoy.

Driepuntsmeting is een wiskundig principe waarmee een locatie kan worden bepaald. Voorwaarde is dat de

afstand tot de locatie bekend is. De tweedimensionale weergaven uit ons voorbeeld gelden ook voor driedimensionale toepassingen. Het enige verschil is dat hierbij niet gewerkt wordt met drie cirkels maar met vier bollen. De GPS-ontvanger zoekt daarbij vier (of meer) GPS-satellieten en bepaalt de afstand tot elk hiervan. Met deze informatie kan de ontvanger de exacte locatie en hoogte berekenen. Indien de ontvanger slechts drie satellieten kan vinden, zal hij een 'hulpbol' in de vorm van de aarde gebruiken om de plaatsinformatie te bepalen. Hoogteberekening is in dat geval echter niet mogelijk.

Om de afstand tussen satelliet en ontvanger te kunnen bepalen, zenden de satellieten radiosignalen uit. De GPS-ontvanger meet de hoeveelheid tijd die het signaal nodig heeft om van de satelliet tot de ontvanger te komen. Gegeven het feit dat radiosignalen zich met een bepaalde snelheid voortbewegen, kan op basis van de 'reistijd' van de signalen de afstand tot de satelliet worden bepaald. Met vier van deze gegevens is de plaatsbepaling compleet.

Het vinden van de satellieten en het berekenen van de reistijd van de radiosignalen zijn complexe processen, die desondanks in een klein apparaatje kunnen worden uitgevoerd. Om het voor de gebruiker nog eenvoudiger te maken, combineren veel van de ontvangers de berekende gegevens met geografische informatie in de vorm van een landkaartje. Op die manier is in één oogopslag duidelijk waar men zich bevindt. ◆

▼ *Afb. 2 GPS-satelliet (Boeing).*



Het tijdperk van de commerciële communicatie-satellieten werd ingeluid met de lancering van de Telstar-1 in 1962. Deze actieve satelliet leende zich voor gelijktijdige overdracht van 60 telefoon-gesprekken of 1 televisiekanaal. Bij de proeven met de Telstar-1 waren grondstations in Andover (Amerika), Goonhilly (Engeland) en Pleumeur Bodou (Frankrijk) betrokken. Ook de Telstar-1 bevond zich in een lage baan om de aarde en was daardoor commercieel maar beperkt bruikbaar. De verbindingen werden immers verbroken op het moment dat de satelliet weer achter de hori-

zon verdween (verg. filmpje 1). De eerste échte commerciële communicatiesatelliet deed op 6 april 1965 haar intrede. Op die datum werd de 'Early Bird' gelanceerd door het inmiddels opgerichte International Telecommunications Satellite Consortium Intelsat. Deze 'vroeg vogel' kwam in een geostationaire baan boven de Atlantische Oceaan te staan, waardoor het eindelijk mogelijk was om via een satelliet verbindingen te vormen die 24 uur per dag beschikbaar bleven.

Sinds de lancering van de Intelsat-1, heeft de ont-

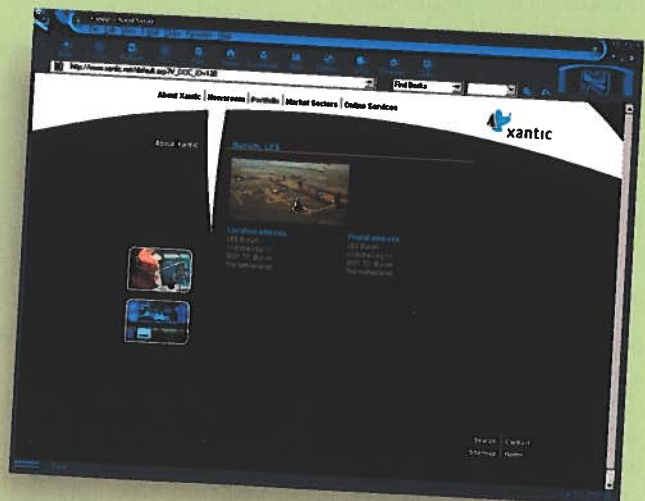
Xantic

Sinds maart 2001 gaat het voormalige Station 12 verder onder een nieuwe naam: Xantic. Het bedrijf is wereldwijd actief op het gebied van communicatie, content, applicaties en transacties via satellieten. Xantic omvat naast het voormalige Station 12 ook SpecTec, Telstra en KPN Broadcast. Een unieke combinatie die als wereldmarktleider geldt op het gebied van satellietdienstverlening. De satelliet wordt daarbij als middel ingezet om klanten in staat te stellen om hun bedrijfsactiviteiten optimaal uit te voeren.

Via grondstations in Burum en Perth (Australië) wordt een wereldwijde dekking gegarandeerd. De oplossingen van Xantic richten zich op:

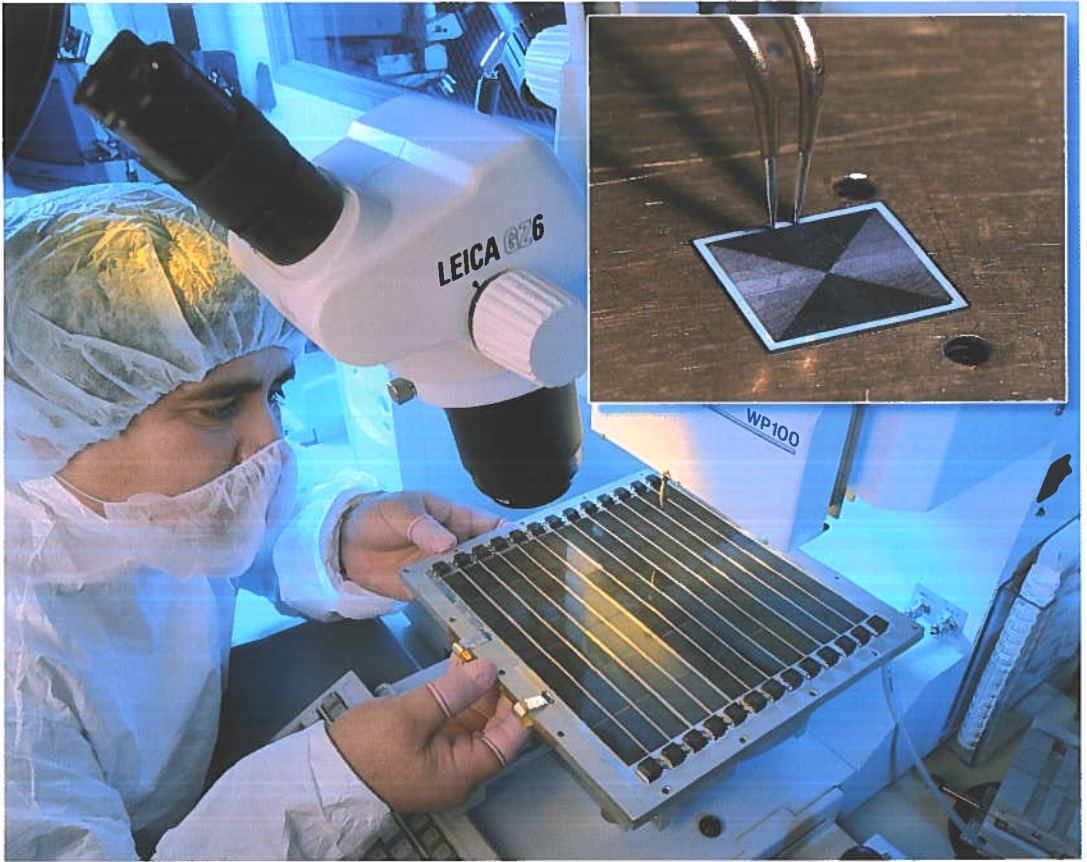
- maritieme communicatie (telefonie-, fax-, telex- en datadiensten, e-mail en internettoegang, toegevoegde waardediensten, AMOS scheepsmanagementssoftware)
- landmobiele communicatie (telefonie-, fax- en datadiensten, e-mail en internettoegang, bijzondere applicaties)
- breedbandcommunicatie

- (televisie- en radio)distributienetwerken (capaciteit en uplinks voor radio- en televisiebedrijven)
- backbone dienstverlening (rechtstreekse internettoegang naar ISPs via de satelliet, backbonefaciliteiten voor telecombedrijven)
- privé-netwerken (VSAT-netwerken voor vredes- en hulpverleningsoperaties en voor de overheid)
- verzorging van content (punt-multipunt distributie van multimediatekstbestanden, IP Streaming, filedistributie)
- hogesnelheid internettoegang (internettoegang in afgelegen of niet-bedeekte gebieden waar kabel- of DSL-oplossingen niet voorhanden zijn)



► Afb. 3

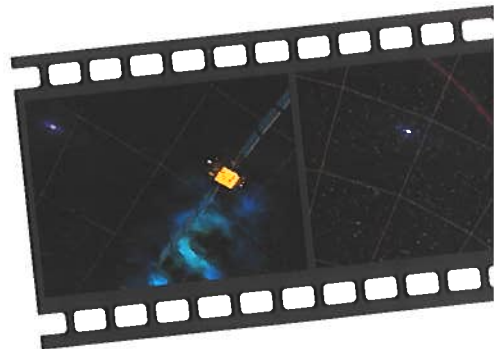
De website van Xantic (www.xantic.net)



▲ Foto 2

Productie van zonnepanelen (Boeing).

wikkeling van satellietcommunicatie een enorme vlucht genomen, waarbij de lange-afstandstelefoongesprekken en televisie-uitzendingen (broadcast-satellietverkeer) nog steeds de belangrijkste toepassingen zijn op het gebied van telecommunicatie.



² Deze telescoop dankt haar naam aan de Amerikaanse astronoom Edwin Hubble. Zijn observaties van variabele sterren in verre sterrenstelsels bevestigden het vermoeden dat het heelal zich langzaam uitbreidt en ondersteunt de Big Bang-theorie. Meer informatie over de telescoop kan worden gevonden op de Hubblesite (<http://hubble.stsci.edu/>).

³ Geos=aarde

De gemiddelde satelliet van tegenwoordig is in tal van smaken leverbaar. Afhankelijk van het gebruik beschikken de satellieten over meer of minder apparatuur. Moest de Sputnik het nog doen met niet meer dan een thermometer, een batterij, radiozendapparatuur en brandstof, de

huidige satelliet is aanzienlijk rijker bedeed. Zo zijn weersatellieten onder meer voorzien van camera's waarmee meteorologische foto's kunnen worden verzonden. Communicatiesatellieten die worden gebruikt voor telefonie beschikken over honderden of soms wel duizenden transponders. Deze apparaatjes functioneren als een radio die een telefoongesprek op een bepaalde frequentie ontvangt, dit vervolgens versterkt en daarna weer op een andere frequentie terugstuurt naar de aarde.

Satellieten voor wetenschappelijk gebruik zijn veelal voorzien van bijzondere apparatuur. Het meest tot de verbeelding sprekende voorbeeld is de Hubble ruimtetelescoop, waarmee een deel van het heelal wordt geobserveerd². Satellieten voor militaire doeleinden zijn door de aard van hun toepassing veelal het rijkst bedeed. Om dezelfde reden is over de apparatuur aan boord ook het minste bekend. High-tech elektronica en video-opname en foto-apparatuur behoren echter min of meer tot de standaarduitrusting.

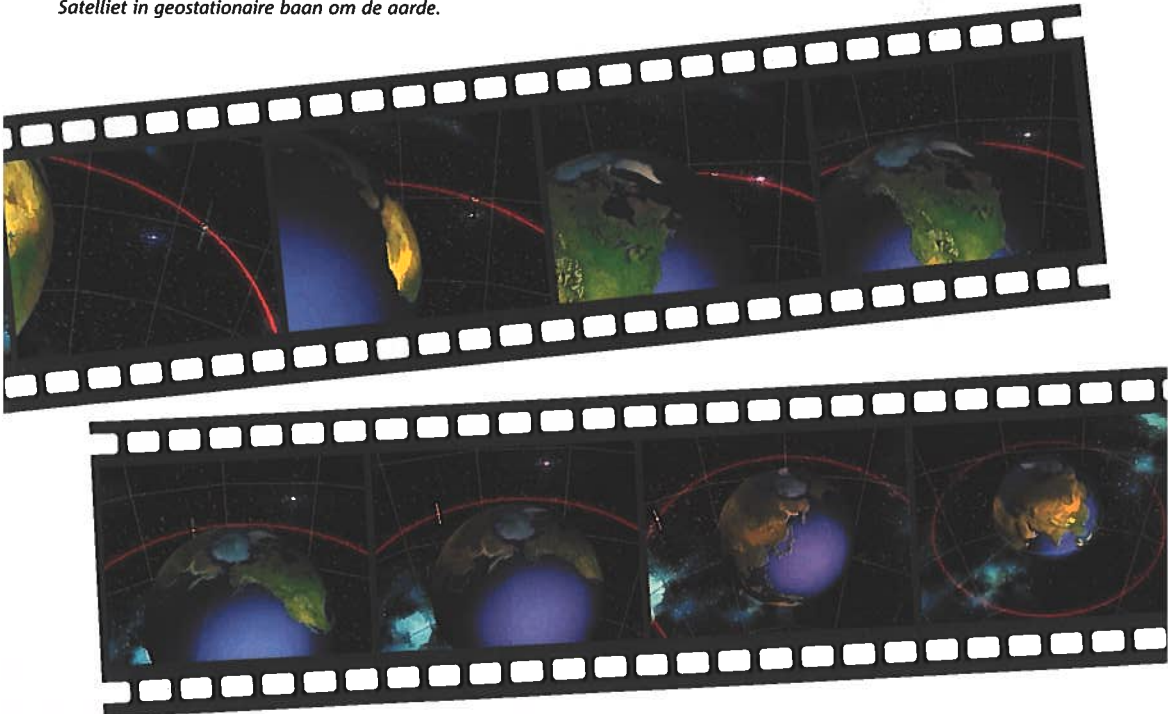
▼ Filmpje 1

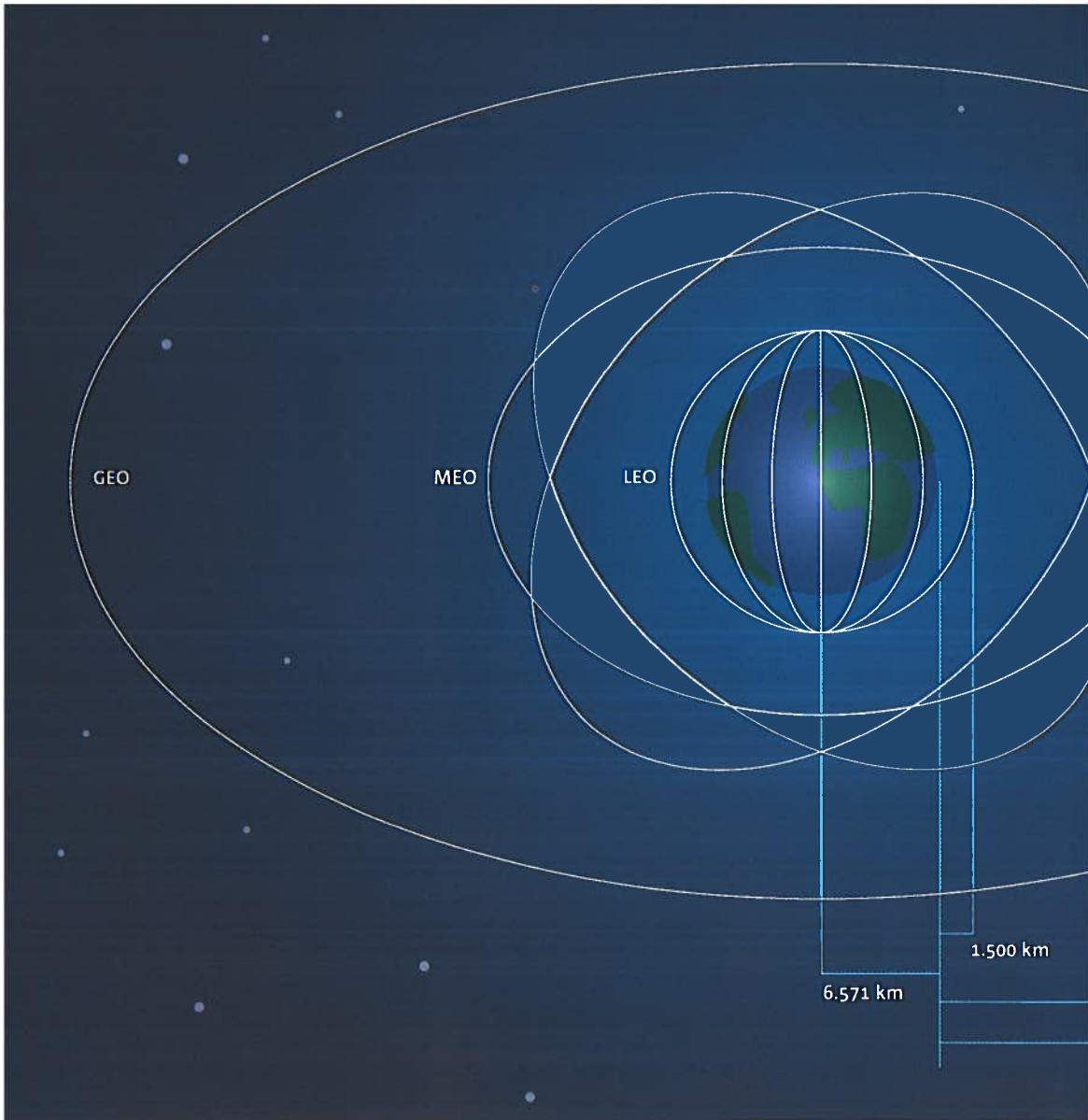
Satelliet in geostationaire baan om de aarde.

Ondanks de grote verschillen hebben alle satellieten een aantal basiskenmerken. Elke satelliet is opgebouwd rondom een metalen of composiet frame dat als de basis dient en voldoende sterkte biedt om de reis door de ruimte te overleven. Daarnaast beschikt iedere satelliet over een energiebron en accu's. Omdat de zon nu eenmaal continu aanwezig is, worden veelal zonnecellen gebruikt voor de energievoorziening. Om alle aanwezige systemen te kunnen bewaken en besturen, bevindt zich aan boord van satellieten ook altijd een computersysteem, evenals een radiosysteem en antenne waarmee de communicatie met de aarde wordt verzorgd. Tot slot beschikt iedere satelliet over een systeem waarmee de positie van de satelliet kan worden bestuurd.

Soorten satellieten

Wanneer we van de aarde omhoog kijken, draaien satellieten op verschillende hoogten rondom onze planeet. De verst verwijderde zijn satellieten in de geostationaire³ satellietbaan. Dit type satelliet bevindt zich in een baan op een hoogte van





▲ Afb. 4

GEO-, MEO- en LEO-satellieten

36.000 km boven de evenaar. Satellieten in deze baan staan stil ten opzichte van de aarde. Dat komt omdat de omlooptijd op deze hoogte pre-

cies 24 uur bedraagt, evenveel dus als de aarde zelf nodig heeft om rond haar eigen as te draaien.

4 LEO- en MEO-systemen werden behandeld in B.

Busropan, P. Essers, LEOs en MEOs: niet-geostationaire satellietssystemen voor communicatie in rurale gebieden, Studieblad KPN, januari 1994, pp. 29-49 en in B.

Busropan, W.J. Helwig, M. Franke, Verleden en heden van satellietcommunicatie: van vroege vogel tot hoogvlieger, KPN Studieblad, juni 1998, pp. 325-350.

De geostationaire baan wordt onder meer gebruikt voor communicatie-, televisie- en weer-satellieten. Door de grote hoeveelheid satellieten wordt deze baan ook wel het 'satellietparkeerterrein' genoemd. De drukte in deze regio stelt hoge eisen aan de nauwkeurige positionering van de satellieten. Per slot van rekening moet worden voorkomen dat het satellietverkeer elkaar onderling beïnvloedt.



Voor de telefonie doet zich een tweede probleem voor dat zijn oorzaak vindt in de toenemende populariteit van satelliehandhelds. Om met een handheld via de satelliet te kunnen communiceren is een krachtig signaal noodzakelijk. Dat kan door de satellieten bijvoorbeeld uit te rusten met grote parabolantennes en zonnepanelen die veel vermogen kunnen leveren. Hieraan zijn echter weer hoge kosten verbonden. Reden voor een aantal bedrijven om over te gaan op satellietssystemen die zich dicht bij de aarde bevinden dan de geostationaire satellieten. Dergelijke satellieten worden ook wel Medium Earth Orbit (MEO) en Low Earth Orbit (LEO) systemen genoemd⁴.

Omdat de omwentelingsduur van de MEO- en LEO-satellieten kleiner is dan die van de aarde, bewegen deze satellieten zich ten opzichte van onze aardbol.

De hoogte van de LEO-satellieten ligt ergens tussen 500 en 2.000 km. De ondergrens wordt bepaald door de atmosferische wrijving, die een negatieve invloed heeft op de levensduur van de satellieten. De bovengrens wordt bepaald door de zogenaamde binnenste Van Allen stralingsgordel. Deze gordel – op zo'n 2.000 tot 20.000 km afstand van de aarde – bevat een concentratie geladen deeltjes, die afbreuk doet aan de ontvangst- en zendkwaliteit. Tussen de binnenste en buitenste Van Allen gordel is – op circa 12.000 km hoogte – een minimum aantal geladen deeltjes. Deze baan tussen de twee gordels wordt de Medium Earth Orbit genoemd; de locatie waar de MEO-satellieten zich bevinden.

Afhankelijk van de hoogte van de LEO-satelliet zal een volledige omwenteling van een LEO-satellietbaan 1,5 tot 2 uur bedragen. Voor MEO-satellieten geldt een omwentelingsduur van circa 6 uur. Een LEO- of MEO-satelliet is hierdoor voor een gebruiker op de aarde gedurende een bepaalde periode niet zichtbaar. Deze beperkte zichtbaarheidstijd is onvoldoende om bijvoorbeeld adequate telefoniediensten te bieden. Het realtime karakter van telefonie vereist immers een constante verbinding met tenminste één satelliet. Daarom zijn er altijd meerdere MEO- en LEO-satellieten nodig. Zo'n 'constellatie' van MEO/LEO-satellieten dient dan zo te worden gekozen, dat de satellieten vanaf een punt op de aarde gezien, elkaar ononderbroken opvolgen. Deze eis geldt overigens niet voor datacommunicatie. Het store- and forwardprincipe van datacommunicatie maakt het mogelijk een constellatie te kiezen, waarin een continue verbinding met de satelliet niet noodzakelijk is. Zo'n constellatie vinden we bij de zogenaamde Little LEO-satelliet-systemen.

Verschillen in satellietssystemen

GEO-satellieten zijn groter en zwaarder dan bijvoorbeeld LEO-satellieten. Bovendien bevinden de GEO-satellieten zich ongeveer 50 keer verder

van de aarde dan de gemiddelde LEO-satelliet. Die afstand is bepalend voor de vertraging die optreedt in een satellietverbinding. De vertragingstijden van communicatie over LEO-satellieten zijn aanzienlijk kleiner dan wanneer over een GEO-satelliet wordt gecommuniceerd (zie tabel 1). Zeker voor toepassingen zoals videotelefonie, kan het optreden van vertraging fruikend zijn.

Door hun grote afstand ten opzichte van de aarde vereisen GEO-satellieten ongeveer 1000 tot 3000 keer meer vermogen dan LEO-satellieten. Daarentegen hebben GEO-satellieten voor hun energievoorzieningen veel grotere zonnepanelen aan boord van de satelliet, terwijl een LEO moet worden uitgerust met grote accu's of brandstofcellen. Het zal dan ook niemand verbazen dat de LEO-satellieten duurder zijn dan GEO-satellieten. Toch genieten ook deze satellieten populariteit. Ter illustratie van de MEO- en LEO-systemen zal in de volgende paragrafen het Iridium-systeem en het New ICO-systeem worden behandeld.

LEO-systeem Iridium

Iridium is een Low Earth Orbit systeem met satellieten op een afstand van 780 km van onze aardbol. Het initiatief voor het satellietstelsel werd in de tachtiger jaren door Motorola genomen. De herkomst vinden we terug bij het Star Wars satellietprogramma dat ooit door Ronald Reagan werd geïntroduceerd en nu met George W. Bush een mogelijk vervolg krijgt. Gelukkig wordt de Iridium-satellietvloot op veel constructievere wijze ingezet. Via het systeem worden wereldwijd spraakdiensten geboden via hand-



▲ Afb. 5
Het ICO middelhoge baan (MEO)-satellietstelsel

heldterminals. Daarnaast biedt Iridium ook de mogelijkheid voor datacommunicatie. De handheld kan worden gebruikt om te faxen, e-mailen of voor gegevenstransmissie met een snelheid van 2400 bit/s.

Het systeem, waarvan de naam Iridium is afgeleid van het 77ste element uit het periodiek systeem der elementen, omvatte oorspronkelijk 77 satellieten. Uiteindelijk zijn dit er 66 geworden. Samen met 15 grondstations vormen zij het hart van het Iridium-systeem. Door de lage baan waarin de satellieten zich bevinden, heeft Iridium als voordeel dat de vertragingstijd zeer kort is, zeker in vergelijking met de geostationaire systemen. De korte vertragingstijd komt met name de kwaliteit van de spraakverbinding ten goede.

▼ Tabel 1

Vergelijking van LEO-, MEO- en GEO-satellietstelsels voor telefonie via handhelds.

Satelliet systeem	Hoogte van de satellietbaan	Beweging t.o.v. de aarde	Tijdvertraging bij comm. via satelliet	Typisch aantal satellieten in het systeem
GEO	36000 km	geen	0,25 sec	3 voor max. bedekking
MEO	± 12000 km	wel	± 0,1 sec	12
LEO	500-2000 km	wel	0,01-0,02 sec	24-66

Opvallend aan Iridium zijn verder de zogenaamde 'inter-satellite links' waarmee de satellieten onderling communiceren. Deze onderlinge communicatie tussen satellieten is nodig omdat de individuele satellieten slechts 10 minuten 'zichtbaar' zijn voor klanten. Tegen de tijd dat de satelliet, waarover het gesprek loopt, achter de horizon dreigt te verdwijnen, wordt het gesprek overgedragen aan de volgende satelliet die aan de hemel is verschenen. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van 'intelligent switching' in de satellieten zelf. In principe is deze 'overdracht' van een lopend gesprek vergelijkbaar met de handover in cellulaire netwerken. Technisch gezien is Iridium één van de meest geavanceerde satellietssystemen, alhoewel sceptici dit kenmerk

juist aanduiden als de achilleshiel van het systeem.

MEO-systeem ICO

ICO is een Medium Earth Orbit systeem van ICO Global Communications, een bedrijf dat in 1994 door Inmarsat werd opgericht. In tegenstelling tot Iridium bestaat het ICO-satellietsysteem uit 12 MEO-satellieten op een hoogte van 10.390 km. Omdat MEO-satellieten hoger staan dan LEO-satellieten, is de hellingshoek tussen de satelliet en de handheld van een gebruiker groter. Hierdoor ondervindt het signaal onderweg van satelliet naar gebruiker minder hinder van bomen, gebouwen en andere obstakels. MEO-

Bergingsoperatie Kursk



Satellietcommunicatie speelt zowel bij reddingsoperaties als bij nieuwsdistributie een belangrijke rol. Enerzijds om met werkers in het veld te kunnen communiceren, anderzijds om van de reddingsoperaties verslag te kunnen doen. Een voorbeeld hiervan is de recente berging van de Russische kernonderzeeër Kursk. De operatie in de noordelijke wateren boven Rusland werd uitgevoerd door de Nederlandse bedrijven Smit International en Mammoet. Als internationaal marktleider op het gebied van nieuwsgaring en -distributie verzorgde CNN de verslaggeving van de bergingsoperatie. Voor de communicatie via satellieten werd gebruik gemaakt van de dienstverlening door Xantic. Belangrijk voordeel van een partner als Xantic, dat een rijk verleden heeft in de maritieme sector, is het vermogen om snel en adequaat te reageren op communicatie op zee. Xantic is een aanbieder van oplossingen voor mobiele satellietcommunicatie, maritieme ICT en breedbandcommunicatie satellietoplossingen.

De betrokkenheid van Xantic beperkt zich echter niet alleen tot de ondersteuning van CNN. Ook de technische installatie van Smit International's vloot wordt continu gevolgd en beheerd met behulp van de AMOS-scheepsmanagementssoftware van Xantic. De AMOS-software is een modulair systeem dat aansluit op de

verschillende Inmarsat-diensten, waarop later in dit artikel wordt ingegaan. Via verschillende modules voor onderhoud, inkoop, berichtenverkeer, Infomanager, personeel en e-mail wordt de scheepvaart- en offshore-industrie een geavanceerde softwareoplossing geboden voor communicatie op alle noodzakelijke maritieme disciplines. Aangevuld met AMOS-Connect, dat de koppeling vormt tussen de AMOS-software en de Intelsat-satellieten, vormt AMOS een totaaloplossing voor maritieme satellietcommunicatie.



◀ Foto 3
Simulatie van de bergingsoperatie van de Kursk.



Maritieme communicatie: Inmarsat

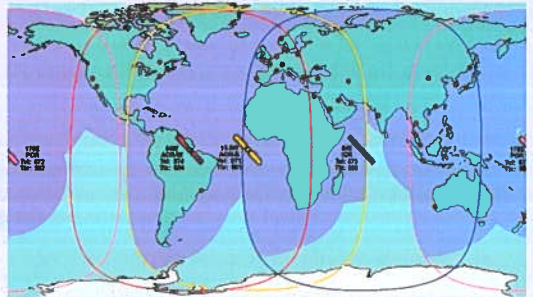
Vanzelfsprekend had de scheepvaartwereld grote interesse voor het fenomeen 'communicatie via satellieten'. Kwalitatief goede, betrouwbare en 24 uur per dag beschikbare communicatie is immers van wezenlijk belang voor zowel de veiligheid van de scheepvaart als voor de commerciële bedrijfsvoering. Voor toepassing aan boord van schepen was er behoefte aan satellietgrondstations van zodanige afmetingen dat een dergelijke installatie op schepen kon worden geplaatst. Zo'n installatie moest voorzien zijn van een antenne die ondanks de bewegingen van het schip constant op de satelliet gericht kon blijven. Het eerste communicatiesysteem deed aan deze voorwaarden voldeed was Marisat. Met dit systeem was het mogelijk om vanaf de wal een schip op te bellen, vanaf het schip een telefoonabonnement aan de wal op te bellen, en in beide richtingen telexverbindingen tot stand te brengen. Het systeem bestond destijds uit drie geostationaire satellieten: één boven de Atlantische Oceaan, één boven de Indische Oceaan, en één boven de Stille Oceaan (de Pacific Ocean), en uit drie grondstations. De grondstations te Southbury, Santa Paula (USA) en Yamaguchi (Japan) bedienden respectievelijk de Atlantic Ocean Region (AOR-satelliet), de Pacific Ocean Region (POR-satelliet) en de Indian Ocean Region (IOR-satelliet).



▲ Foto 4
Inmarsat M-apparatuur

Vanuit de International Maritime Organization (IMO) ontstond later het initiatief tot internationalisering van de maritieme satellietcommunicatie. Mede om politieke redenen kon het Marisat-systeem niet worden opgenomen in het internationale maritieme veiligheidssysteem omdat het Marisat-systeem eigendom was van een particulier bedrijf (Comsat). Daarnaast hechtte de maritieme wereld veel waarde aan concurrentie tussen verschillende grondstations (service providers). Het resultaat was de oprichting van Inmarsat op 16 juli 1979.

Inmarsat startte met drie geostationaire satellieten van de Amerikaanse Comsat-organisatie: één boven de Atlantische Oceaan, één boven de Indische Oceaan, en één boven de Stille Oceaan (de Pacific Ocean). Via deze satellieten zouden meerdere grondstations hun diensten moeten gaan aanbieden, waardoor zij onderling konden concurreren. De toename van het verkeer noodzaakte Inmarsat in 1991 een vierde satelliet in dienst te nemen. Deze satelliet werd ook boven de Atlantische Oceaan geïnstalleerd en wordt de AOR-W satelliet genoemd. De bestaande AOR-satelliet heet sindsdien de AOR-E satelliet (zie afbeelding 6).



▲ Afb. 6
Wereldkaart met daarop weergegeven de bedekking door de vier Inmarsat-satellieten

De oorspronkelijke doelstelling werd door Inmarsat gerealiseerd: concurrentie tussen serviceproviders is volop mogelijk, terwijl een breed pakket diensten werd ontwikkeld:

- Inmarsat-A voor analoge telefonie, fax, data en telex.
- Inmarsat-C voor store-and-forward datacommunicatie.
- Inmarsat-B voor (gecomprimeerde) digitale telefonie, faxverkeer, datacommunicatie, 'high speed'-datacommunicatie (64 kbit/s) en telexverkeer.
- Inmarsat-M en Inmarsat-mini M voor digitale telefonie (nog verder gecomprimeerd), faxverkeer en datacommunicatie.
- Inmarsat-Aero voor digitale telefonie met vliegtuigen.
- Inmarsat-D voor datacommunicatie met zeer kleine mobiele terminals.
- Inmarsat-E voor het detecteren van noodsignalen uitgezonden door noodradiobakens en voor het bepalen van de positie van die bakens.

Alle bovengenoemde diensten worden door de serviceprovider Xantic, het voormalige KPN- onderdeel Station 12, ondersteund. ◆

► Foto 5

Lancering ICO-satelliet.

satellieten blijven bovendien langer in het zicht van gebruikers, waardoor er minder handovers nodig zijn en de kans op uitval van de verbinding dus verder wordt verkleind.

Elke satelliet draait in circa zes uur rond de aarde. Van de 12 satellieten, worden er 10 gebruikt voor de basisconstellatie, terwijl de resterende 2 als reserve dienen. De satellieten van ICO werken volgens het zogenaamde 'bent pipe'-principe. Dat wil zeggen dat er in de satelliet geen gegevens worden verwerkt; het signaal wordt zo snel mogelijk weer doorgegeven naar een grondstation op aarde. Hier zijn zowel de intelligentie als de verwerkings- en schakelfuncties ondergebracht. De ICO-grondstations - 12 in totaal - verzorgen de verwerkings- en schakelfuncties naar data-, spraak- of mobiele netten. De 12 grondstations vormen samen het zogenaamde ICONET, een wereldwijd, breedbandig IP-netwerk. De stations staan verspreid over de wereld opgesteld en zijn onderling gekoppeld via hogesnelheidsverbindingen. Zes van de grondstations zijn uitgevoerd als telemetrie-, tracking en besturingsstation.

Via de grondstations worden de satellieten constant gevolgd en bewaakt. Elk grondstation beschikt over een interface tussen de ICO-satellieten en vaste netwerken. De stations beschikken over pakket- en circuitschakelapparatuur waarmee verkeer over het ICONET en naar vaste én mobiele netwerken kan worden gerouteerd. Inspelend op de ontwikkelingen op de mobiele communicatiemarkt, beschikken de stations ook al over GPRS-apparatuur⁵.

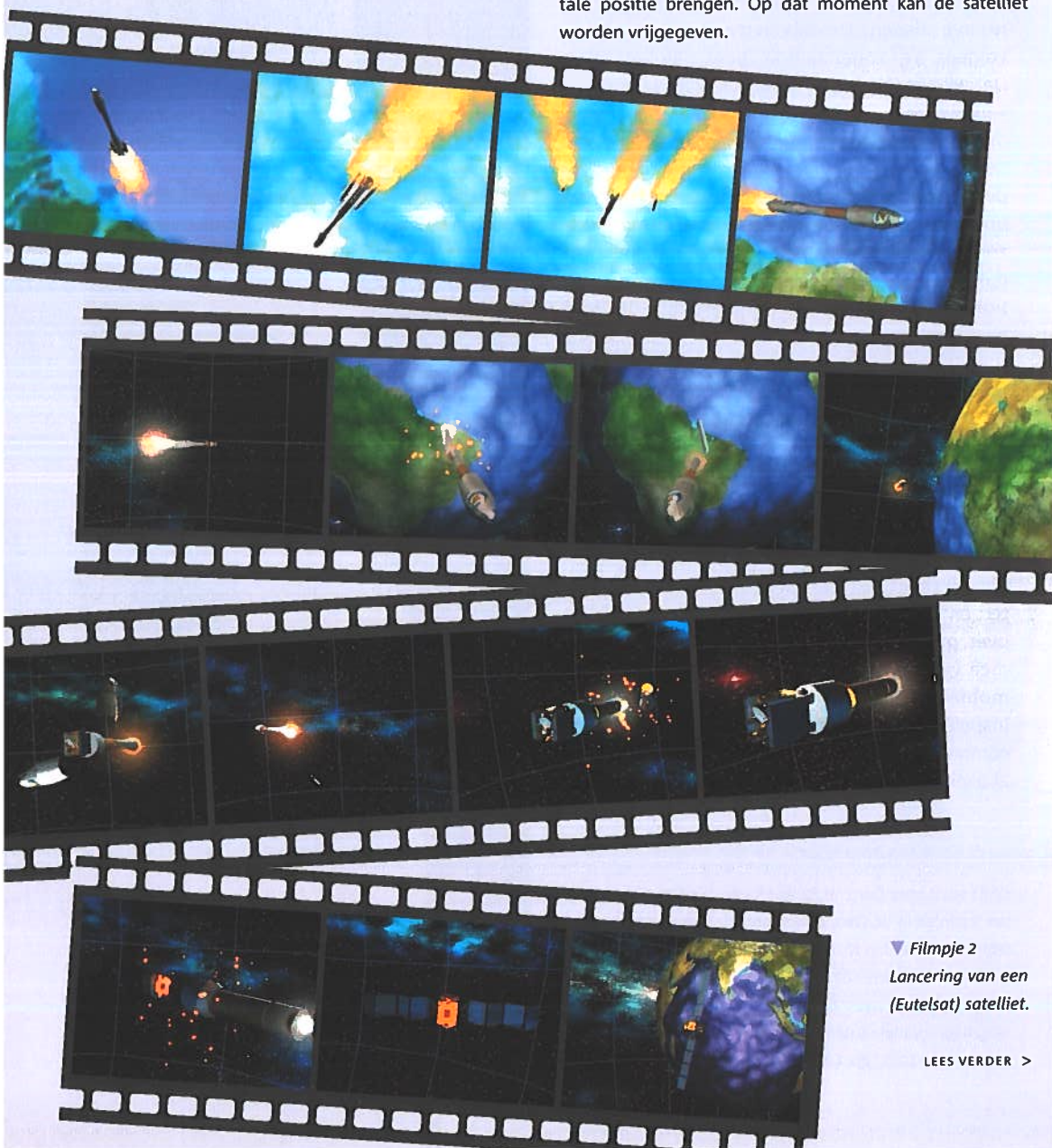
⁵ GPRS staat voor General Packet Radio Services. Deze nieuwe techniek in de wereld van mobiele communicatie werd behandeld in M. Franke, *Datacommunicatie en GSM: een fascinerende combinatie*, KPN Studieblad, maart 1997, pp. 141-171 en A. Kok, *GPRS: nieuwe stap op weg naar mobiele Internetrevolutie*, KPN Studieblad, maart/april 2001, pp. 68-81.



Het wankel evenwicht

Om een satelliet in een baan rond de aarde te brengen, kan gebruik worden gemaakt van raketten of van de Space Shuttle. Wereldwijd is er een groot aantal lanceer- en richtingsinrichtingen vanwaar de veelal tonnen wegende satellieten in een baan om de aarde worden gebracht. De raket die de satelliet naar zijn plaats van bestemming brengt, vliegt in eerste instantie recht omhoog. Op die manier wordt de raket door het meest dichte deel van de atmosfeer gebracht en wordt zo efficiënt mogelijk omgegaan

met de brandstof. Op een gegeven moment zal er echter een bijstelling moeten plaatsvinden, waardoor de raket zich draait in de richting waarin de satelliet moet worden gebracht. Wanneer dat moment daar is, wordt berekend met behulp van een zogenaamd traagheidsbesturings-systeem. Zo'n systeem meet voortdurend de versnellingen van de raket en bepaalt op basis hiervan de exacte positie en richting van de raket. Heeft de raket eenmaal de ijle lucht bereikt dan worden weer kleine besturingsraketten ontstoken, die de lanceerraket in een horizontale positie brengen. Op dat moment kan de satelliet worden vrijgegeven.



▼ Filmpje 2
Lancering van een
(Eutelsat) satelliet.

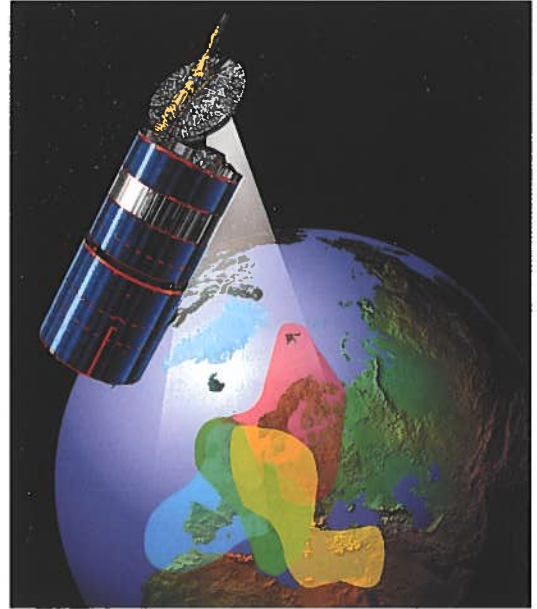
LEES VERDER >

Internet via de satelliet

ICO is geruime tijd in onderhandeling geweest met een andere interessante satellietpartij: Teledesic. De beide partijen wilden gezamenlijk optrekken op een relatief nieuw terrein: internet via de satelliet. Alhoewel het nooit is gekomen tot een samenwerking is het terrein niet minder interessant. Aan de hand van het Teledesic-systeem zal 'Internet-in-the-sky' worden toegelicht.

De naam Teledesic is een samentrekking van 'telecommunications' en 'geodesic'. De term geodesic verwijst daarbij naar het geodetische netwerk van cellen waarin de aarde voor het gebruik van Teledesic is opgedeeld. Het Teledesic-netwerk bestaat uit een grond- en een ruimtedeel. De interface tussen het satellietnetwerk en de aardse eindgebruikers en netwerken wordt gevormd door terminals die de Teledesic netwerkprotocollen vertalen naar protocollen die standaard worden gebruikt in vaste netwerken. De terminals communiceren rechtstreeks met het satellietnetwerk en ondersteunen een groot aantal transmissiesnelheden. Ook de koppeling met standaard netwerkprotocollen zoals IP, ISDN en ATM wordt door de terminals verzorgd. Dankzij deze mogelijkheden kan een groot aantal applicaties worden ondersteund zoals Internet, intranet, multimediacommunicatie, LAN-interconnect, enz. De satelliet is daarbij duidelijk in het voordeel ten opzichte van draadgebonden communicatienetwerken. Spreekt men daar van een WAN als lokale netwerken (LAN's) met elkaar verbonden worden, in de wereld van de satellietcommunicatie spreekt men met volledig terecht van een GAN, Global Area Network.

Het satellietnetwerk van Teledesic is een snel paketschakelnetwerk, waarbinnen iedere satelliet een node is en onderling communiceert met satellieten in dezelfde baan om de aarde. De cel-



▲ Afb. 7

Internet-satelliet van Eutelsat. Lancering gepland in 2002.

len die door het satellietnetwerk worden bediend, zijn vergelijkbaar met de cellen zoals we die kennen uit de cellulaire mobiele communicatie. Binnen een cel worden alle phased array antennes⁶ bediend door één van de LEO-satellieten van Teledesic. Wordt de hoek tussen de antennes in een cel en de satelliet te groot, dan worden de signalen automatisch overgedragen aan de volgende satelliet. Hiertoe is het Teledesic-systeem uitgerust met faciliteiten voor on-board processing en kunnen de satellieten onderling communiceren (inter-satellite links). Door het gebruik van de phased array antennes en inter-satellite links, heeft Teledesic in principe niet veel vaste grondstations nodig; de terminals zelf zijn feitelijk zelf een grondstation, terwijl het systeem de signalen naar de eindgebruiker routeert.

Via het satellietnetwerk wil Teledesic tweewegbreedbanddiensten brengen naar alle uithoeken van de aarde. Met geplande snelheden van 64 Mbit/s downlink (van satelliet naar gebruiker) en 2 Mbit/s uplink (van eindgebruiker naar satelliet) moet iedereen op de aardbol via de satellieten kunnen surfen op Internet, e-mailen, videovergaderen en multimedia-programma's volgen.

⁶ Met deze antennes kunnen dankzij een elektronisch besturingsmechanisme de signalen als het ware worden gestuurd/gevolgd, zonder dat hiervoor mechanische ingrepen nodig zijn.

< VERVOLG VAN PAGINA 372

Het lijkt er wat op alsof de raket wordt gebruikt om aan de zwaartekracht van de aarde te ontsnappen. Niets is minder waar. De satelliet wordt in een baan om de aarde gebracht met een snelheid die exact balanceert tussen de aantrekking door de zwaartekracht van de aarde en inertie van de satellietbeweging. Zonder zwaartekracht zou de satelliet in het heelal verdwijnen; een risico dat blijft bestaan als de satelliet te snel gaat. Gaat de satelliet daarentegen te langzaam dan zal de zwaartekracht hem naar de aarde trekken. De juiste omloopsnelheid is een nauwkeurig en wankel evenwicht tussen deze twee krachten.

De omloopsnelheid van een satelliet hangt af van de afstand die deze van de aarde is verwijderd. Hoe dichter bij de aarde hoe hoger de omloopsnelheid moet zijn. Bij een hoogte van 200 km bedraagt de omloopsnelheid iets meer dan 27.400 km/uur. Om op 35.786 km van de aarde in een baan te kunnen blijven, moet de omloopsnelheid 11.300 km/uur bedragen. Wie alles wil weten over omloopsnelheden op verschillende hoogten, kan een bezoekje brengen aan de NASA-website (<http://liftoff.msfc.nasa.gov/>). ◆

▼ Foto 6

Lancering van een satelliet (Boeing).



▲ Foto 7

Montage van communicatie-apparatuur voor toepassing in een communicatiesatelliet.

Echte breedbandcommunicatie via Teledesic zal, gezien de omvangrijke constellatie, nog even op zich laten wachten. Intussen is er wel al geruime tijd een aantrekkelijk alternatief voorhanden in de vorm van VSAT-systemen. VSATs (Very Small Aperture Terminal) zijn de schotelantennes met een diameter van ongeveer één meter, waarmee een communicatieverbinding met de satelliet tot stand wordt gebracht. De systemen spelen onder meer in op de groeiende markt voor cruiseschepen, waar tegenwoordig zo'n 4.000 passagiers op gaan. Telefonie of surfen op Internet is op deze schepen een even vanzelfsprekende zaak als thuis. Naast het feit dat met deze systemen 'meerwaarde' voor klanten wordt geboden, worden de VSATs ook ingezet voor de veiligheid van de scheepvaart en voor de commerciële bedrijfsvoering aan boord van het schip.

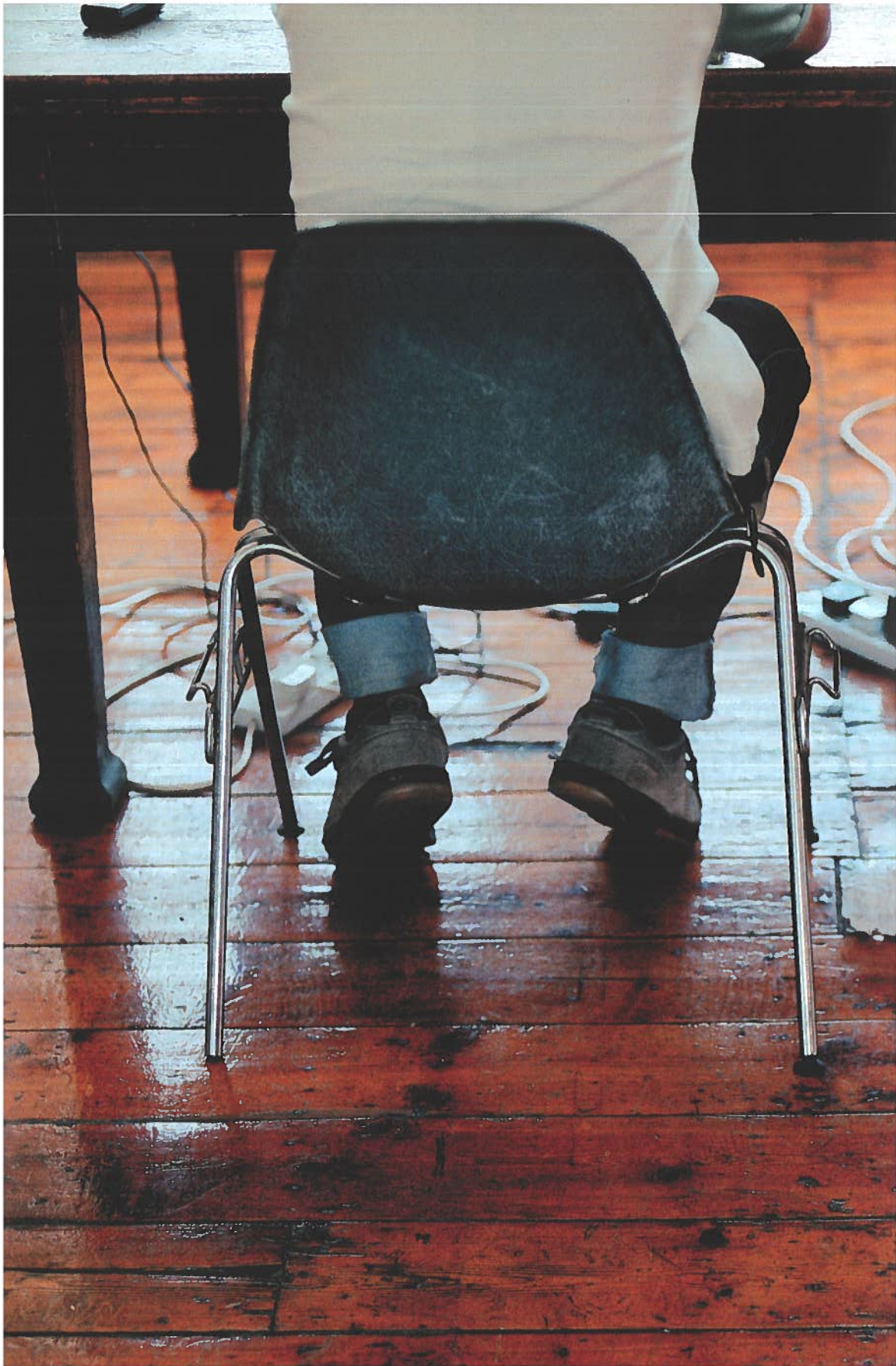
Met al het breedbandgeweld zou men bijna vergeten dat de satelliet voor een belangrijk deel nog wordt ingezet voor het verzenden van relatief kleine hoeveelheden data. Kenmerkend voor al deze small datasystemen is dat ze alleen datacommunicatiediensten bieden. Toch lenen de systemen zich voor een groot aantal interessante toepassingen. De belangrijkste toepassingen van de small datasystemen vinden we in het versturen van (tekst)berichten en bij logistieke toepassingen in de transportsector. Relatief nieuwe toepassingen kunnen worden gevonden in de energiemarkt en de markt voor SCADA-toepassingen. SCADA-toepassingen (Supervisory Control And Data Acquisition) richten zich op het op afstand uitlezen en/of bedienen van sensoren, schakelaars, e.d. Hierbij kan worden gedacht aan

het bewaken van pijpleidingen in de olie-industrie en het meten van waterhoogte in toevoerkanalen voor stuwmeren. Deze kleine hoeveelheden data kunnen, zeker voor afgelegen gebieden en voor offshore-installaties, uitstekend via de satelliet worden uitgewisseld. Voor de energiesector geldt dat de liberalisering van de markt behoorlijke gevolgen kan hebben. Na bedrijven, zullen binnenkort ook consumenten de mogelijkheid krijgen om zelf te kiezen welke energieleverancier zij willen gebruiken. Voor deze leveranciers wordt het zaak om zich van concurrenten te kunnen onderscheiden. Daarnaast worden de energieleveranciers geconfronteerd met het feit dat nauwkeurig moeten bijhouden welke consument, welke hoeveelheid energie op welk moment heeft afgenomen. De grote hoeveelheid dataverkeer die hiervoor nodig is, zal zeker voor rurale gebieden, via de satelliet kunnen worden afgewikkeld.

Voor alle systemen geldt dat zij werken op basis van het store-and-forwardprincipe. Dit wil zeggen dat een bericht wordt verzonden, tijdelijk wordt opgeslagen en vervolgens wordt doorgestuurd naar de ontvanger. Voordeel hiervan is, dat vertragingen in de satellietverbinding geen probleem vormen.

Toekomstige integratie?

De aandacht voor grootschalige programma's toont eens te meer aan dat de verwachtingen voor de toekomst van satellietcommunicatie hoog gespannen zijn. Tal van bedrijven storten zich op deze markt, getuige bijvoorbeeld de enorme schaal waarop satcomproviders op internationale beurzen en Internet te vinden zijn. Datzelfde Internet wordt door de meesten ook als de trekker voor de toekomst gezien. Een kreet als Internet-in-the-sky is daar het beste bewijs van. De vraag blijft of dergelijke spraakmakende kreten de internetgebruiker van de toekomst over de streep zullen trekken. Per slot van rekening komen met nieuwe technieken zoals ATM en xDSL aantrekkelijke alternatieven binnen ieders handbereik. Een 'combinatie' van deze aardse systemen met de ultramoderne satellietssystemen lijkt vooralsnog de meest voor de hand liggende optie.





Internet: met een kwartje de wereld rond

Wie kent dit beeld niet. Een voetganger loopt op zijn auto af. Al bij het naderen ontgrendelen de portieren en knipperen de lichten even. Vervolgens is het instappen, starten en wegrijden. Voetganger wordt automobilist; niemand kijkt ervan op. Wat gebeurt is voorstelbaar en vertrouwd: de afstandsbediening, de techniek onder de motorkap, de bandenspanning en de brandstof. Die voorstelbaarheid – en vooral tastbaarheid – ontbreekt bij de werking van onze pc en bij het gebruik van Internet. Wie een blik werpt in het binnenste van een pc, server, router of telefooncentrale, begeeft zich in een andere dimensie. Die van de micro-elektronica, van chips, printplaten en 'ruiven', waarvan de precieze samenhang en werking voor velen een raadsel is. Toch is internetten of een e-mailtje naar Nieuw-Zeeland sturen zo eenvoudig. Met een paar muisklikken, één kwartje, reis je de wereld rond.

Hans Punter
Ysbrand van der Veen

Negentiende eeuwse schrijvers van avonturenromans als Jules Verne en Paul d'Ivoi, bekend van het jeugdboek 'Met een kwartje de wereld rond'¹, hebben er niet van durven dromen, onze wereld van computers en Internet. In hun boeken bereizen mensen de wereld in onderzeeërs die nog niet uitgevonden waren of moeten zij talloze beproevingen doorstaan om aan hun opdracht te

¹ Oorspronkelijk uitgegeven als *Les Cinq sous de Lavarède* (1894).

voldoen: in 80 dagen of met alleen een kwartje op zak een wereldreis maken.

Hoe anders is het nu. In de virtuele wereld gelden geen fysieke beperkingen. We zetten 'gewoon' thuis onze PC aan, loggen in op Internet en voor een paar telefoontikken reizen we van een botanische tuin in Brazilië, naar een Nederlands winkelplein, het Musee d'Orsay in Parijs, om tenslotte te eindigen bij het wereldnieuws van CNN.

Een moderne pc is vanaf de aankoop gebruiksvriendelijk, want de belangrijkste software is al geïnstalleerd. Ook de toegang tot verschillende internettoepassingen is eenvoudig na aanmelding bij een *Internet Service Provider* (ISP). Dat wekt de indruk dat de onderliggende techniek even simpel zou zijn. Dat is echter schijn.

Het begint al met de computer zelf. Toen IBM in 1981 de eerste Personal Computer (PC) introduceerde, was dat een kleine computer met een bescheiden harddisk (10 Mb) en de mogelijkheid om gegevens weg te schrijven op floppy disks (64 kb). De besturingssoftware kwam in hetzelfde jaar op de markt als MS-DOS (het *MicroSoft-Disk Operating System*). De PC toonde na het aanzetten een zwart scherm met C:\> en daarnaast een knipperende cursor die geduldig wachtte op een in te typen MS-DOS commando. De verwerkingsnelheid en de geheugencapaciteit van de pc namen sinds het midden van de jaren tachtig exponentieel toe, vooral door de ontwikkeling van steeds kleinere en snellere microprocessors. Met het dalen van de prijzen voor pc's werden de gebruiksmogelijkheden groter, zodat ze in steeds meer bedrijven, overheidsinstellingen en gezinnen een plek kregen. In een tijdsbestek van twee decennia is de PC alomtegenwoordig en veelzijdig geworden. Niet in de laatste plaats door de mogelijkheid om via een modem de PC te koppelen aan Internet, aan de wereld.

In dit artikel beschrijven we Internet als een netwerk van netwerken. De groei van het internetgebruik door de populariteit van het World Wide Web en e-mail komen aan de orde. Het gemak van een bladerprogramma of *browser* maakt Internet tot een toegankelijk medium. De browser en afspraken over de datastructuur die hij



▲ Afb. 1

Armand Lavarède, de held uit de boeken van Paul d'Ivoi (1856-1915).

gebruikt, passeren de revue. Vervolgens beschrijven we stapsgewijs wat er gebeurt als we Internet gaan gebruiken, waarbij de toegang, internetadressen en domeinnamen speciale aandacht krijgen. Bij het zwerven op het Web komen de hyperlinks aan de orde en de talen die gebruikt worden voor het bouwen van Websites, HTML en XML. Wie op het Web op zoek is naar bepaalde informatie kan die al surfend of via een zoekmachine benaderen. Het artikel besluit met een korte overpeinzing over de plaats van Internet in onze per definitie analoge mensenwereld.

Omvang

Het World Wide Web is een van de onderdelen van Internet die het voor u en mij zo interessant maken. Het geeft toegang tot video, animaties, audio en grafische media, en tot ontelbare webpagina's met informatie die anderen via het Web

beschikbaar stellen. Dat gebeurt meestal gratis, maar soms ook tegen (forse) betaling. Het Web bestaat uit files – pagina's of webpagina's – die ergens op een server als bestand zijn opgeslagen. Een webpagina die op ons beeldscherm verschijnt kan echter ook door onze eigen activiteit ontstaan. Bijvoorbeeld als we een database raadplegen die 'ad hoc' of 'on the fly' pagina's maakt met het antwoord op onze zoekvraag. Active Server Pages (ASP) noemt Microsoft die sjabloonpagina's. Een technische tegenhanger is JSP, Java Server Pages.

In januari 2000 bestond het Web uit circa 6,4 miljoen webservers met gegevens, en 4,5 miljoen websites. Via de websites waren op dat moment meer dan 1 miljard unieke, openbare pagina's beschikbaar. Deze hebben elk een eigen internetadres en staan opgeslagen op servers verspreid over de hele wereld. Sommige druk bezochte websites staan zelfs op meerdere servers in verschillende werelddelen (de zogenaamde *mirrorsites*) om daarmee de verkeersdruk op Internet te verminderen. Een andere manier om dat te bereiken, is het opslaan (*caching*) van veelgevraagde websites en vindplaatsen van websites op een server van onze Internet Service Provider (ISP).

Daardoor hoeft veelgevraagde informatie niet steeds opnieuw te worden opgehaald.

In juni 2000 leverde nieuw onderzoek een aantal van meer dan 2 miljard unieke pagina's op. De omvang van het Web verdubbelde dus tussen januari en juni 2000. En het Web groeit verder met naar schatting zeven miljoen nieuwe pagina's per dag (bron: www.cyveillance.com). Wie in al deze aangeboden informatie nog de weg wil vinden, zal gebruik maken van een of meer zoekmachines (search engines) voor het Web.

Behalve het Web, is het gebruik van e-mail een populaire toepassing van Internet. Om te kunnen e-mailen beschikken we op de server van onze ISP over een virtuele brievenbus (mailbox) voor uitgaande en binnenkomende post. Het versturen van een bericht per e-mail is – ongeacht de afstand – een secondenkwestie. Daar kan de gewone post of *snail mail* niet tegenop rennen. Naar verwachting zal het aantal mailboxen toenemen van ruim 500 miljoen in 2000, tot 1,2 miljard in 2005. In dat jaar zal wereldwijd het gemiddelde aantal verstuurd e-mails per dag groter zijn dan 36 miljard (bron: IDC, augustus 2001).

Eenvoud als paradox

In de ontwikkeling van de pc zijn er voor de gebruiker twee belangrijke mijlpalen: de introductie van Windows (1995) en die van de muis als uitbreiding van het toetsenbord. Het gebruik van vensters (*windows*) met keuzemogelijkheden – een techniek die al eerder bekend was van de 'Apple' – vergroot het bedieningsgemak aanzienlijk. Om dat te bereiken bouwt de software een 'schil' of grafisch gebruikersinterface rond de processen die zich in de computer afspelen. Het is deze schil die na het starten van de pc het bureaublad en de werkbalk op het beeldscherm tovert. Met de muis beweeg je de cursor over het scherm en klik je op icoontjes die zich gedragen als knoppen. Met rolmenu's selecteer je opdrachten of start je applicaties.

Het is juist deze schijnbare eenvoud die de programmatuur áchter alle knoppen en menu's vele malen

omvangrijker en gecompliceerder heeft gemaakt (en gevoeliger voor programmeerfouten of bugs). Wie eens noodgedwongen door de schil heen moet om een probleem met de software op te lossen, verdwaalt al snel in een woud van bestanden. Zo kan op een Windows 2000 pc de map WINNT meer dan zestigduizend bestanden bevatten met een gezamenlijke omvang van 1,6 gigabyte. Die omvang is vergelijkbaar met een tekstbestand dat, afgedrukt op A4-tjes in een gewone 11-punts letter, een stapel papier oplevert van bijna tien verdiepingen. Toch maken de almaar toenemende verwerkingsnelheid, de 'slimheid' van de software en de ontwikkeling van de hardware het onvoorstelbare mogelijk – de praktijk bewijst het. De stap van onze eigen pc naar Internet en het World Wide Web (WWW) is geworden tot een muisklik op een icoontje.



▲ Foto 1

TCP/IP

Internet en het World Wide Web (WWW) zijn nadrukkelijk niet hetzelfde, hoewel ze vaak door elkaar gebruikt worden. Internet heeft het Web niet nodig om te werken: het bestaat uit de verbindingen waarover data, e-mail, video, audio, software, nieuws en meningen kunnen worden uitgewisseld. De verbindingswegen (meestal

glasvezelkabels) vormen, samen met de tussenliggende apparatuur en programmatuur die het dataverkeer mogelijk maken, Internet.

De standaard op basis waarvan informatie over Internet verstuurd wordt, is in 1984 officieel erkend. Vooruitlopend op de standaardisatie waren internetpioniers al in 1977 begonnen met de invoering ervan. De naam van het protocol klinkt inmiddels velen vertrouwd in de oren: *TCP/IP*.

- Het *Transmission Control Protocol* (TCP) zorgt ervoor dat berichten bij de bron worden omgezet in datapakketjes. Elk pakketje kan langs een eigen route over het netwerk reizen. Op de plaats van bestemming worden de pakketjes weer teruggezegt in de juiste volgorde tot een compleet, samenhangend bestand.

² Een uitvoerige behandeling van de principes van datacommunicatie treft u elders in dit themanummer van het Studieblad in het artikel 'Datacommunicatie: elektronische pakketpost'.

- Het *Internet Protocol* (IP) zorgt voor adressering van de pakketjes – de ‘digitale enveloppen’ – aan de hand waarvan pakketjes over meerdere netwerkknoppunten (nodes) en de door diverse partijen geëxploiteerde netwerken naar de plaats van bestemming geleid kunnen worden.

Een TCP/IP-netwerk is dus een netwerk waarin pakketschakeling (*packet switching*) volgens de Internetconventies plaatsvindt². Technisch gezien zijn naast het transmissiemedium (glasvezel, koperkabel, radioweg e.d.) twee soorten apparaten onmisbaar voor een goed verloop van het internetverkeer:

- routers verzamelen en analyseren permanent informatie over het netwerk (storingen, verbindingssnelheid, verkeersdruk). Op basis van die informatie zorgt de router ervoor dat het dataverkeer steeds over de snelste route van A naar B gaat;
- een server is een computer die constant in verbinding staat met Internet. Via de server van een Internet Service Provider (ISP) – een node in het netwerk – krijgt u toegang tot Internet. Hoe snel die toegang is hangt niet alleen af van de verkeerssituatie op Internet, maar ook van de persoonlijke oprit waarvan u gebruik maakt: bedrijfsnetwerk, telefoonlijn, ADSL-verbinding, kabelaansluiting of het steeds populairder wordende radiopad. Als ergens geldt dat de keten zo sterk is als de zwakste schakel, dan is het wel op Internet.

Internet in de praktijk

Het *gebruik* van Internet is, evenals dat van de pc, tamelijk eenvoudig. Hieronder zullen we stapsgewijs de werking toelichten.

- **Toegang tot Internet.** Wie op weg wil op Internet heeft allereerst een pc en een modem nodig voor toegang tot het telefoonnet. De modem (een afkorting van *modulator-demodulator*) zet de te versturen of ontvangen digitale informatie om in geluid. Dat gaat vervolgens – net als spraak – als analoge informatie over de telefoonlijn naar de nummercentrale. Snelheid: 56 Kb/s.

ISDN (Integrated Services Digital Network) is een van begin tot einde digitaal netwerk. Het belangrijkste voordeel van ISDN ten opzichte van het telefoonnet is dat je als gebruiker over twee lijnen (zogenaamde B-kanalen) beschikt. Gelijktijdig Internetten èn telefonisch bereikbaar zijn is hierdoor mogelijk. Wil je op dubbele snelheid internetten dan kan dat ook, door beide B-kanalen tijdelijk aan elkaar te koppelen. KPN heeft hiervoor een eenvoudig apparaatje beschikbaar. Snelheid: 64 of 128 Kb/s.

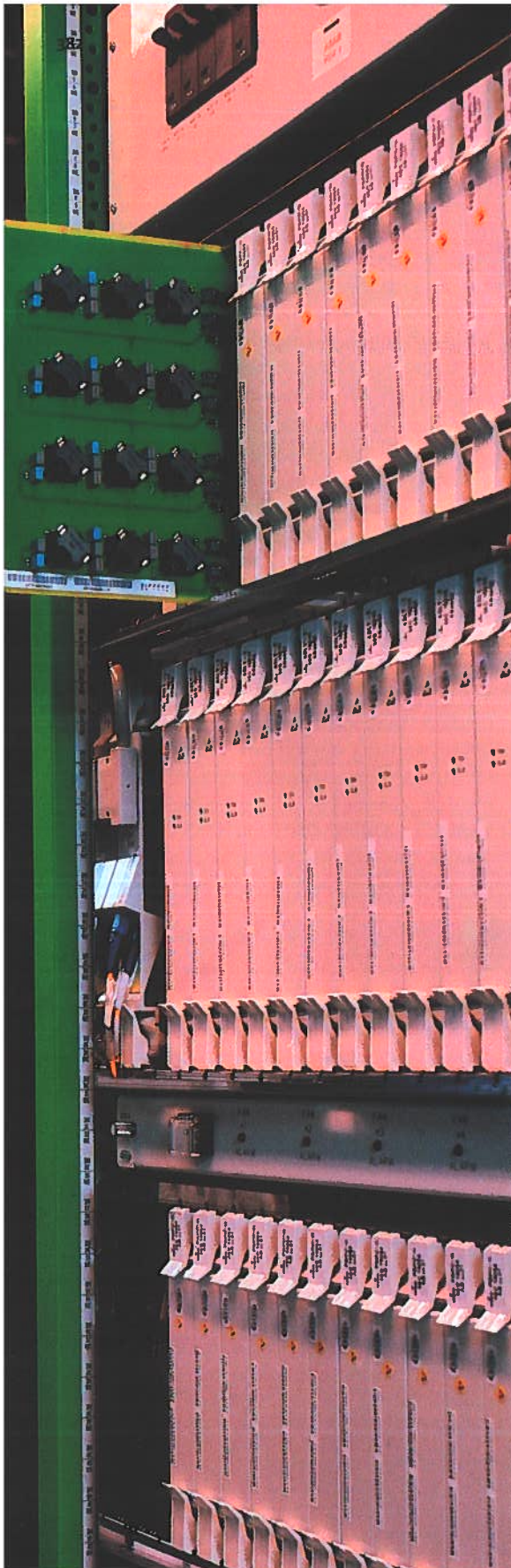
ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) is een communicatietechniek die zeer snel Internet over conventionele koperkabel mogelijk maakt. Snelheid: 512 of 1024 Kb/s. Internetten met ADSL – of Mxstream – gaat dus vliegensvlug en bovendien ben je tegen een vast tarief (flat fee) altijd online als de pc aanstaat (always on). ADSL geeft

Sjabloonpagina's

U wilt een last-minute reis boeken en bezoekt daarvoor de website van een reisorganisatie. Voor actuele gegevens zou een website die alleen statische informatie bevat continu moeten worden aangepast. Gelukkig kan het ook anders. Door online uw gegevens in te vullen over periode, bestemming en aantal personen, heeft u een specifieke vraag geformuleerd. Die wordt door de server beantwoord met gegevens uit een (dynamisch ontsloten) database. De server reageert per omgaande en plaatst de specifieke informatie op het scherm. De schermopmaak is de sjabloon,

maar de inhoud is altijd even actueel als de informatie in de geraadpleegde database.

Zo'n sjabloonpagina (Active Server Page, Java Server Page) is meestal een door een professionele webdesigner opgemaakte HTML-pagina die is voorzien van één of meer scripts, ingebouwde programmaatjes die worden geactiveerd door de server voordat de pagina naar de gebruiker wordt gestuurd. 'On the fly' kun je zo gegevens uit een database aanroepen en in een bepaalde aangenaam ogende (bedrijfstijl) sjabloonpagina vertonen.



een directe aansluiting op de backbone van Internet – buiten het telefoonnetwerk om – en geeft de gebruiker daarvoor een eigen, vaste oprit.

Zo'n eigen oprit is er niet bij kabel-Internet omdat de kabel moet worden gedeeld met andere gebruikers. Zijn dat er veel, dan gaat dat ten koste van de voor jou beschikbare kabelcapaciteit – je deelt die met anderen – en dus de snelheid van het data-/internetverkeer.

- **De gastheer of host.** Om op Internet te komen, moet de modem een verbinding leggen tussen onze pc en een Internet Service Provider (ISP). Deze is tegen betaling van abonnementsgeld onze gastheer of *host*, en vormt de node waarover we toegang krijgen tot Internet. De ISP geeft toegang tot diverse servers, routers en tal van diensten.

Zodra telefonisch contact met de ISP is gelegd, komt het eerste Internet-gerelateerde protocol in werking. Dat verifieert de gebruikersnaam (heeft de beller een abonnement bij de ISP) en het opgegeven wachtwoord. Kloppen beide, dan wordt de verbinding geaccepteerd en komt het *Point-to-Point Protocol* (PPP) in werking. Dat zet een verbinding op tussen ons modem en de router van de ISP. We hebben ingelogd.

- **POP-servers.** Om als gebruiker goedkoop op Internet te kunnen inloggen heeft de ISP verspreid over het land een groot aantal inbelpunten beschikbaar, die tegen lokaal tarief te bereiken zijn. Op elk daarvan staat een POP-server (POP staat hier voor *Point of Presence*). Deze bestaat uit een verzameling modems – de modempool – en kan verschillende protocollen afhandelen. De klassieke aanbestedingsvorm is via het telefoonnet (PSTN, Public Switched Telephone Network), maar er zijn ook toegangen voor gebruikers van ISDN of ADSL.

- **Toegangspoorten tot Internet.** De verspreid opgestelde POP-servers van onze ISP vormen een eigen netwerk. Hetzelfde geldt voor de POP-servers van andere providers. Deze netwerken zijn

◀ Foto 2

De techniek achter ADSL.

op een hoger niveau met elkaar verbonden door meerdere *Network Access Points* (NAP's). Nog een niveau hoger is iedere NAP weer via de backbone met andere NAP's verbonden, waardoor een wereldwijd netwerk tot stand komt: het Internet.

Een bericht kan in een fractie van een seconde van onze computer de halve wereld over reizen.

De *routers* die deel uitmaken van een NAP bepalen waarlangs de informatie wordt gezonden van de ene computer naar de andere. Routers zijn gespecialiseerde computers die de berichten naar hun bestemming leiden en daarbij kiezen uit duizenden paden. Ze hebben twee verschillende, maar samenhangende taken:

- de router zorgt ervoor dat informatie niet daar

Digitaal

Digitaal betekent letterlijk 'in cijfers' (*digits*). Veel informatie is te digitaliseren: de tekst van een roman, spraak, muziek en (al dan niet) bewegend beeld. Veel laat zich ook niet of in ieder geval heel moeilijk digitaliseren, bijvoorbeeld de informatie die we in de sociale omgang met anderen gebruiken: een gezichtsuitdrukking of lichaamstaal. Of wat te denken van de geur die een goede fles wijn kenmerkt. Die informatie is analog: er zit een oneindig aantal schakeringen in.

Bytes. Computers kennen maar twee smaken: een en nul. In de elektronische circuits van een chip werken ze als 'aan' en 'uit'; wel of geen stroom. Je kunt zeggen dat computers slechts tot twee kunnen tellen, alleen binair kunnen rekenen, maar ze doen dat wel onvoorstelbaar snel!

Om het aantal mogelijke combinaties (naast 1 en 0) te vergroten, werken computers met *bytes*. De byte is een rij van acht enen en nullen en vormt de kleinste betekenisvolle eenheid waarin de computer gegevens opslaat en verwerkt. Overigens is deze eenheid niet primair gedefinieerd vanuit de verwerkingsmogelijkheden van de computer, maar vanuit ons mensen. Wij kunnen nu eenmaal geen soep koken van een pak A4-tjes vol met nullen en enen. Wel kunnen we iets met letters, cijfers, leestekens, e.d.

De omvang van een computerbestand of de geheugencapaciteit wordt uitgedrukt in het aantal bytes. De snelheid waarmee gegevens door een koperen kabel of glasvezel gaan, in het aantal bytes per seconde (bps). De kilobyte (Kb) is een eenheid van 1024 (2^{10}) bytes, de orde van grootte van een stukje tekst. De hoeveelheid informatie op een diskette is bijna anderhalve megabyte (Mb), ofwel 1.048.576 (2^{20}) bytes. De opslagcapaciteit van een moderne harde schijf op de

pc wordt al uitgedrukt in gigabytes (Gb), ofwel 1.073.741.824 (2^{30}) bytes. De daaropvolgende stap die zeker de komende tijd meer en meer ingeburgerd zal raken, is de terabyte (2^{40} bytes). De volgende stappen zijn al in gebruik en hebben ook een naam: peta (2^{50}), exa (2^{60}), zetta (2^{70}) en yotta (2^{80}).

Van bytes naar taal. Met één byte zijn 256 (2^8) unieke combinaties te maken en kunnen bijvoorbeeld de getallen 0 tot en met 255 worden weergegeven. Omdat de mens – ook als computergebruiker – een 'talig' wezen is, zijn er verschillende standaards die letters, speciale tekens en toetsenbordfuncties kunnen omzetten in digitale vorm. De bekendste, waarmee MS-DOS in de jaren zestig begon, is de ASCII-set met 128 tekens.

In de jaren negentig is gestart met het ontwikkelen van de Unicode Worldwide Character Standard. Deze gebruikt twee bytes voor één teken en kan dus 65.536 (2^{16}) tekens weergeven. Inmiddels bevat de Unicode-standaard de binaire codes van 34.168 tekens uit 24 schriftvormen. Behalve ons Westerse (Latijnse) schrift, omvat Unicode alle Oost-Europese bijzondere lettervormen, Grieks en Cyrillisch (het Russische schrift). Maar ook Arabisch, Hebreeuws, de Japanse schriftsoorten Hiragana en Katakana en het Indiase Devanagari zijn erin opgenomen. De grootste groep tekens in Unicode wordt gevormd door de enorme hoeveelheid Chinese karakters. Unicode wordt ondersteund door onder andere Windows, Linux en MacOS. Het maakt wereldwijd de belangrijkste geschreven talen voor de computer toegankelijk. Of beter: het maakt de pc en daarmee ook Internet en het Web tot een wereldwijd voor mensen toepasbaar communicatiemedium.

Internetgeschiedenis

Het basisidee achter Internet ontstond in het begin van de jaren zestig. Het was de tijd van de koude oorlog en de nucleaire dreiging die daarvan uitging. Het Amerikaanse ministerie van defensie beschikte over verschillende grote computers die via telefoonlijnen met elkaar konden communiceren. Bij het wegvallen van een of meer vitale telefooncentrales zou deze datacommunicatie, maar ook de gewone telefonie onmogelijk worden.

Een centrale vormt, zoals de naam al aangeeft, het hart van een stervormige structuur met lijnen naar de verschillende telefoonabonnees. Telefooncentrales zijn ook weer onderling met elkaar verbonden en zo kan tussen A en B een gesprek worden opgezet dat via meerdere centrales loopt. Het risico dat vernietigde centrales in tijden van oorlog vitale communicatiemogelijkheden lamleggen, was de aanleiding voor een zoektocht naar alternatieven.

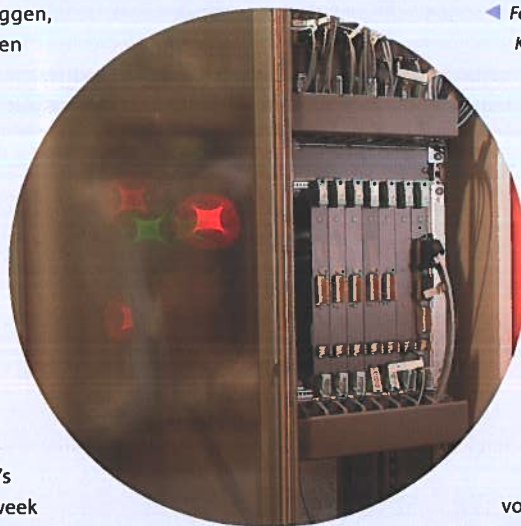
In 1964 verscheen een serie publicaties van Paul Baran, *On Distributed Communications*, die het begin van het inter-nettijdperk markeert. Wat Baran voor ogen had, was een netwerk zonder centrale sturing. Dit zou vanaf de eerste aanzet óók moeten blijven werken als het deels aan flarden zou liggen. Baran's idee heeft een tijdje in de week gelegen - sinds de introductie van de telefoon - leek het té revolutionair. Toch kwam het in 1969 van de grond als netwerk voor vier militaire onderzoekslaboratoria in de Verenigde Staten: ARPAnet (*Defense Advanced Research Projects Administration network*).

Hoe de door Paul Baran voorgestelde structuur van de communicatie eruitziet, laat zich het best vergelijken met een visnet. Tussen de knooppunten in het net (*de nodes*) bestaat geen vaste hiërarchie en er zijn geen vaste paden in opgenomen. De verantwoordelijkheid voor het welslagen van de communicatie berust bij de computers die de nodes vormen, en niet meer bij het netwerk zelf. Elke node is gelijkwaardig en kan zelfstandig berichten ontvangen, herkennen en doorsturen.

Voor het transport wordt een bericht opgedeeld in

datapakketjes die elk worden verpakt in een 'digitale envelop'. Die wordt geadresseerd, krijgt de gegevens van de afzender en een volgnummer. Een datapakketje begint de reis via node A om uiteindelijk bij node B te arriveren. Tussen A en B kan ieder pakketje een eigen reisroute volgen. Op elke node beslist de computer voor elk pakketje welke route op dat moment het snelst naar B leidt. Hoe die route loopt, over welke andere nodes, is daarbij onbelangrijk. Vanaf node B worden alle pakketjes doorgestuurd naar de computer van de geadresseerde, die ze weer in hun oorspronkelijke volgorde terugzet.

Zo blijft, ook als delen van de structuur van het visnet aan flarden liggen, de communicatie mogelijk via het resterende netwerk.



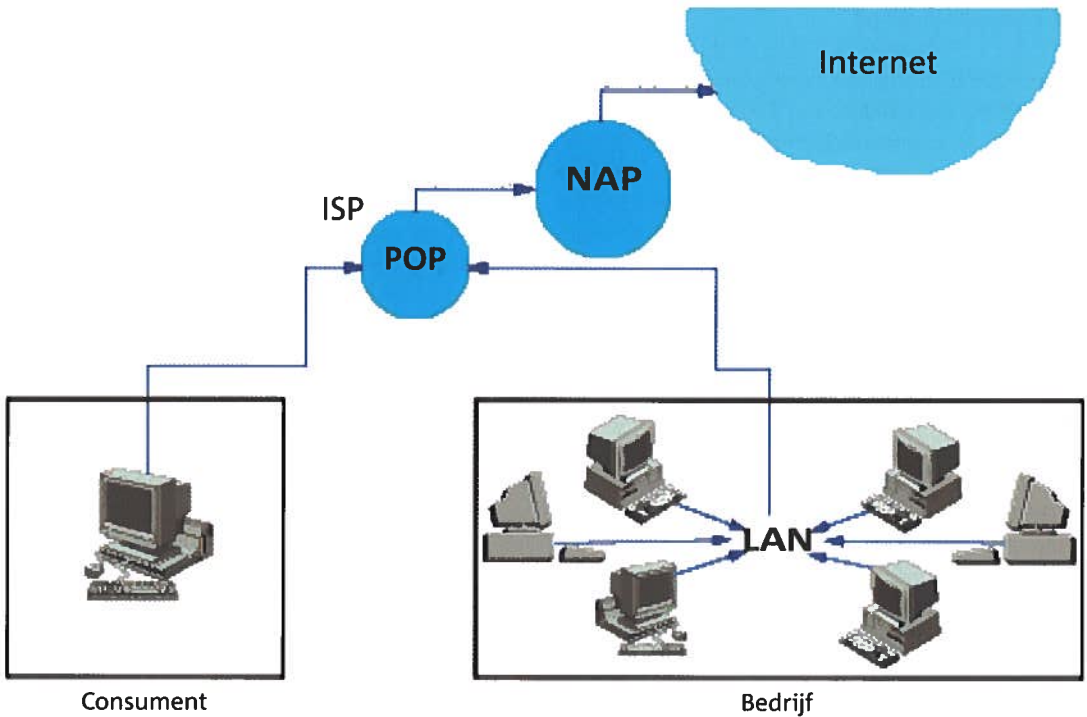
◀ Foto 3

Kijkje in de machinekamer van Internet.

ARPAnet begint in 1969 als netwerk dat vier laboratoria met elkaar verbindt. In 1970 zijn er al negen nodes en hun aantal groeit gestaag tot 37 nodes in 1973, waarvan 35 in de Verenigde Staten, één in Noorwegen en één in het Verenigd Koninkrijk. Het netwerk wordt in de begintijd vooral toegepast voor het gebruik-op-afstand van grote en kostbare computersystemen en printers.

Daarnaast worden over ARPAnet ook bestanden verzonden. In de jaren zeventig treedt een nieuwe ontwikkeling in. Mensen gaan persoonlijke berichten over het net versturen, nieuwtjes worden uitgewisseld en de eerste nieuwsgroepen ontstaan met als onderwerpen vaak heel persoonlijke interesses van mensen. Er ontstaat speciale software voor, wat de populariteit van electronic mail (e-mail) en mailinglijsten – waarbij een bericht tegelijkertijd naar meerdere vakgenoten wordt verzonden – snel doet toenemen.

Al doende wordt ARPAnet zo steeds meer een netwerk dat mensen in plaats van dingen verbindt.



▲ Afb. 2

Schematische weergave van de internationale internet-architectuur.

komt waar die ongewenst is. Dat is van cruciaal belang om te voorkomen dat verbindingen bij grote verkeersdrukte verstopt raken;

- daarnaast zorgt een router ervoor dat de informatie daadwerkelijk op de bedoelde bestemming arriveert. Een e-mail bericht belandt via verschillende netwerken in de goede mailbox van een andere e-mail gebruiker. Als we een bepaalde website willen bezoeken, kan onze browser die vrijwel direct vinden. Maar dan blijft de vraag: hoe werkt dat?

■ **Twee soorten adressen.** Bij het internet- en e-mailverkeer worden twee soorten adressen gebruikt. Een adres in getallen waarmee alle computers werken en een adres in alfanumerieke tekens dat zich beter laat onthouden.

- ♦ **Het IP-adres.** Na het accepteren van de verbinding door onze host, krijgen we net als iedere andere computer of gebruiker die op Internet is aangesloten een Internet Protocol (IP-)adres. Het

geldt voor de tijd dat we hebben ingelogd, als 'ons' adres op Internet. Zodra we de verbinding beëindigen, kan het adres weer aan een andere gebruiker worden toegewezen. Dat is ook nodig, want de huidige versie van IP kampt door de enorme groei van het aantal gebruikers met een beperkte adresruimte. Een IP-adres bestaat uit vier getallen, elk tussen 0 en 255 en gescheiden door een punt. Dat ziet er in ons tientallig stelsel zo uit: 216.27.61.137. De computer leest de getallen in het binaire stelsel en de vier bytes die de getallen weergeven zien er als volgt uit: 11011000.00011011.00111101.10001001. Hiermee kunnen uiteindelijk 4,3 miljard (2^{32}) unieke combinaties – of IP-adressen – worden gemaakt. Dat lijkt ruim voldoende, maar de adressen zijn niet alleen bedoeld voor internetgebruikers. Ze lokaliseren iedere op Internet aangesloten computer, server en router, en ieder aangesloten netwerk. En daarnaast iedere website: een direct toegankelijk bestand dat ergens op de wereld is opgeslagen op een server die op Internet is aangesloten. Machines die continu op Internet zijn aangesloten, zoals de servers van Internet

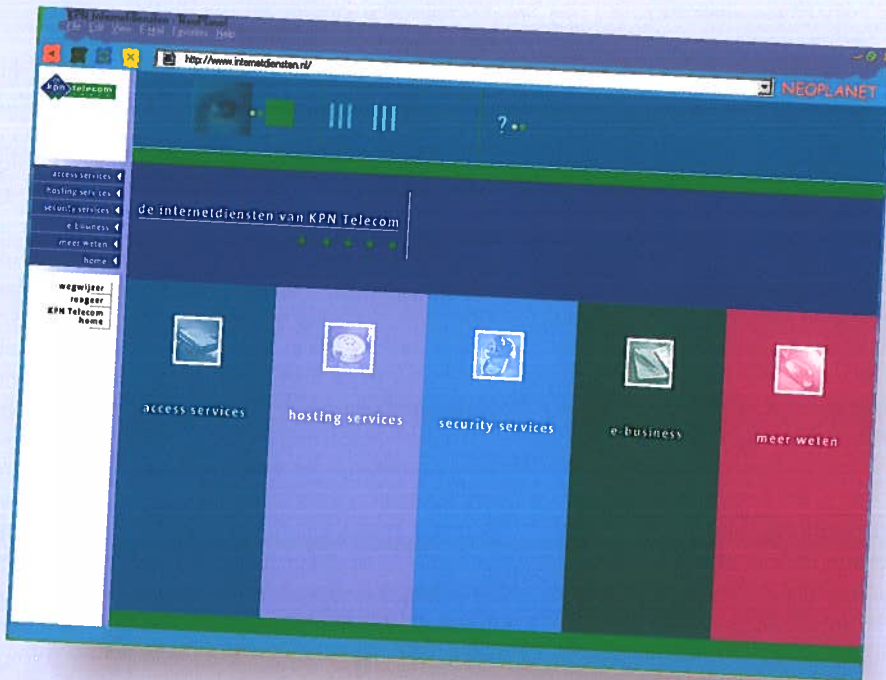
< VERVOLG VAN PAGINA 384

Begin jaren tachtig vormen 562 computers de nodes van ARPAnet, dat inmiddels een uitgebreid netwerk voor universiteiten en onderzoeksinstellingen vormt. De militaire tak van het netwerk wordt in 1983 van ARPAnet afgescheiden. Als in 1984 TCP/IP officieel erkend wordt als de basis van alle internetverkeer, is ARPAnet uitgegroeid tot de *backbone* van Internet waaraan voortdurend nieuwe netwerken worden gekoppeld. Begin jaren negentig is via de gekoppelde netwerken wereldwijde communicatie mogelijk: Internet heeft gestalte gekregen. Niet plotseling, als resultaat van een centrale regie, maar doordat meer en meer kleinere, zelfstandige netwerken aan elkaar zijn gekoppeld. Er heeft zich een netwerk van netwerken gevormd.

De Internetmarkt groeit inmiddels veelbelovend. Daardoor kunnen bedrijven die zich toelagen op het ontwikkelen en produceren van speciale apparatuur voor internettoepassingen – de *routers* en *servers* – deze voor steeds lagere prijzen leveren. Commerciële exploitatie

van Internet wordt hierdoor en door de dalende communicatiekosten steeds aantrekkelijker. Voor de Amerikaanse overheid reden om de financiering van de *backbone* stop te zetten en de verdere ontwikkeling van Internet aan de markt over te dragen.

De introductie van de pc markeert het begin van een periode waarin aansluiting op het netwerk in principe binnen ieders bereik komt - zowel zakelijk als privé. Het aantal mensen dat regelmatig van Internet gebruik maakt, neemt toe van minder dan 90.000 in 1993 tot meer dan 300 miljoen in maart 2000. Actuele schattingen voorspellen dat de grens van 1 miljard gebruikers in 2005 gepasseerd zal worden. Daarvan bevinden zich er 700 miljoen buiten de Verenigde Staten (bron: *United States Internet Council*, www.usic.org). In Nederland heeft in september 2001 zo'n 55% van de mensen thuis toegang tot Internet. In 2000 lag dat percentage nog op 45% (bron: www.internetbarometer.com). Ter vergelijking: in dezelfde periode nam de penetratie van mobiele telefonie in Nederland toe van 63% naar 73%. ◆



▲ Afb. 3

KPN Telecom is dé dienstverlener voor de professionele Nederlandse internetwereld (www.internetdiensten.nl).

► Afb. 4

Leuk gevonden, niet zo handig om in te typen:
www.automatisch-miljonair-woorden.nl,



Providers, hebben daardoor een (nagenoeg) vast IP-adres³.

- ♦ Domeinnamen. Met een adressering in cijfers kunnen computers uitstekend overweg, maar voor ons mensen is er lastig mee te werken. Om van de adressering in cijfers af te komen, begon men in 1983 met het toepassen van het *Domain Naming System* (DNS). Adressen in gewone taal zijn doorgaans betekenisvol en omdat ze makkelijker te onthouden zijn, liggen ze ook beter in de

markt. Neem bijvoorbeeld: www.automatisch-miljonair-woorden.nl, een adres waarmee we uitkomen op de website van de Staatsloterij. Realistischer – en sneller in te tikken – zijn: www.kpn.com of www.loc.gov⁴.

Het DNS is gebaseerd op een enorme gedistribueerde database. Dit wil zeggen dat de verzameling domeinnamen is verspreid over het hele Internet, en opgeslagen in een hiërarchische verzameling DNS-servers. Elke ISP of *host* houdt de eigen DNS-server up-to-date met alle actuele website- en e-mail-adressen in het eigen domein. Er is dan ook sprake van een gedelegeerde verantwoordelijkheid en centrale sturing ontbreekt. Het is niet praktisch (en ook riskant) om alle informatie op één plek in een grote database te zetten. Daarvoor is zowel het aantal domeinnamen als het aantal vragen aan deze 'opzoekdienst' te groot. In een fractie van een seconde kunnen DNS-servers websites, e-mail adressen, hosts of netwerken lokaliseren. Domeinnamen zijn namelijk hiërarchisch geordend. Bovenaan in de hiërarchie (het meest rechts in de naam) staat het top-level domein. In het voorbeeld <http://www.loc.gov> is dat 'gov' van 'US government'. De second level domeinnaam is 'loc.gov': de 'Library of Congress van het US government'. Het third level domein 'www.loc.gov' definieert de server waarop de site te vinden is, en tenslotte geeft het voorvoegsel <http://> aan dat voor dit



3 Wie tijdens

een internetessie

eens het tijdelijk aan hem toegekende IP-adres wil weten, kan een snel bezoekje brengen aan de site <http://www.lawrencegoetz.com/programs/ipinfo>.

- 4 Een website staat niet voor één enkel bestand, maar kan evengoed een uitgebreid complex van bestanden herbergen. Zo gaat bijvoorbeeld de geheel voor Internet ontsloten Library of Congress in Washington D.C. verscholen achter het simpele adres <http://www.loc.gov>, en een virtuele rondgang langs de collectie van het Musée d'Orsay in Parijs achter <http://www.smartweb.fr/orsay>.

contact het HyperText Transfer Protocol geactiveerd moet worden. Als je de browser opdracht geeft de site <http://www.loc.gov> te bezoeken, legt deze contact met de dichtstbijzijnde DNS-server. Die krijgt de vraag of hij van de meest rechtse domeinnaam – .gov – het IP-adres kent. Als de DNS het antwoord niet weet, wordt de vraag doorgestuurd, naar hogerop in de hiërarchie van DNS-servers, net zo lang totdat een DNS-server positief reageert. Dan worden door die DNS-server de lagere domeinnamen opgezocht. Zodra de server met de gevonden website gelokaliseerd is, gaat het IP-adres daarvan de hele weg terug naar onze browser. Die legt dan weer per omgaande contact met de website en haalt de gevraagde informatie op. Bij de zoekvraag houdt iedere DNS-server onderweg zowel ons IP-adres als het *gezochte* IP-adres even in het geheugen, met het snelste pad om de verbinding te leggen. Zo kan het contact direct tot stand komen. En dat alles gebeurt voor ons ongemerkt, in een fractie van een seconde⁵.

- **De werking van e-mail.** Stel, ik verzend een bericht van mijnnaam@planet.nl naar marcel@betapr.nl. Het teken '@' staat voor het Engelse 'at' of 'ter plaatse van' een bepaalde ISP mailserver. Na het inloggen via mijn mailprogramma activeert mijn ISP het *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP) voor het verzenden van berichten en krijg ik een tijdelijk IP-adres. De DNS-server gaat via andere DNS-servers op zoek naar de plaats waar respectievelijk '.nl' en '.betapr.nl' te vinden is.

Op de betreffende server blijkt inderdaad de mailbox Marcel te bestaan, die vervolgens ook een tijdelijk IP-adres krijgt. Dat adres komt per omgaande retour, en tussen mijn computer en de server van Marcel kan het bericht worden verzonden.

Even later vraagt Marcel met een muisklik op zijn e-mail icoontje of er post is, en belt daarmee in bij zijn ISP⁶. Die start het *Post Office Protocol* voor inkomende post. Dit stuurt een kopie van het bericht naar de computer van Marcel en slaat het daar op. Vervolgens wist de server het verzonden bestand en Marcel kan mijn bericht in zijn mailprogramma (ongeacht welk) openen en lezen.

Gemak met de browser

De hierboven geschetste groei van Internet zou ondenkbaar zijn als het gebruik ervan veel technisch kunst- en vliegwerk zou vragen. Om websites te bezoeken gebruiken we een bladerprogramma of *browser*. Deze biedt een overzichtelijk scherm met knoppen en rolmenu's. Een fraaie 'schil' rond de gecompliceerde onderliggende software die moeiteloos toegang geeft tot de verschillende applicaties die via Internet beschikbaar zijn.

Er zijn verschillende browsers op de markt die gratis worden verstrekt door de internetprovider of vaak al meegeleverd zijn bij de PC. Gekoppeld aan de browser zijn meestal programma's om te e-mailen, te chatten, via Internet te telefoneren, deel te nemen aan newsgroups, video's te bekijken en natuurlijk om te surfen, te dwalen over het Web.

Tot de tweede helft van de jaren negentig was Netscape – als opvolger van het allereerste bladerprogramma Mosaic – de meest gangbare browser. Het programma is er nog steeds en onlangs verscheen versie 6.2. Microsoft heeft inmiddels met Internet Explorer de leidende positie van Netscape overgenomen. Negentig procent van alle pc's werkt met het Windows besturingsstelsel. Op nieuwe pc's zijn de browser Microsoft Explorer en het mailprogramma Outlook in de Windows software geïntegreerd.

Toch verschijnen er scheurtjes in het monopolie. Aan het pc-besturingsstelsel Linux wordt wereldwijd door duizenden vrijwilligers gewerkt en versie 2.4 ervan verscheen in januari 2001. Linux is gratis en de broncode is vrij beschikbaar. Als Linux zich weet te ontwikkelen tot een gebruiksvriendelijk besturingsstelsel dat past in

⁵ Op de adressering op Internet en de werking van het DNS is in het Studieblad uitvoerig ingegaan in: *'De smaak van Internet: over diensten en hoe ze werken'*. 1997, pp. 578-601.

⁶ Heeft de geadresseerde een constante verbinding met Internet (alway on), bijvoorbeeld via ADSL, dan verschijnt automatisch een melding op het scherm: er is post!

► Afb. 5

Het Linux logo: de pinguïn.

de open en ietwat anarchistische internettraditie, zouden in de komende tien jaar wel eens steeds meer pc-gebruikers Windows de rug kunnen toekeren.

■ **Protocollen en toepassingen.**

Verloopt het contact eenmaal goed tussen onze browser, via de modem naar de internetprovider, dan herkent deze automatisch onze verzoeken of *requests*. De ene keer voor het verzenden of ophalen van e-mail, de andere keer voor het bezoek aan een bepaalde website of het binnenhalen (*downloaden*) van een bestand. Elke taak kent zijn eigen protocol; een verzameling internationale afspraken die de beoogde communicatie tussen computers mogelijk maakt. Hieronder als voorbeeld enkele bekende toepassingen en protocollen. Op Internet worden nog vele andere protocollen gebruikt, die we

hier buiten beschouwing laten omdat ze niet dagelijks door u gebruikt zullen worden.

HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) is de basis van het World Wide Web (WWW) en wordt gebruikt om Webpagina's mee op te halen. Het is een eenvoudig communicatieprotocol dat snelle uitwisseling van informatie mogelijk maakt. HTTP maakt deel uit van de familie van internetprotocollen en hoort bij TCP/IP zoals boter bij de vis. Het aantrekkelijke van HTTP is dat geen rekening hoeft te worden gehouden met de aard van de uit te wisselen gegevens.

Zowel opgemaakte tekst als beeld, video en geluid kunnen met HTTP worden uitgewisseld.

Het *Simple Mail Transport Protocol* (SMTP) is een veel toegepast protocol voor het verspreiden van e-mail, elektronische boodschappen en bijgesloten files, naar een of meer elektronische brievenbussen.

Het *File Transfer Protocol* (FTP), eveneens een veelgebruikt protocol op Internet, is de eenvoudigste manier om bestanden uit te wisselen tus-

Top-level domeinnamen

De top-level domeinnamen verdelen de totale verzameling internetadressen in een beperkt aantal hoofdcategorieën. Voor het zoeken in de DNS databases heeft dat grote voordelen, omdat al in de eerste zoekstap een groot deel van alle adressen wordt uitgesloten. Enkele voorbeelden zijn:

.com voor een commerciële onderneming (wereldwijd beslaan de 'dot-coms' meer dan de helft van alle 18 miljoen geregistreerde domeinnamen);
 .gov voor de Amerikaanse overheid;
 .net voor een ISP;
 .org voor een non-profit organisatie.

level domeinnamen zijn er ruim 240 codes toegekend om bestanden te lokaliseren die zijn opgeslagen op host computers in een bepaald land. Deze twee-letter Internet landencodes zijn vastgelegd als ISO 3166 (zie www.unicode.org/unicode/onlinedat/countries.html). Enkele voorbeelden zijn:

.fo voor de Faeröer Eilanden;
 .it voor Italië;
 .mn voor Mongolië;
 .nl voor Nederland;
 .zw voor Zimbabwe.

Aan het laatste deel van het adres is dus al iets af te lezen van de herkomst, of het soort organisatie waarnaar het adres verwijst. Zo zou een adres dat eindigt met '.co.mn' kunnen duiden op een commerciële site in Mongolië. Verschillende zoekmachines bieden daarom de mogelijkheid om het zoekgebied in te beperken tot een bepaald top-level domein.



De Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) heeft in 2000 enkele nieuwe top-level domeinnamen goedgekeurd, waaronder .museum, .info, .biz en .coop (zie: <http://www.icann.org>). In aanvulling op deze top-

ICANN

sen computers en Internet. Net zoals het HyperText Transfer Protocol (HTTP) en het Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) is FTP een applicatieprotocol dat gebruik maakt van TCP/IP (netwerkprotocol). FTP wordt gewoonlijk gebruikt om Webpagina's naar de server te uploaden. Ook wordt FTP veel gebruikt voor het downloaden van bestanden van servers zoals computerprogramma's en presentaties.

Zwerven op het Web

Hoe twee computers of een computer en een server elkaar kunnen vinden in de onoverzienbaarheid van Internet, is in het voorgaande in grote lijnen beantwoord. Centrale begrippen bleken de domeinnamen, de DNS-servers en het IP-adres. Daar voegen we nu de *Uniform Resource Locator* (URL) aan toe.

Een URL (bijvoorbeeld <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/PictDisplay/Boole.html>) identificeert op het Web een *speciale* file op een *speciale* computer op een *speciale* plek op Internet. Achter een URL in tekst gaat ook weer een 'echte' URL schuil, in de vorm van een door een DNS-server gegeven IP-adres. In het voorbeeld hierboven wordt de computer aangegeven door het deel van de URL die het domein aangeeft, het deel voor eerste slash ' / ': <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk>. De website blijkt te zijn gewijd aan de geschiedenis van de wiskunde en staat op een computer van de University of St. Andrews in Schotland. Via een pad dat leidt naar </history/PictDisplay/Boole.html> komen we bij een afbeelding van de wiskundige George Boole. Een bestand dat blijkens de extensie deel uitmaakt van een HTML-pagina (*HyperText Markup Language*). Het betreffende plaatje is elders in dit artikel weergegeven. De bron van de website maakt dat we erop vertrouwen dat de beeltenis

inderdaad die van George Boole is. Het zou bij een minder betrouwbare site evengoed zomaar iemands betovergrootvader kunnen zijn!

- **Hyperlinks.** De werking van het Web berust voor een belangrijk deel op *hyperlinks* als methode om door de aangeboden informatie te manoeuvreren. We spreken van een hyperlink als een document woorden bevat die doorverwijzen naar enige andere pagina ergens op het Web. Ze zijn herkenbaar aan hun kleur en onderstreping, en aan de cursor die verandert in een handje zodra hij op een hyperlink komt. Deze is gekoppeld aan een bepaalde URL: 'Meer informatie over dit onderwerp vindt u [hier](#).' Door met de muis op de link '[hier](#)' te klikken, gaat de browser automatisch naar de aangegeven locatie. Het Web vormt dus via alle hyperlinks tussen webpagina's een bijna oneindig groot netwerk van kruisverwijzingen. Een bekend probleem is dat het bestand waarnaar een hyperlink verwijst, is verwijderd of verhuisd. We krijgen dan de melding: '**Not Found.** The requested object does not exist on this server. The link you followed is either outdated, inaccurate, or the server has been instructed not to let you have it.' De melding illustreert het belang van een actuele, goed onderhouden, professionele en betrouwbare website. Vaak is die (mede) te herkennen aan een mededeling als bijvoorbeeld 'Last updated on: Dec 6, 2001', maar minstens zo belangrijk is natuurlijk de goede naam van de organisatie die de site op het Web heeft gezet. Daarnaast maakt de melding duidelijk dat sommige websites alleen met een wachtwoord of via een speciale, beveiligde toegang zijn te bereiken.

- **Presentatie op het Web met HTML.** Het maken en vormgeven van documenten voor het Web gebeurt meestal in de *HyperText Markup Language* (HTML). Het is een internettoepassing van de programmeertaal SGML (*Standard Graphic Markup Language*) en sinds 1990 in gebruik voor het Web. HTML werkt met het in de tekst aanbrengen van labels of *tags*. Deze beschrijven opmaakkenmerken van het document. Aan HTML-pagina's kunnen gemakkelijk beeld, animaties, geluid en hyperlinks worden toegevoegd. De HTML-specificaties worden opgesteld en gepubli-

7 De haken en ogen bij contentmanagement – het up to date houden van de informatie op webpagina's – is in het Studieblad beschreven in het artikel: 'Contentmanagement: niet alleen klant koning?'. 2001, pp.167-187. De verdiepingsstof bij dit artikel gaat uitgebreid in op de relatie tussen contentmanagement en XML.

ceerd door het World Wide Web Consortium (W3C). Deze open en internationale organisatie streeft naar 'verdere ontwikkeling van algemeen toepasbare technologieën - specificaties, richtlijnen, software en tools - die het Web tot volle ontplooiing brengen als een forum voor informatie, handel, communicatie en wederzijds begrip'. Via het consortium wordt HTML steeds verder uitgebreid en gestandaardiseerd (zie: www.w3c.org).

- **Scheiden van vorm en inhoud met XML.** Een website is op een bepaalde manier vormgegeven en bevat meerdere (soms duizenden) pagina's met informatie. Als die informatie bestaat uit de geschiedenis van de wiskunde zal het niet nodig zijn de inhoud regelmatig te herzien. Heel anders wordt het, als de site ons informeert over producten en prijzen, als er technische onderwijsmodules op staan, of vertrektijden van vliegtuigen. De gehele inhoud (*content*) van de website zal dan regelmatig moeten worden herzien, en wellicht moet daarvoor ook de structuur van de site (interne *links*, werkbalk, menu of achtergrondkleur) worden aangepast.

Als het bestand is opgesteld in HTML vereist dat een complete – dus dure en tijdrovende – herziening?

Evenals HTML is XML (*eXtensible Markup Language*) afgeleid van SGML. De coderingstaal XML bestaat uit een zich snel uitbreidende familie van standaards, die zich het best laat omschrijven als raamwerk of architectuur.

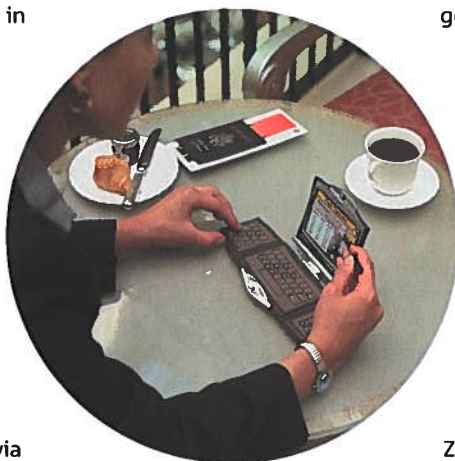
Met XML is het beheer van via het Web ontsloten informatie eenvoudiger te realiseren. Typereend voor een op XML gebaseerde werkwijze is dat de materiedeskundige auteur van informatie en de makers/ontwerpers van een website zich elk bij hun eigen leest kunnen houden. De auteur blijft eigenaar van zijn informatie. De ontwerper schept een kader voor die informatie in de vorm van een XML-stylesheet.

XML definieert op een voor de computer herken-

bare manier of iets een prijs, een naam of de code/catalogusnummer van een reserve-onderdeel is. Net als bij HTML gebeurt dat met labels of *tags*, maar ditmaal zijn die tags primair gericht op het structureren (en daarmee ontsluiten) van de inhoud in plaats van op het voor de browser toegankelijk maken van presentatiekenmerken (kop, cursief, vet, etc.). Zoeken in grote catalogi op Internet zou zonder XML niet zo gemakkelijk gaan als het nu veelal is.

Surfen of zoeken

Twee miljard webpagina's, waaraan er elke minuut gemiddeld vijfduizend worden toegevoegd. Een deel daarvan valt af vanwege de taal, een deel vanwege het onderwerp, maar zelfs wat overblijft is niet te overzien. Blindelings surfen over het Web van de ene hyperlink naar de andere zou een meer dan levensvullende bezigheid zijn. Surf eens op de site van the Library of Congress, binnen hun volledig digitaal ontsloten bibliotheek. Alleen daar al ben je maanden onder dak met tekst, beeld en geluid. Voor wie al surfend op zoek is naar bepaalde informatie zal het vinden ervan een heksentoer blijken. Probeer maar eens surfend informatie over Peter Styuvesant te vinden, de Fries en stichter van het latere New York.



◀ Foto 4

Mobiel Internet, het komt eraan.

Zoekmachines kunnen in dat geval waardevol en behulpzaam zijn. Ze leveren echter zelden direct preces op wat je zoekt, en dikwijls zoveel dat je er niets mee kunt. En als je informatiebronnen vindt, hoe beoordeel je daarvan dan de status, de betrouwbaarheid en de actualiteit. Iedereen op de wereld is immers vrij om het eigen gedachtegoed aan het Web toe te vertrouwen – en dat moet ook beslist zo blijven. Een kwaliteitskeurmerk – zoals een krant of vaktijdschrift dat



▲ Afb. 6

Op Internet zoeken naar plaatjes via www.google.com.
Een bekende wetenschappelijke directory is Infomine
<http://infomine.ucr.edu>.

gewoonlijk geeft in de samenstelling van de redactie en de keuze van journalisten en auteurs – ontbreekt op het Web.

Het blijft dus altijd nodig om zelf de informatiestroom te richten, in te dammen en kritisch te beoordelen. Dat kan door de zoekvraag zo specifiek mogelijk te maken of gericht te zoeken op nieuwe trefwoorden binnen reeds gevonden sites, en door op de datum, de herkomst en betrouwbaarheid van de bron te letten.

■ **Zoeken op het Web.** Wie op zoek is naar bepaalde informatie kan die op het Web langs drie wegen vinden: via een 'subject directory', met een zoekmachine of in het zogenaamde 'deep Web' (soms wel ten onrechte het invisible Web genoemd).

• Een subject directory of portal is een dienst die een thematisch geordende verzameling links naar internetbronnen biedt. Deze kan zijn samengesteld door makers of beoordelaars van sites, en is onderverdeeld in onderwerpcategorieën. Een aardig voorbeeld hiervan is <http://www.startpagina.nl>. Directory diensten gebruiken bepaalde selectiecriteria om links op te nemen, maar die criteria en de mate van selectiviteit kunnen nogal verschillen. Binnen de meeste directories kan worden gezocht. Er is een belangrijk onderscheid

8 Meer informatie over zoekmachines is te vinden op <http://searchengineshowdown.com>, <http://searchengine-watch.com> en bijvoorbeeld op het veelzijdige www.howstuffworks.com.

tussen wetenschappelijke of professionele directories en commerciële, die zich richten op een breed publiek. Infomine van de universiteit van Californië is een goed voorbeeld van een wetenschappelijke directory. Yahoo, Planet en HetNet zijn andere voorbeelden van commerciële portals. Een subject directory is doorgaans goed bruikbaar als startpunt voor algemene vragen.

- ♦ Een zoekmachine is een database van internetfiles met een zoekfunctie⁸. De database verzamelt informatie met een computerprogramma dat vanwege het beeld van het *Web* vaak een *spider* wordt genoemd. De zoekmachine geeft een index op basis van de verzamelde files, bijvoorbeeld titel, volledige tekst, omvang of URL. Er zijn geen selectiecriteria voor het verzamelen van

Zoeken volgens Boole

In een zoekmachine zou je als vraag kunnen invoeren: 'Waar koop ik de lekkerste olijfolie'. Deze vorm van 'natural language searching' blijkt vaak slecht te werken. George Boole, een Engelse wiskundige en logicus, was de eerste die inzag dat je met eenvoudige logische termen bijna alle vragen kunt formuleren. Met 'en', 'of' en 'niet', in combinatie met haakjes die de volgorde bepalen, zou je de bovenstaande vraag als volgt kunnen formuleren: (olijfolie

EN (lekker OF smakelijk)) (NIET recept)

EN (leverancier OF importeur).

In 1854 publiceerde Boole 'An investigation into the Laws of Thought, on Which are founded the Mathematical Theories of Logic and

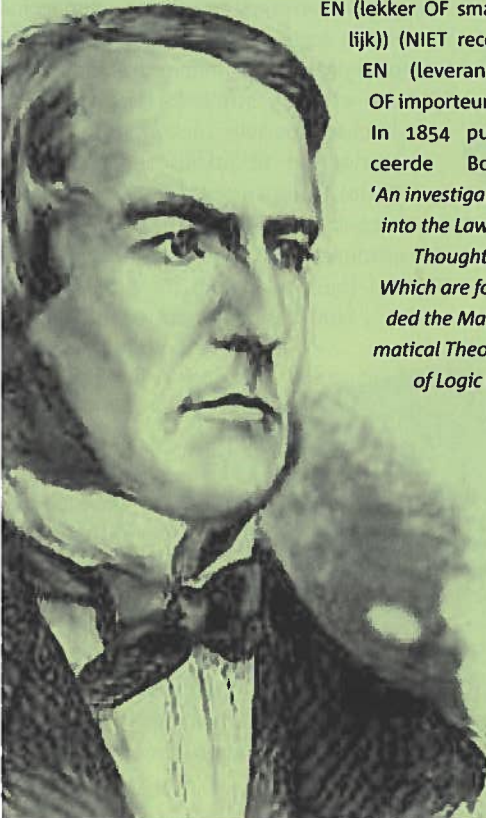
Probabilities'. Hij vertaalde de logica tot een vorm van algebra en verlegde het vakgebied daarmee van de filosofie naar de wiskunde. Boole wees op de overeenkomst tussen symbolen die de algebra gebruikt en logische symbolen. Boolean algebra, de geformaliseerde logica, vindt nu alom toepassing in de computerwereld bij de constructie van chips, in schakelcircuits en dergelijke.

De termen AND, OR en NOT worden *boolean operators* genoemd. Net als de termen ADJ(adjacent), WITH of NEAR, die aangeven dat twee of meer woorden in dezelfde zin of hetzelfde artikel moeten voorkomen. (Deze laatstgenoemde operatoren worden niet door alle zoekmachines ondersteund). Lycos, AltaVista en verschillende andere zoekmachines ondersteunen de belangrijkste *boolean operators*. Soms moet je daarvoor kiezen voor geavanceerd zoeken (*advanced query*) of speciale zoekopties (*search options*) gebruiken.

De prioriteitsregels van de booleaanse logica schrijven voor dat NOT prioriteit heeft op AND en OR, en dat AND prioriteit heeft op OR. Deze volgorde is te wijzigen door haakjes te gebruiken, zoals in het bovenstaande voorbeeld, maar niet alle zoekmachines bieden die mogelijkheid. In diverse zoekmachines zijn boolean operators al impliciet – als *default* – aanwezig maar verschillen ze. Zo leest AltaVista de zoekopdracht 'olijfolie lekkerste' als 'olijfolie OR lekkerste'. HotBot, Google en Northern Light lezen dezelfde zoekopdracht als 'olijfolie AND lekkerste'. De gevonden webpagina's zullen dan ook sterk verschillen.

◀ Afb. 7

Boole (1815 - 1864) <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/PictDisplay/Boole.html>



files, hoewel een evaluatie mogelijk is op basis van de rangorde van de zoekresultaten. Google is een goed voorbeeld van een krachtige en veelzijdige zoekmachine. De keuze voor een bepaalde zoekmachine is vaak afhankelijk van de vraagstelling. Een interessante en regelmatig bijgewerkte evaluatie van zoekmachines, 'A basic guide to the

▼ Foto 5

Toekomstmuziek? Welnee, nu te koop... de Nokia 9210 Communicator is tegelijk een Personal Digital Assistant (PDA) met tekstverwerking, spreadsheet en presentatiesoftware, GSM-telefoon, webbrowser en mobiel e-mail apparaat.



Internet', is op Internet te vinden op <http://library.albany.edu/internet/searchnet.html>. Onder andere worden zoekmachines daar vergeleken op kwalitatieve aspecten als: kun je zoeken naar velden en filetypen (audio/muziek, taal, geografische locatie etc.), kun je gebruik maken van alternatieve zoekopties, kun je gelijktijdig zoeken met meerdere zoekmachines e.d. Daarnaast zal de 'Basic Guide' je vermoedelijk kunnen wijzen op het bestaan van zoekmachines en directories waarvan je niet eerder hebt gehoord.

- ♦ Het deep Web bestaat uit informatie die is opgeslagen in databases die op het Web zijn aangesloten en waarin gezocht kan worden. Voor het verkrijgen van informatie uit deze databases moet een aparte zoekvraag worden geformuleerd. Ze bevatten doorgaans een vrij specifiek onderwerp, of aspecten van een onderwerp, maar bevatten soms ook complete websites. Zoekmachines kunnen of zullen deze informatie om technische redenen niet opnemen. Het *deep Web* bestaat uit bestanden die een zoekmachine niet kan screenen op trefwoorden (multimediamateriaal, sommige PDF-documenten etc.). Verschillende zoekmachines hebben speciale zoekopties om zulke bestanden te lokaliseren. AltaVista, Excite, HotBot en Lycos zijn voorbeelden van zoekmachines die speciale files kunnen opzoeken. In Google is het zoeken naar PDF-files (bestanden met de extensie .pdf) een standaard optie. Via de site www.invisibleweb.com

zijn 10.000 thematisch geordende en via het Web toegankelijke databases ontsloten. Het *invisible Web* blijkt dus allerm minst onzichtbaar te zijn, vandaar dat de term *deep Web* een betere is.

■ **Hoe zoekmachines werken.** Zoekmachines zijn computers die met hun software 'het Web over kruipen' als een spin, maar dan vele malen sneller. De *spider* of *webcrawler* doorzoekt Internet en verzamelt trefwoorden mét hun vindplaats op het Web. Vervolgens codeert de zoekmachine de gevonden informatie in een zeer gecompliceerde vorm, en maakt een index van de gevonden trefwoorden. Voor het coderen kent de zoekmachine aan elk trefwoord een bepaald gewicht toe. Wat tellen we zwaarder: het woord 'Rome' in de URL, in de titel, in de tekst, in de eerste twintig regels, of het aantal keren dat het in de tekst voorkomt. Iedere zoekmachine heeft zo z'n eigen (zeer geheime!) zoekstrategie en weging van factoren. Sommige zoekmachines bekijken slechts een steekproef uit een webpagina. Dat maakt dat de gevonden resultaten per zoekmachine sterk kunnen verschillen.

De verzamelde data worden gecodeerd om ruimte te besparen en opgeslagen in een database om door u geraadpleegd te kunnen worden. De search engine Google (www.google.com) blijkt eind 2001 met 1 miljard geïndexeerde webpagina's veruit de grootste te zijn. Google indexeert daarnaast ook de *links* op de pagina, en als we die meetellen komt Google op 1,4 miljard geïndexeerde webpagina's.

Tal van *spiders* doorzoeken het Web 24 uur per dag en de aangeleverde informatie wordt doorlopend ververst. Toch kan het even duren voor een nieuwe, actuele term of site in een zoekmachine wordt aangetroffen: er moet eerst een *spider* zijn langs geweest om hem te signaleren.

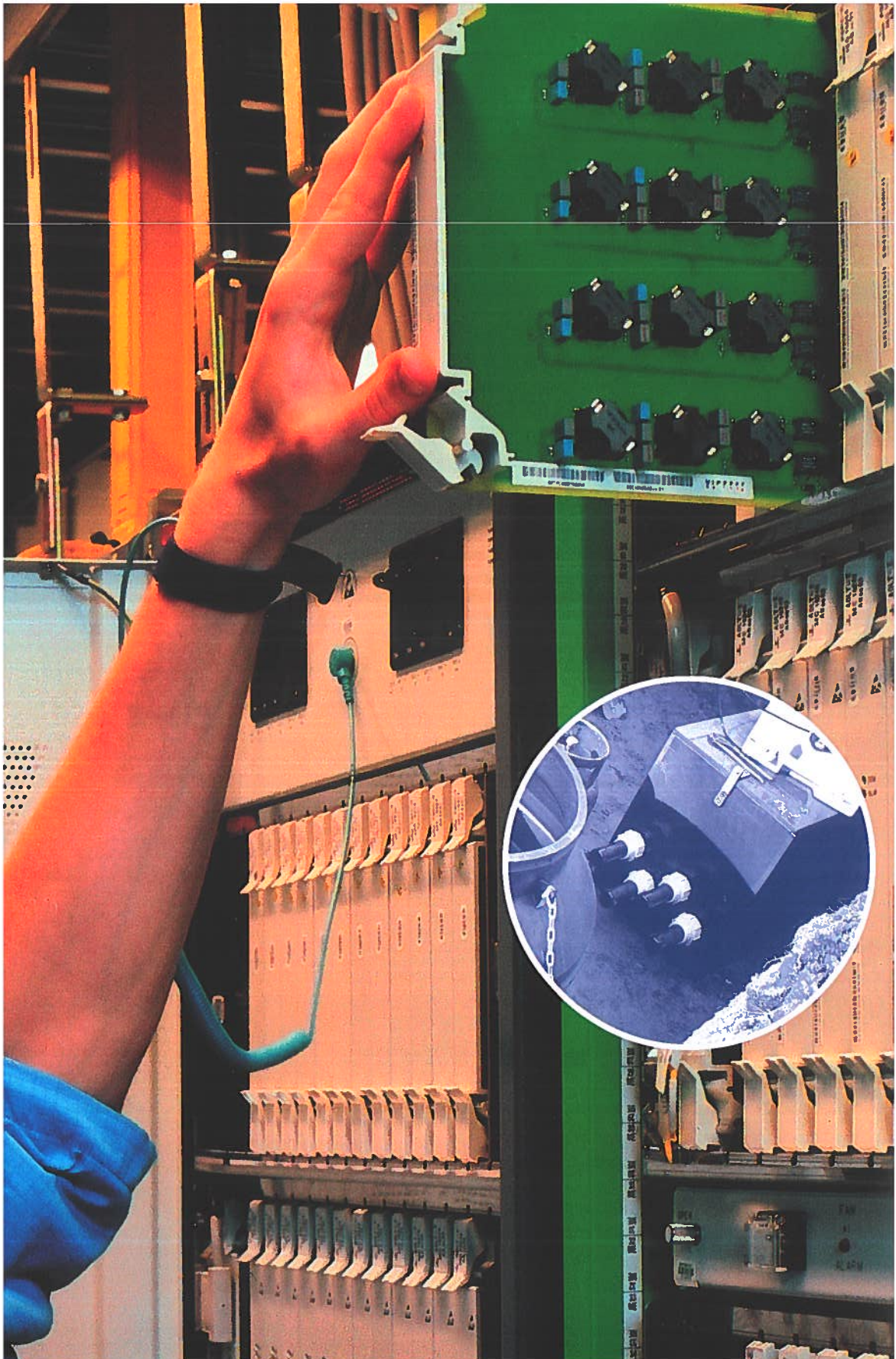
Internet in een analoge wereld

Er is meer informatie te vinden buiten dan op het Web. Niet alleen de veelheid aan analoge informatie is op het Web onvindbaar, zoals de geuren en geluiden in de Parijse metro of de indrukken van een wérkelijk bezoek aan het Musée d'Orsay. Veel bronnen en archieven bevatten niet-digitale informatie, terwijl de beheerder van de collectie niet de middelen heeft (of de noodzaak ziet) deze voor Internet te ontsluiten. Het zoeken naar informatie in bibliotheken, archieven of musea is dus dikwijls nodig als aanvulling op wat het Web te bieden heeft. Ben je bijvoorbeeld historicus

dan is de situatie zelfs omgekeerd, gezien de huidige situatie op het gebied van ontsluiten van unieke historische bronnen. Internet is dan leuk om erbij te hebben ('nice to have' om deze op internet populaire kreet maar eens te gebruiken), een bezoek aan bibliotheken en archieven blijft verplichte kost ('must have').


Het Web biedt daarnaast de mogelijkheid tot handel. Je vindt er virtuele etalages van de meest uiteenlopende leveranciers, graanprijzen en aandelenkoersen. Er zijn virtuele veilingen, je kunt online reizen boeken en boeken kopen of CD's.

Behalve de informatie die door mensen wereldwijd beschikbaar wordt gesteld, biedt het Web alle vormen van beeldschermvertier. Spelen met anderen in virtuele werelden, deel uitmaken van een *Internet community*, e-mailen, discussiëren, deelnemen aan een *newsgroep*, of *chatten* met iemand die je niet snel aan de cafétafel treft. Legio mogelijkheden die we zouden kunnen beschouwen als aanvullingen op ons alledaags sociaal verkeer. Internet is de hype voorbij en heeft nu een even vanzelfsprekende aanwezigheid als radio, tv en telefoon. En daarmee zijn we meteen beland bij waar het op Internet in de allereerste plaats om gaat: communicatie met anderen.





Data- communicatie: elektronische pakketpost



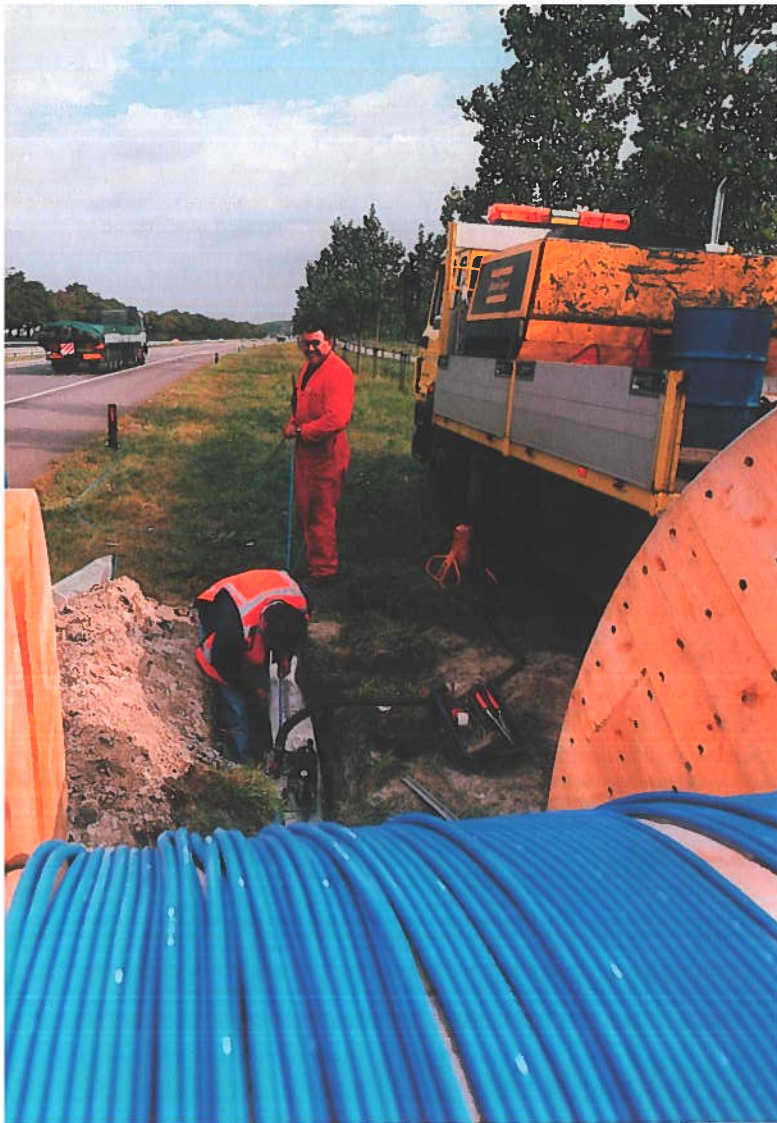
Nagenoeg alle bedrijven in Nederland maken op een of andere manier

gebruik van datacommunicatie. Voor de een gaat het daarbij om uitwisseling van bedrijfskritische informatie met het hoofdkantoor, voor de ander om het versturen van een eenvoudig e-mailberichtje naar collega's. Voor deze communicatie tussen twee partijen is uiteraard een netwerk nodig. Daarbij kan worden gekozen voor een eigen communicatie-infrastructuur zoals een Local of Wide Area Network (LAN, WAN). Beheer en onderhoud van zo'n netwerk moeten in dat geval zelf worden opgepakt. Wie deze veelal bedrijfsvreemde werkzaamheden wil vermijden, kan ook gebruik maken van datacommunicatienetwerken van telecomoperators. Op die manier kan bovendien worden geprofiteerd van allerlei pasklare diensten en toepassingen die deze aanbieders leveren.

Martin Franke
Ysbrand van der Veen*

Met de komst van de computer in de kantooromgeving, heeft het begrip datacommunicatie een grote vlucht genomen. Werd in de beginjaren nog vaak gebruik gemaakt van stand-alone PC's, al snel werden netwerken ontwikkeld die de PC's onderling verbonden om zo de communicatie tussen twee partijen te vereenvoudigen. De ontwikkeling van grootschalige datacommunicatienetwerken was een logische volgende stap. Een

* Bij de samenstelling van dit artikel is dankbaar gebruik gemaakt van: A. Welling, *Het OSI-model, dl. 1: Een raamwerk voor datacommunicatie*, KPN Studieblad, mei 1990, pp. 204-215.



▲ Foto 1

stap die de wereld bovendien binnen ieders handbereik bracht. Een logische vereiste voor deze wereldomspannendheid is het toepassen van internationale communicatiestandaards. De kracht hiervan wordt wel het beste geïllustreerd door de telefoon.

Een gevestigde internationale standaard voor datacommunicatie is X.25. De X.25 aanbeveling is geïmplementeerd in circa 200 netwerken, wat datacommunicatie met meer dan 160 landen mogelijk maakt. Veel bekender bij het grote publiek dan de op X.25-gebaseerde netwerken –

in Nederland *Datanet-1* van KPN Telecom – is het wereldomspannende Internet, waarop elders in dit Studieblad uitgebreid wordt ingegaan. Internet heeft gezorgd voor een ware revolutie in datacommunicatie; zelfs in tal van huishoudens gaat 's avonds de PC wel even aan om over het World Wide Web te surfen, een e-mailtje te versturen of live het weer te bekijken op een plek naar keuze.

Maar al zijn zowel Internet als *Datanet-1* netwerken voor datacommunicatie, er zijn wel degelijk verschillen tussen beide. Internet is een zogenaamd best-effort netwerk, dat wil zeggen dat het netwerk zijn best doet om data zo snel en betrouwbaar mogelijk van *a* naar *b* te brengen, maar dat daarover geen garanties te verkrijgen zijn. Voor het doorgeven van gevoelige of zeer hoge prioriteit eisende zaken als uw cardgegevens tijdens pinnen of het 'stil' alarm bij een inbraak is Internet dan ook niet geschikt. Dat is anders in

een X.25-netwerk als *Datanet-1* van KPN telecom. Kenmerkend voor *Datanet-1* zijn het gelijktijdig bieden van drie garanties: foutvrije informatieoverdracht, vertrouwelijke verzending en zeer hoge beschikbaarheid (99,99%).

Het gebruik van datacommunicatienetwerken zoals *Datanet-1* geldt dan ook nog steeds als aantrekkelijk. Zo wordt datacommunicatie via X.25 onder andere ingezet voor interbancair betalingsverkeer en transport van logistieke data¹.

Via ISDN is bovendien een zeer kostenefficiënte oprit (9600 bit/s) naar *Datanet-1* beschikbaar in de vorm van het signaleringskanaal, ook wel bekend als het D-kanaal. Onder meer voor de detailhandel is de op het ISDN D-kanaal beschikbare dienst *Digi-Access PIN* een ideale oplossing.

¹ Zie hiervoor onder meer het themanummer *Vijftien jaar Datanet-1*, KPN Studieblad, juni/juli 1997.

Want terwijl de beide ISDN gesprekskanalen (B-kanalen) beschikbaar blijven voor inkomend en uitgaand telefoneren, kunnen via het D-kanal de qua data-omvang beperkte pin-transacties razendsnel en veilig worden afgewikkeld.

Ook voor consumenten is ISDN een aantrekkelijk drie-in-één netwerk. Het gaat dan naast bel-len en internetten (via de B-kanalen) om het over het D-kanal op basis van X.25 doorgeven van 'stil' alarm. Dit gaat razendsnel omdat via het D-kanal altijd een virtuele verbinding naar de centrale beschikbaar is. Dit in tegenstelling tot het telefoonnet waarin de verbinding altijd eerst moet worden opgebouwd. Iets wat gemiddeld

30-40 seconden kost. Particuliere Alarm Centrales (PAC's) zijn reeds aangesloten op de 'X.25-wolk', zodat het in bedrijf stellen van de dienst *Digi-Access Alarm* snel en efficiënt kan gebeuren.

Een aparte toepassingsgebied van X.25 is besturing op afstand van vitale bedrijfsfuncties zoals telemetrie. Ook hiervoor kan het ISDN D-kanal worden ingezet. Het kan daarbij gaan om zulke uiteenlopende zaken als het op afstand bewaken of beheren van bruggen, koelinstallaties, computersystemen, pompen en gemalen.

In dit artikel wordt het onderwerp datacommunicatie behandeld. We doen dat aan de hand van

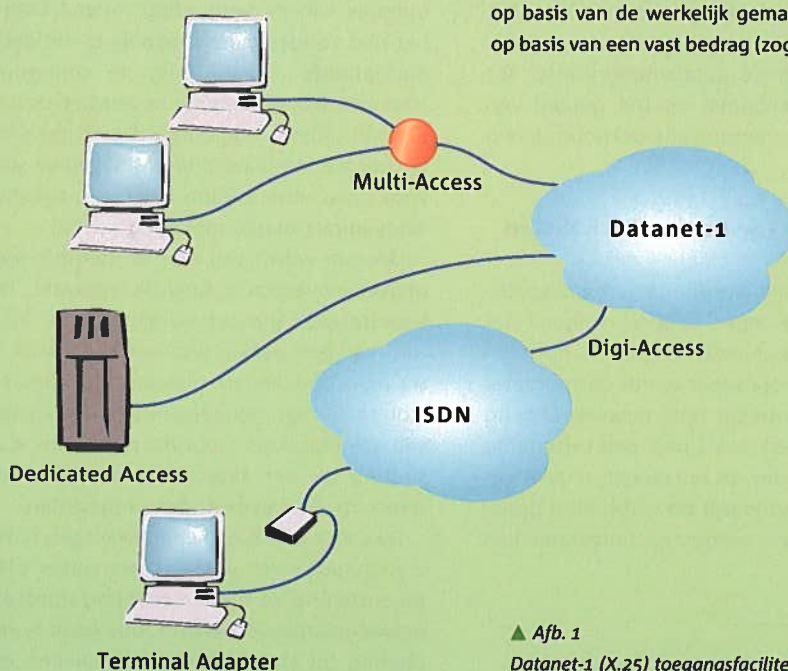
Datanet-1

Datanet-1 is een end-to-end beheerde dienst van KPN Telecom voor uitwisseling van relatief kleine hoeveelheden data (tot 64 kbit/s). Datanet-1 is gebaseerd op de bewezen X.25-paketschakeltechnologie.

Toegang tot Datanet-1 is mogelijk via ISDN (Digi-access) of via een vaste verbinding (Dedicated Access

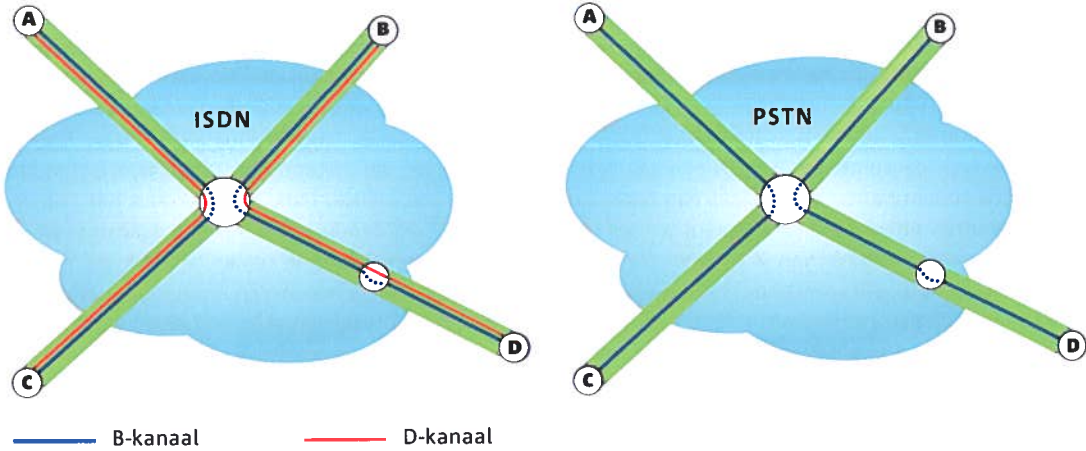
en Multi-Access). In het laatste geval, Multi-Access, wordt op de klantlocatie een door KPN Telecom beheerde X.25-switch neergezet. In afbeelding 1 is een en ander schematisch weergegeven.

Afhankelijk van de intensiteit van het gebruik kan voor alle toegangsvormen gekozen worden voor betaling op basis van de werkelijk gemaakte verkeerkosten of op basis van een vast bedrag (zogenaamd flat-fee).



▲ Afb. 1

Datanet-1 (X.25) toegangsfaciliteiten.



▲ Afb. 2

Circuitschakelen. De informatiestroom volgt één exclusief gereserveerd circuit door het netwerk.

het X.25-protocol, omdat alle belangrijke netwerkaspecten van datacommunicatie daarbij aan de orde kunnen komen. Om te beginnen passeert echter eerst de theorie van het pakketschakelen – de grondslag van datacommunicatie – de revue. Verder wordt ingegaan op het zogenaamde OSI-model en op het begrip logische kanalen. Ook komt een steeds actueler wordend fenomeen aan bod, namelijk mobiele datacommunicatie. Tot slot zullen ontwikkelingen op het gebied van hogesnelheid datacommunicatie beknopt op een rij worden gezet.

Pakketschakelen versus circuitschakelen

In telefonienetwerken wordt een verbinding tussen zender en ontvanger opgezet volgens het zogenaamde circuitschakelprincipe. Via het telefoontoestel van de oproeper wordt het nummer van de opgeroepene bij het netwerk bekend gemaakt. Het netwerk zoekt naar een verbinding (circuit) tussen zender en ontvanger. Is zo'n circuit beschikbaar dan wordt de verbinding opgezet. De route tussen zender en ontvanger kan

voor elke nieuw op te zetten verbinding anders zijn, maar *tijdens* een verbinding blijft deze gelijk (zie afbeelding 2). Zodra de verbinding tot stand is gekomen, betaalt de oproeper de kosten daarvoor tot het moment dat deze weer verbroken wordt.

Voor datacommunicatie heeft deze manier van communiceren een aantal nadelen. Zo duurt de opbouw van de verbinding relatief lang terwijl het niet zonder meer mogelijk is om gelijktijdig met andere aansluitingen te communiceren. Voor de verbinding moet bovendien ook worden betaald tijdens momenten dat er geen informatieoverdracht plaats vindt. Met andere woorden, voor datacommunicatie blijkt een circuitgeschakelde infrastructuur niet erg geschikt.

Daarom wordt van een efficiëntere wijze van gegevensoverdracht gebruik gemaakt: het pakketschakelen (packet switching). De infrastructuur van een pakketgeschakeld netwerk bestaat uit de verbindingen tussen zogenaamde nodes (computers van het netwerk) en de aansluitingen van de gebruikers. Gebruikers van een vaste aansluiting op het datacommunicatienetwerk zijn direct op één van de nodes aangesloten.

De communicatie in een pakketgeschakeld netwerk vindt over wisselende routes plaats. In tegenstelling tot circuitschakeling wordt er in een pakketgeschakeld netwerk dus geen fysieke verbinding tot stand gebracht, maar een logische. De datastroom wordt daartoe in pakketten

² Met de 8 bits die elk de waarden 0 of 1 kunnen hebben, zijn 2 tot de macht 8 (256) combinaties te maken.

'gehakt' die vervolgens ieder voor zich over het netwerk worden verstuurd. Voor elk pakket wordt de op het moment van aanbieden meest efficiënte route door het netwerk gekozen (zie afbeelding 3).

Alle datapakketten worden van het bestemmingsadres en een volgnummer voorzien. Een pakket dat bij een node aankomt, zal tijdelijk in zijn buffer geplaatst worden. Is sprake van een netwerk dat aan kwaliteitscontrole doet zoals Datanet-1, dan wordt beoordeeld of het pakket foutloos is aangekomen of dat onderweg vermindering van de data heeft plaatsgevonden. Mocht dit onverhoopt het geval zijn, dan kan de node verzoeken om het pakket opnieuw te versturen.

Aan de hand van de adressering bepaalt een node tevens of het pakket zijn bestemming bereikt heeft. Zo niet, dan wordt het doorgezonden naar een volgende node. Dit wordt het *store-and-forward* principe genoemd (zie afb. 4). De controles in de verschillende nodes duren hooguit enkele milliseconden. Naast controle van de datastroom heeft het store-and-forward principe nog een ander voordeel, te weten snelheidsconversie. Dit wil zeggen dat de aansluiting die het pakket verzendt, niet dezelfde snelheid hoeft te hebben als de ontvangende partij. Als een pakket is aangekomen bij de node waarvoor het bestemd is, dan wordt aan de hand van het volgnummer de originele datastroom hersteld.

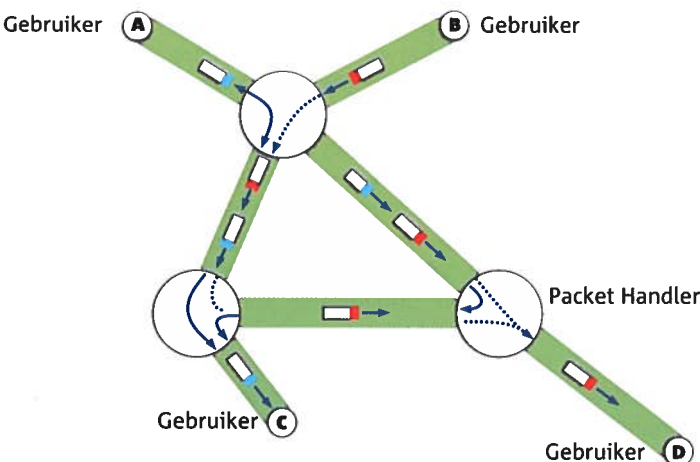
De datapakketjes zijn opgebouwd uit bits. Een

bit kan de waarde 0 of 1 hebben; 8 bits vormen een byte. Eén byte kan een karakter vormen. Een voorbeeld hiervan is de American Standard Code for Information Interchange (ASCII). Een byte kan 256 verschillende waarden representeren², dus er is binnen deze code voldoende ruimte voor kleine letters, hoofdletters, getallen en bijzondere tekens. Elk teken – cijfer, letter, leesteken – wordt een *karakter* genoemd.

Asynchrone en synchrone transmissie

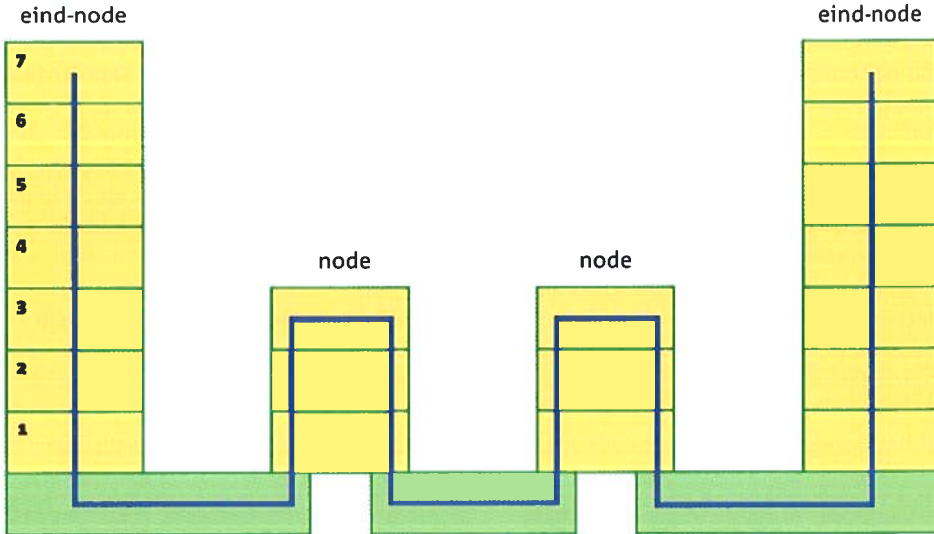
Bij het transport van de karakters over een verbinding is het zaak om de bitstream te kunnen herleiden tot (uiteindelijk voor mensen) betekenisvolle eenheden, dat wil zeggen bytes. Bij asynchrone transmissie gebeurt dit door middel van zogenaamde *start- en stopbits*. Een startbit wordt voorafgaand aan een karakter verstuurd. Dit bit start bij binnenkomst een 'klok' in de ontvangende apparatuur, die vervolgens de bits telt die volgen op het startbit. De 8 bits die gezamenlijk het byte vormen, kunnen nu herkend worden waarna een stopbit volgt. Dit bit stopt de klok, waarna het volgende karakter kan worden verstuurd.

Zoals gezegd, wordt in de meeste datacommunicatienetwerken de informatie in pakketten verzonden. Een pakket bestaat uit een maximaal aantal bytes (2048), met daaraan toegevoegd het bestemmingsadres. Door het pakket vervolgens in een *frame* te verpakken, kan er tevens een



◀ Afb. 3

Pakkettschakelen. De datapakketjes worden stuk voor stuk via de meest efficiënte route door het netwerk gestuurd.



▲ Afb. 4

Tussen de verzendende en ontvangende computer(s) liggen in de regel verschillende nodes (schakelpunten) die de datapakketten volgens het zogenaamde store-and-forward principe aan elkaar doorgeven. De volgorde waarin datapakketten de nodes passeren is in principe onbelangrijk. Op de eindbestemming worden ze op basis van het nummer dat ze toegekend hebben gekregen, weer in de correcte volgorde geplaatst.

codering aan worden toegevoegd die het begin en einde aangeeft. Dit gebeurt door middel van de zogenaamde *begin- en eindvlag*. De vlaggen zijn herkenbaar aan een bepaalde vaste bitcombinatie. Mocht deze combinatie toevallig ook in de informatie zelf voorkomen, dan wordt het principe van *bitstuffing* toegepast. Dat wil zeggen dat aan de bewuste combinatie automatisch nullen worden toegevoegd. De ontvangende apparatuur haalt deze bits weer uit de data.

Met de beginvlag wordt het ontvangende modem gesynchroniseerd. Hierna kunnen alle bits worden herkend die tezamen het frame vormen. De eindvlag stopt de klok. Het voordeel van synchrone transmissie is dat een grotere hoeveelheid data in één keer kan worden verzonden. Er zijn ook minder synchronisatiebits noodzakelijk. Synchrone transmissie – de data terminals (DTE) aan beide kanten van de verbinding zijn gesyn-

chroniseerd – is dus sneller dan asynchrone transmissie. Eén van de protocollen die gebaseerd is op synchrone transmissie is het X.25-protocol. Dit protocol zal als gezegd in het vervolg van ons artikel als voorbeeld dienen om de verschillende netwerkaspecten van datacommunicatie toe te lichten.

Een oproep doen in datacommunicatienetwerken

Op fysiek niveau spelen drie zaken een rol in datacommunicatie. Allereerst hebben we te maken met de apparatuur aan beide kanten van de lijn: de *Data Terminal Equipment* (DTE). Om de apparatuur met elkaar te laten praten hebben we een drager (*Physical Medium*) nodig in de vorm van *a.* een telefoonkabel in het vaste net of *b.* een radiopad in het mobiele netwerk. *Data Circuit-terminating Equipment* (DCE), vormt de interface die ervoor zorgt dat de apparatuur op de informatie-drager kan worden aangesloten.

Voordat informatie tussen gebruikers kan worden uitgewisseld moet uiteraard eerst een oproep worden gedaan. De verschillende aansluitingen op het datacommunicatienetwerk zijn hiertoe voorzien van een nummer. Het maken van een oproep verloopt daarbij in zes stappen:

- de communicatieapparatuur wordt gereedgemaakt

- maakt voor een uitgaande oproep,
- de gebruiker toetst bijvoorbeeld via het toetsenbord van zijn PC het bestemmingsnummer in of zijn software doet dat voor hem,
 - vanuit de communicatieapparatuur wordt een oproep pakket (*call request*) via het datacommunicatienetwerk naar de ontvanger verzonden,
 - het netwerk geeft een signaal (*incoming call*) richting de bestemming,
 - de opgeroepene reageert hierop met een acceptatiepakket (*call accepted*),
 - de oproeper ontvangt een bevestiging van het tot stand komen van de oproep (*call connected*).
- Hierna kan de oproeper informatie uitwisselen met de bestemming. De gehele opbouw van de verbinding duurt circa 300 milliseconden.

De procedure voor het verbreken van een verbinding verloopt in drie stappen:

- een gebruiker verzendt een *clear request*,
- het netwerk reageert hierop met een *clear confirmation* richting andere partij en stuurt een *clear indication* naar de bestemming.
- de *clear confirmation* wordt door de andere partij naar het netwerk gestuurd.

De verbinding is hiermee verbroken.

Het OSI-model

Met het ontstaan van de eerste computernetwerken treedt aan het begin van de jaren zeventig ook de enorme chaos binnen de dan net ontloken datacommunicatie aan het licht. Zo bestonden er geen gemeenschappelijke afspraken over de reeds bestaande en nog te ontwikkelen netwerken. Het ontbreken van zulke afspraken had tot gevolg dat netwerken van verschillende fabrikanten niet gekoppeld konden worden. Zelfs systemen van één fabrikant bleken in een netwerk niet altijd samen te kunnen werken.

IBM was de eerste computerfabrikant die zich realiseerde dat de incompatibiliteit van haar eigen producten een ondersteuningsprobleem vormde. Een probleem dat tevens de ontwikkeling van nieuwe systemen die met elkaar moesten samenwerken in de weg stond. Het antwoord hierop was de introductie van de Systems Network Architecture (SNA) in 1974. In SNA wordt geen apparatuur voorgeschreven, maar het is een raamwerk van afspraken en regels waaraan computersystemen en netwerkapparatuur moet voldoen. Dezelfde overweging leidde in 1975 bij

Beveiliging van vitaal belang

Met de centrale rol die datacommunicatie inneemt in de bedrijfsvoering, ligt het voor de hand dat veel aandacht uitgaat naar een gedegen beveiliging. Wat dat betreft voorziet Datanet-1/X.25 in de nodige voorzorgsmaatregelen. Zo kan de verzender dankzij een ingebouwde kwaliteitscontrole op de informatieoverdracht er zeker van zijn dat de informatie onderweg niet verandert. Verder zullen maar weinig gebruikers het op prijs stellen wanneer het netwerk kan worden afgeluisterd. Dat wordt voorkomen door de informatie op te delen in pakketjes, die langs verschillende wegen naar de ontvanger worden gestuurd. Hierdoor kan alleen op het laatste traject tussen netwerk en gebruiker, het toegangsnetwerk, eventueel worden ingebroken. Op dit traject biedt het gebruik van encryptietechnieken een oplossing. Additionele maatregelen zijn op klantwens mogelijk.

Voor sommige toepassingen reikt het begrip beveili-

ging verder dan een foutloze informatieoverdracht of het bestand zijn tegen afluisteren. Denk bijvoorbeeld eens aan toepassingen in de beveiligingswereld waar voornamelijk de beschikbaarheid van het netwerk van vitaal belang is. Juist hierdoor kan namelijk worden gegarandeerd dat bij onraad de politie of een particuliere beveiligingsdienst wordt gealarmeerd en de beveiliging in werking treedt. Daarom is de beschikbaarheid van een datacommunicatienetwerk een zwaarwegend punt. Veelal zijn de verbindingen dubbel uitgevoerd, zodat geen enkele verbinding afhankelijk is van het functioneren van één kabel, centrale, e.d.. Zolang de aansluiting tussen het netwerk en de gebruiker in orde is, kan communicatie plaatsvinden. Bovendien is het in een pakketgeschakeld netwerk erg eenvoudig (en goedkoop) om vanuit het netwerk regelmatig te controleren of de verbinding nog aanwezig is!

Mobiele datacommunicatie

In deze steeds kleiner lijkende wereld stelt de gebruiker steeds hogere eisen aan zijn bereikbaarheid. Met de introductie van de handheld is deze mobiele bereikbaarheid compleet geworden. Wordt de mobiele bereikbaarheid gecombineerd met datacommunicatie dan is er sprake van mobiele datacommunicatie. Echt interessant wordt het natuurlijk pas wanneer daarbij gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden van de informatietechnologie. Juist deze combinatie opent de weg naar nieuwe en doelmatige werkwijzen. En dat is nu juist waar de mobiele gebruiker behoefte aan heeft.

In de GSM-standaard is naast spraak reeds in een vroeg stadium rekening gehouden met datacommunicatie. Deze datatransmissie is een aparte, door de gebruiker aan te roepen dienst geworden: de GSM-datadienst. De dienst ondersteunt drie verschillende snelheden, te weten 2400, 4800 en 9600 baud (bit/s). Deze snelheden liggen lager dan de snelheden die bijvoorbeeld via het huidige telefoonnet mogelijk zijn. Met het vaste netwerk beschikt de gemiddelde Websurfer over snelheden die vele malen hoger zijn.

Om te kunnen voldoen aan de uiteenlopende wensen van gebruikers zijn verschillende koppelingen van het mobiele netwerk (GSM) met andere netwerken mogelijk. Daarbij kan niet alleen worden gedacht aan het gewone telefoonnet (PSTN), maar ook aan ISDN en Datanet-1 (PSPDN, Packet Switched Public Data Network). Verder biedt GSM de populaire Short Message Service (SMS), waarmee korte berichten kunnen worden verstuurd.

► Foto 2
Mobiel Internet.

Veel van de genoemde data-applicaties hebben de eigenschap om op willekeurige momenten informatie uit te wisselen, met vaak lange 'stille' periodes, waarin geen data via het radiopad worden verzonden. Denk aan Internettoepassingen waarbij in korte tijd veel informatie wordt verzonden, waarna een stille periode volgt om de informatie te lezen of te bekijken.

De huidige GSM-datadienst (circuit) maakt dat gebruikers ook in deze 'stille' periodes hun deel van de radiocapaciteit bezetten. Dit heeft tot gevolg dat het netwerk zowel vanuit het perspectief van de operator als vanuit dat van de klant inefficiënt wordt benut.

De oplossing hiervoor is om een pakketgeschakelde verbinding over de radioweg te realiseren. Hierdoor krijgt een gebruiker niet meer zijn specifieke radiokanaal (circuit) toegewezen, maar deelt hij het radiokanaal met andere gebruikers. Om de juiste data naar de juiste plaats te kunnen verzenden, wordt de data van iedere mobiele gebruiker door het netwerk voorzien van een 'adreslabel'. Een dergelijke hoogwaardige pakketgeschakelde mobiele datadienst is sinds kort beschikbaar onder de naam General Packet Radio Service (GPRS). Bijkomend voordeel is de hoge transmissiesnelheid die GPRS biedt voor het verzenden van data, waardoor wachttijden kunnen worden geëlimineerd.

GPRS-diensten

De General Packet Radio Service (GPRS) hanteert een pakketgeschakelde transmissiemode, die met name voor 'bursty' verkeer voordeel biedt. Zou voor dergelijke applicaties een circuitgeschakelde dienst worden gebruikt, dan heeft iedere gebruiker voor het versturen van zijn datapakketten een fysiek eigen radiokanaal nodig. Bij GPRS worden daarentegen, vergelijkbaar met de pakketgeschakelde diensten in het vaste net, de datapakketjes van meerdere gebruikers over één radiokanaal verstuurd.

De GPRS-dienst sluit daarmee vanzelfsprekend zeer goed aan bij huidige datacommunicatie via bedrijfsnetwerken en Internet. Met GPRS is het mobiele gebruik van 'standaard' LAN-applicaties dan ook mogelijk. De kwaliteit van de GPRS-dienst kan in een gebruikersprofiel worden gekozen. Door zelf een aantal prioriteiten in te stellen, kan de gebruiker een



grote concurrent DEC tot de Digital Network Architecture (DNA).

Als reactie op de ontwikkelingen in de industrie (IBM en DEC) besluit de International Standardisation Organisation (ISO) in 1977 eveneens tot het ontwikkelen van een raamwerk voor computernetwerken en het gebruik ervan. Dit raamwerk, een verzameling van afspraken en regels, staat bekend als het Open Systems Interconnection Reference Model, of kortweg het *OSI-model*. De belangrijkste doelstelling is zodanige standaards voor datacommunicatie te definiëren dat gebruikers in een multi-vendor omgeving met elkaar kunnen communiceren.

Het woordje *open* in Open Systems Interconnection staat voor het onderling toegankelijk maken van verschillende computersystemen. Het gaat dus om het stroomlijnen/uniformeren van procedures om bijvoorbeeld: berichten te kunnen uitwisselen, interactieve communicatie tussen verschillende terminals mogelijk te maken, toegang te kunnen krijgen tot elkaars bestanden etc. Om dat te kunnen doen is vaak een vertaling van codes noodzakelijk. Bijvoorbeeld omdat de ene fabrikant de code voor het koppelteken '-' of de code voor 'ga naar volgende regel' anders samenstelt dan een andere fabrikant. Niet alle apparatuur spreekt dus per definitie dezelfde 'taal'.

Daarnaast worden voor het uitwisselen van de informatie niet altijd dezelfde conventies (protocollen) gebruikt. Een en ander laat zich verklaren aan de hand van de manier waarop twee personen een gesprek voeren.

- Om te beginnen is er een transportweg nodig om de spraak over te brengen. In een persoonlijk gesprek is dat de lucht die voor overdracht van de spraak zorgt. De productie van de spraak wordt verzorgd door de stembanden; de ontvangst door het gehoor. En omdat het om twee mensen gaat zijn de basiseigenschappen van het spraakmechanisme en het gehoor op elkaar afgestemd.
- Alvorens terzake te komen, zullen de sprekers bepaalde beleefdheidsnormen in acht nemen.
- Tijdens het voeren van het gesprek kijkt men elkaar aan.
- Wanneer in de loop van het gesprek de ene persoon de ander niet goed kan horen, wordt gevraagd om luider te spreken.

- Gedurende het gesprek luistert de een terwijl de ander praat.
- Als (een van) de gesprekspartners de taal van de ander niet spreekt, zal de behoefte bestaan om de woorden te laten vertalen en elkaar zodoende toch te begrijpen.
- Het onderwerp van gesprek: op dit moment: 'het OSI-model'

Communicatie tussen computers werkt op vergelijkbare wijze. Indien apparatuur op hetzelfde protocol werkt, wordt deze *compatible* genoemd. Hét model voor het stroomlijnen van datacommunicatie is het OSI-model. De zeven niveaus, lagen, waaruit dit model bestaat, zijn weergegeven in afbeelding 5.

Vaak wordt in de praktijk naast de zeven OSI-lagen nog een zogenaamde nullaal benoemd die staat voor het fysieke medium (de koper-, coax- of glasvezelkabel of het radiopad) waarover het informatietransport plaatsvindt.

applicatielaag	LAAG 7
presentatielaag	LAAG 6
sessielaag	LAAG 5
transportlaag	LAAG 4
netwerklaag	LAAG 3
datalinklaag	LAAG 2
fysieke laag	LAAG 1
medium	LAAG 0

▲ Afb. 5

Het OSI-model voor datacommunicatie.

Het OSI-model is een internationaal breed aangevaard model voor het stroomlijnen van datacommunicatie. Voor elk niveau of laag beschrijft het model welke functies moeten worden uitgevoerd en hoe de relatie met de onder- en bovenliggende laag geregeld dient te zijn. Het is echter niet zo dat alle aspecten, toepassingen en protocollen

< VERVOLG VAN PAGINA 404

keuze maken tussen kwaliteit en kosten. Daarbij staan de parameters maximum service delay, security management en residual error rate ter beschikking. Met behulp van de maximum service delay kan de gebruiker zelf de prioriteit voor verzending van zijn pakketjes instellen. Deze parameter is vergelijkbaar met de mogelijkheden die de fysieke postbezorging biedt: per gewone post, per expresse, met EMS of aangetekend. De parameter security management biedt bescherming van het netwerk tegen fraude. Ook de bescherming van de signalerings- en data-informatie van gebruikers wordt erdoor ondersteund.

GPRS ondersteunt verschillende soorten diensten, waaronder punt-punt-, multicast- en broadcast-pakketdiensten. De eerste is een algemene pakketdatadienst waarmee twee gebruikers onderling data kunnen uitwisselen. Met behulp van de multicastdienst kunnen berichten aan een geselecteerde gebruikersgroep worden gezonden. Op deze manier kan bijvoorbeeld een wagenparkbeheerder met één oproep een bericht versturen naar alle wagens van zijn wagenpark of naar een geselecteerd aantal wagens. De broadcastdienst is eveneens een punt-multipunt dienst. Hierbij wordt het bericht echter niet geadresseerd aan een bepaalde gebruikersgroep maar aan een bepaalde regio. Alle wagens die zich op dat moment in een bepaalde regio bevinden, zullen het bericht ontvangen.

Internet Everywhere. De GPRS-dienst Internet Everywhere maakt het mogelijk om op elke plaats te internetten. Bijvoorbeeld om snel de website van een klant te bekijken voordat u naar uw afspraak gaat. Of om tussendoor uw e-mail te checken terwijl u onderweg bent. Als uw bedrijf daarnaast de mobiele toegang tot het bedrijfsnetwerk via Internet heeft geregeld, kunt u zelfs de meest actuele informatie op uw bedrijfsnetwerk inzien, downloaden of aanpassen. Met Internet Everywhere bent u continu online (zgn. always-on). U hebt bovendien alle tijd om berichten te lezen en samen te stellen, want er hoeft alleen betaald te worden voor de hoeveelheid verzonden informatie en niet voor de tijd dat u online bent. En, niet onbelangrijk natuurlijk, kunt u naast internetten ook tegelijkertijd bellen met uw GPRS-toestel. Het downloaden van informatie wordt namelijk tijdelijk onderbroken wanneer u een telefoontje ontvangt of zelf wilt bellen.

Mobile Office Online. Wanneer een bedrijf alleen interesse heeft in de mobiele toegang tot het bedrijfsintranet en dus het algemene Internet buiten beschouwing wil laten, is er de dienst Mobile Office Online. Met deze dienst kunnen medewerkers via hun laptop of Personal Digital Assistant (PDA) én hun mobieltje (GPRS-toestel) inloggen op het bedrijfsnetwerk om bijvoorbeeld actuele voorraden te verifiëren of om een offerte op te maken en deze direct door te sturen voor verwerking. Mobile Office Online bouwt een speciale verbinding op tussen het GPRS-netwerk en het bedrijfsnetwerk. Veiligheid speelt hierbij een belangrijke rol. De verbinding kent een aantal standaardbeveiligingstechnieken, waaronder authenticatie en encryptie in het netwerk. Aanvullende beveiligingstechnieken kunnen desgewenst worden geïmplementeerd.

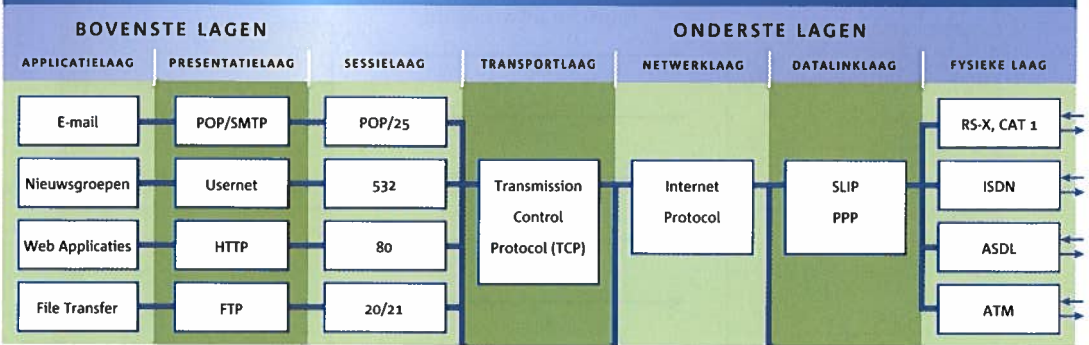
Om gebruik te kunnen maken van Mobile Office Online wordt het bedrijfsnetwerk met een zogenaamde Online-router aangesloten op het GPRS-netwerk van KPN Mobile. Op het niveau van de content is nodig dat de bedrijfsapplicaties in het juiste formaat werken (WML, XML of HTML). ◆



▲ Foto 3

Een nieuw wonder van techniek is de 'Chatpen', die begin 2002 door Ericsson op de markt wordt gebracht. De Chatpen biedt nieuwe mogelijkheden voor chatten en SMS-berichten en e-mail maken. Ook voor e-commerce lonken nieuwe perspectieven. Wel is voor dit alles nodig dat er met de Chatpen wordt geschreven op speciaal papier dat een verborgen rasterpatroon bevat. Maar dan kan ook werkelijk alles. Bestellingen doen in een gedrukte productcatalogus bijvoorbeeld. Of je handgeschreven notities via e-mail en je mobieltje Internet opsturen. En natuurlijk chatten.

Open Systems Interconnectio (OSI) Reference Model



▲ Afb. 6

De samenhang tussen het OSI-model en manier waarop Internet-diensten als e-mail en WWW worden afgewikkeld.

van alle lagen tot in de punten en komma's zijn uitgewerkt. Dat zou ook niet kunnen, want dan zou ofwel de ontwikkeling van de datacommunicatie te bevriezen moeten zijn ofwel het OSI-model zou slechts een kort leven beschoren zijn geweest.

Het OSI-model probeert daarom alleen de hoofdlijnen vast te leggen waarom het bij datacommunicatie gaat, namelijk het uitwisselen van gegevens tussen twee of meerdere netwerkdeelnemers. Een netwerkdeelnemer kan een willekeurig toepassingsprogramma zijn of elk willekeurig systeem (computer, printer, opslagmedium, ...).

Voor de uitwisseling van informatie is nodig dat beide corresponderende lagen van de netwerkdeelnemers elkaar begrijpen. De communicatie tussen twee corresponderende lagen wordt *peer-to-peer* communicatie genoemd. Om elkaar te kunnen begrijpen zijn er daarom voor iedere laag afspraken nodig. Deze afspraken zijn voor elk van de 7 corresponderende lagen vastgelegd in een communicatieprotocol. Zo noemt men bijvoorbeeld het protocol waardoor twee datalinklagen (laag 2 van het OSI-model) elkaar kunnen begrijpen een datalinkprotocol. Vanzelfsprekend

bestaan dergelijke protocollen ook voor de andere lagen van het OSI-model.

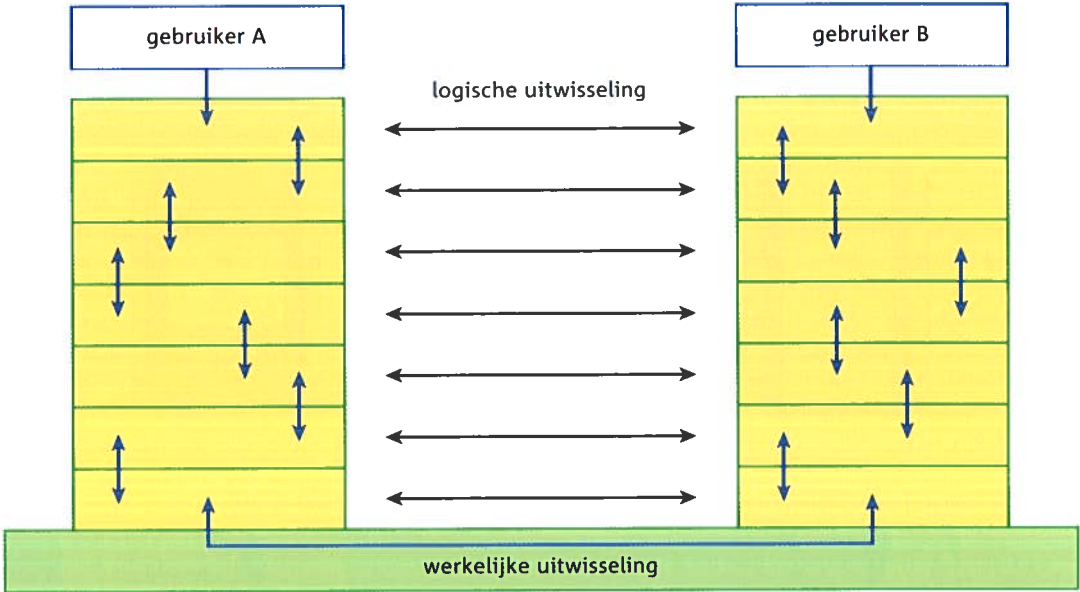
Het grote voordeel van een volgens OSI opgebouwd communicatiesysteem is dat er in principe per laag een vertaling kan worden gemaakt naar de functionaliteit van apparatuur van verschillende fabrikanten. Het ontwerpen van protocol-conversieapparatuur is inmiddels uitgegroeid tot een aparte bedrijfstak. Met dergelijke converters wordt het vaak toch mogelijk om uiteenlopende systemen tegen aanvaardbare kosten met elkaar te laten communiceren.

De zeven OSI-lagen

Corresponderende lagen communiceren niet in de vorm van rechtstreeks contact met elkaar, maar altijd via de onderliggende lagen. Daadwerkelijk contact is er natuurlijk alleen langs de fysieke weg: de kabel of het radiopad. Stel een gebruiker A (netwerkdeelnemer) wil communiceren met gebruiker B. Hij zal zijn gegevens aanbieden aan laag 7, de applicatielaag. Deze informatie zal uiteindelijk naar de 7de laag van gebruiker B getransporteerd moeten worden. Dit gebeurt op de manier zoals in afbeelding 7 is aangegeven. In de verbinding tussen de 'eind-nodes' (door het netwerk) wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de onderste drie lagen van het OSI-model.

Alvorens aan de hand van het X.25-voorbeeld meer uitgebreid in te gaan op de lagen van het OSI-model die op netwerkniveau en dus voor KPN Telecom als operator een cruciale rol spelen (lagen 1 t/m. 3)³, geven we hieronder eerst kort

³ Deze lagen zijn beschreven in de internationaal geaccepteerde X.25-aanbevelingen van de ITU-T (1988).



▲ Afb. 7

Verloop van datacommunicatie volgens het OSI-model.

de functionaliteit van alle zeven OSI-lagen aan. Globaal komt het erop neer dat de onderste vier OSI-lagen **COMMUNICATIEGERICHT** zijn. Echter, het is niet voldoende dat twee eindbestemmingen foutloos gegevens met elkaar kunnen uitwisselen. Minstens zo belangrijk is uiteraard dat computersystemen aan beide kanten van de verbinding elkaars gegevens kunnen interpreteren. De bovenste drie lagen van het OSI-model zijn dan ook daarop gericht en worden niet voor niets **GEGEVENSGERICHT** genoemd.

■ **De fysieke laag.** In deze laag beschrijft het OSI-model de koppeling of interface met het medium, de bekabeling of radioweg, waarover het informatietransport tussen de schakelpunten (nodes) van het netwerk daadwerkelijk plaatsvindt. Binnen de fysieke laag zijn vier aspecten van belang:

- mechanische: wat is de vorm van de plug en hoe zijn de pinnen van de plug gesitueerd;
- elektrische: welke spanningsniveaus zijn toegestaan en komen deze overeen met een logische '0' of '1';
- functionele: welke betekenis heeft het spanningsniveau op iedere pin;

- procedurele: in welke volgorde moeten de spanningsveranderingen zich op de verschillende pinnen afspelen.

■ **De datalinklaag.** In afgepaste hoeveelheden zorgt de datalinklaag voor het overdragen van de informatie. Dergelijke hoeveelheden worden *frames* genoemd. Het opdelen in frames heeft als voordeel, dat bij het optreden van een fout alleen dat frame met informatie opnieuw verzonden hoeft te worden, waarin de fout is opgetreden. Het datalinkprotocol zorgt er tevens voor dat geen enkel frame tussen twee punten (niet noodzakelijk twee eindpunten) in het netwerk verloren gaat: *point-to-point* protocol. Het netwerk is daarmee dus in staat om transmissiefouten te herkennen en zo mogelijk om deze te herstellen. Kan de fout niet door het netwerk worden hersteld, dan zal de zender verzocht worden om een bepaald stukje informatie opnieuw te verzenden. De gebruiker zal hiervan niets merken. Het X.25 netwerk draagt zorg voor de foutloze communicatie tussen twee rechtstreeks met elkaar verbonden nodes.

■ **De netwerklaag.** Een netwerk bestaat veelal uit een groot aantal nodes (netwerkknooppunten). Als het netwerk informatie van (eind)node A naar

(eind)node B moet transporteren, dan kan dat via verschillende routes. De netwerklaag (laag 3) zorgt voor de adressering, dat wil zeggen voor het vinden van de best beschikbare route tussen A en B. De netwerklaag zorgt er evenals de data-linklaag voor dat informatie in afgestemde hoeveelheden wordt overgedragen. Dergelijke afgestemde hoeveelheden noemen we op netwerklaagniveau packets. Tevens stemt de netwerklaag de verzendsnelheid af op de capaciteit van de ontvangende node. Dit afstemmen van de verzendsnelheid wordt *flow control* genoemd.

- **De transportlaag.** De transportlaag heeft als belangrijkste taak de data (informatie) gereed te maken voor het transport door de netwerklaag. De manier waarop de data aan de netwerklaag worden aangeboden is afhankelijk van wat de betreffende netwerklaag met de data kan doen. Dit kan bijvoorbeeld inhouden dat de transportlaag controleert of er geen packets verloren zijn gegaan of dubbel zijn afgeleverd. Zonodig kan de transportlaag ook de volgorde van binnengekomen packets herstellen. Dit is echter niet altijd nodig omdat in sommige gevallen (bijvoorbeeld in Datanet-1) de netwerklaag hiervoor kan zorgen.

Gaat het om informatie die moet worden verzonden dan geeft de transportlaag voor de onderliggende lagen aan wat de eindbestem-

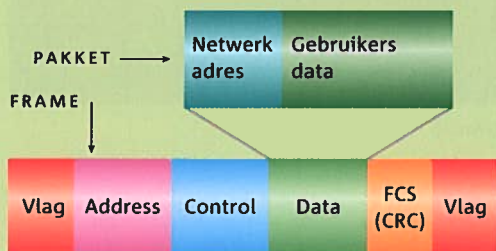
ming is van de informatie. De transportlaag is hiermee verantwoordelijk voor het opzetten van een logische (N.B. geen fysieke) verbinding tussen twee netwerkgebruikers. Als een verbinding (connectie) wordt opgezet, dient afgesproken te zijn aan welke eisen de netwerkconnectie dient te voldoen. Hierbij moet men bijvoorbeeld denken aan de vertraging die in het netwerk minimaal optreedt en die bepalend is voor de doorvoercapaciteit, in vaktaal de 'throughput' genoemd. De transportlaag is uiteindelijk verantwoordelijk voor de door de hogere lagen gevraagde Quality of Service (QoS).

- **De sessielaag.** De sessielaag voorziet in het opzetten, in stand houden en afbreken van de dialoog (sessie) tussen twee applicaties. De sessielaag controleert eveneens of beide eindgebruikers zich wel aan het overeengekomen sessietype houden. Drie sessietypen zijn daarbij te onderscheiden:
 - one way, de informatie wordt in één richting verstuurd,
 - two way alternate, beide eindgebruikers kunnen afwisselend zenden en ontvangen. Dit sessie-type komt veel voor in een omgeving waarin werkstations gekoppeld zijn aan een centrale computer,
 - two way simultaneously, beide eindgebruikers kunnen gelijktijdig zenden en ontvangen.

Over pakketten en frames

Een pakket is een brokje gebruikersdata (zgn. payload), zoals een stukje van een e-mailbericht, met daaraan toegevoegd het netwerkadres van de geadresseerde. De netwerkelementen zullen op basis van dit adres de routing van het pakket door het netwerk vaststellen. Een frame is een pakket met daaraan toegevoegd een begin- en eindvlag en het 'linkadres' van zowel de zende als de ontvangende node. Het store-and-forward principe wordt hierdoor mogelijk, evenals de controle op transmissiefouten. In het geval van onherstelbare transmissiefouten kan de ontvangende node aan de zende node vragen om een bepaald pakket opnieuw te versturen. De begin- en eindvlag maken synchronisatie mogelijk.

Pakketten spelen een rol op het niveau van het netwerk. Frames zijn van belang tussen de netwerkelementen (nodes).



▲ Afb. 8

De relatie tussen pakket en frame.



▲ Foto 4

4 In de lijst van sessies is vastgelegd welke eindbestemmingen met elkaar mogen communiceren. Er worden m.a.w. gesloten gebruikersgroepen (CUGs) in gedefinieerd.

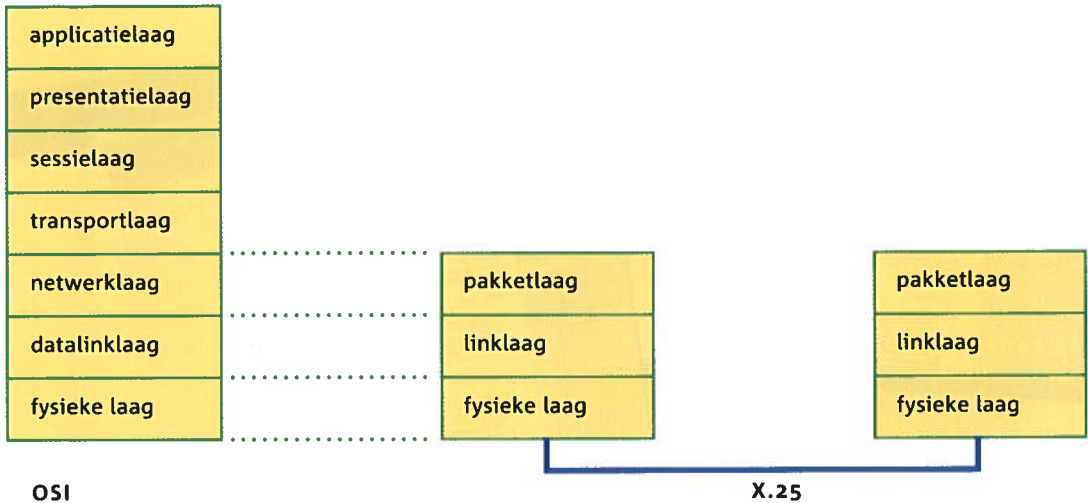
- **De presentatielaag.** Binnen het netwerk verzorgt de presentatielaag alle noodzakelijke vertaalwerkzaamheden. Hierbij moeten we denken aan de vertaling van de ene tekencode naar een andere (ASCII e.d.) of van de ene stuurcode naar een andere (denk aan problemen die kunnen optreden bij het door verschillende printers moeten afdrukken van een document). Ingewikkelder zijn vertalingen naar een andere bestandsstructuur. Echter hoe dan ook, bij de communicatie tussen twee eindgebruikers moeten de betrokken presentatielagen het erover eens kunnen worden wie van beide partijen het vertalen van de code voor zijn rekening neemt.

De beveiliging van het transport vindt tevens in de presentatielaag plaats. Dit gebeurt door het bericht volgens een bepaalde codering te versleutelen: data-encryptie. Last-but-not-least wordt in de sessielaag de toegang geregeld tot de laag erboven. Dit gebeurt vaak in de vorm van een passwordcontrole of in de vorm van een lijst waarin alle toegestane sessies zijn opgenomen⁴.

- **De applicatielaag.** Deze laag levert services aan de toepassingen van de gebruikers die op het netwerk zijn aangesloten. Een aantal gebieden waarvoor standaarden zijn ontwikkeld: het overbrengen van gestructureerde bestanden van de ene naar de andere computer (File Transfer, Access and Management protocol, FTAM); het op een willekeurige computer kunnen verwerken van een job en inspecteren van de status ervan (Job Transfer and Manipulation protocol, JTM); het communiceren van een willekeurige terminal met een willekeurig applicatieproces in een host-computer of met willekeurig welke andere terminal (Virtual Terminal protocol, VT), het uitwisselen, prepareren en verwerken van documenten, brieven, facturen, bestelopdrachten etc., die tekst, figuren of spraak kunnen bevatten (Message Handling System protocol, MHS).

X.25: elektronische pakketpost

X.25 is een typische oplossing voor netwerkoperators. De standaard houdt zich namelijk alleen maar bezig met die OSI-lagen die voor de netwerkoperator van belang zijn: de lagen 1 tot en met 3. De netwerklaag uit het OSI-model heet



▲ Afb. 9

De relatie tussen het OSI-model en X.25.

daarbij de *pakketlaag*. De datalinklaag uit OSI heet in X.25 de *linklaag*. De *fysieke laag* heeft in beide dezelfde naam. In afbeelding 9 is een en ander weergegeven.

Binnen een X.25-netwerk bestaat de datastroom, zoals besproken, uit pakketten waarin zich (meestal een deel van) de gebruikersdata bevindt. De hoeveelheid data in een pakket kan per netwerk verschillen. Veel voorkomende maximale formaten zijn 512, 1024 en 2048 bit.

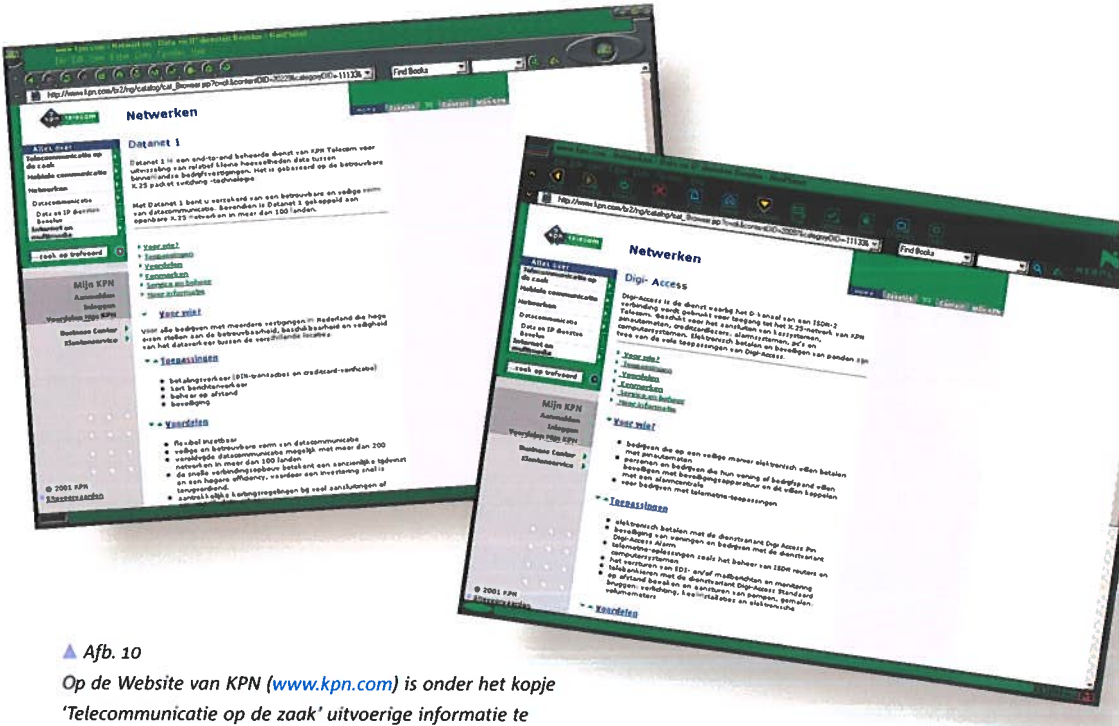
Voordat een datapakket door de apparatuur van de gebruiker aan KPN's Datanet-1 wordt afgegeven, zal er informatie voor sturing door het netwerk worden aangeboden. Uit de beschrijving van het OSI-model heeft u waarschijnlijk al opgemerkt dat er behalve door de applicatie waarmee de gebruiker werkt, er ook op de verschillende lagen van het OSI-model activiteiten plaatsvinden. De menselijke gebruiker merkt hiervan in de regel niets. Hij werkt gewoon met zijn applicatie (financiële administratie, databank, etc.) en drukt af en toe de zendknop in. Zonder dat u het zich misschien bewust bent, drukt u zelf regelmatig zo'n zendknop in wanneer u bij de winkel betaalt met uw pinpas.

Alle hierboven genoemde activiteiten zorgen

overigens wel voor informatie die van belang is voor de correcte verbinding tussen oproeper en opgeroepene. Naast de gegevens die een gebruiker vanuit de applicatie verzendt, zullen dus ook de gegevens van en voor de hogere OSI-lagen door het X.25-netwerk meegezonden moeten worden. Deze data dient dus een plaats te krijgen binnen de pakketten en uiteindelijk binnen de verpakkingseenheden van de datalinklaag: de frames.

Door netwerkkoperators worden dergelijke gegevens *overhead* genoemd. De hoeveelheid overhead die de verschillende lagen opleveren, is afhankelijk van de mate waarin communicatie-apparatuur de mogelijkheden van de lagen daadwerkelijk uitbuit. De overhead is met name voor de beheerder van het netwerk van belang, omdat deze 'extra data' volumekosten met zich meebrengt.

Naast de overhead die de gebruikersapparatuur genereert, is er ook een aantal extra bits nodig voor de lagen 2 en 3. Ook de netwerkbeheerder zelf produceert dus overhead. Deze overhead is nodig om bijvoorbeeld foutcontrole te kunnen bewerkstelligen en om bepaalde faciliteiten van het netwerk te activeren. De bits die hiervoor gebruikt worden komen niet in mindering op de beschikbare datacapaciteit per frame van de gebruiker, maar behoren tot het communicatieprotocol.



▲ Afb. 10

Op de Website van KPN (www.kpn.com) is onder het kopje 'Telecommunicatie op de zaak' uitvoerige informatie te vinden over Datanet-1 en de toegangsdienst Digi-Access.

Logische kanalen

Op pakketlaagniveau (OSI: de netwerklaag) is in X.25 gedefinieerd op welke manier berichten tussen een gebruiker en het netwerk worden uitgewisseld.

Om een bericht van de ene naar de andere aansluiting te zenden, dient eerst een 'verbinding' tot stand te worden gebracht. Dit gebeurt door het verzenden van een zogenaamd oproeppakket (call request) door de oproeper, waarin onder andere het datanetnummer van de bestemming is opgenomen. Het datanetnummer van de oproeper wordt door Datanet-1 aan het oproeppakket toegevoegd. Dit pakket komt bij de ontvanger aan als binnenkomende oproep (incoming call). Indien de ontvanger de oproep accepteert, wordt de inkomende oproep bevestigd met een acceptatiepakket (call accept) dat door middel van een bevestiging (call confirmation) aan de oproeper wordt teruggezonden. Nadat uitwisseling van

deze pakketten heeft plaats gevonden, bestaat er een relatie, ofwel een virtuele verbinding, tussen de aansluitingen. De informatie-uitwisseling kan nu beginnen.

Het protocol dat op de pakketlaag van een X.25-netwerk wordt toegepast (Packet Layer Protocol, PLP) maakt het de oproeper mogelijk om gelijktijdig met meerdere ontvangers te communiceren. De verbinding kan via twee soorten logische kanalen gerealiseerd worden.

Switched Virtual Circuits (SVCs) die enige gelijkenis vertonen met een telefoongesprek; de verbinding wordt gelegd, de data wordt overgestuurd, waarna de verbinding wordt verbroken. Elke bij de oproep betrokken computer (Data Terminal Equipment, DTE) heeft hiervoor van het netwerk een uniek DTE-adres toegewezen gekregen. Dit DTE-adres kan op eenzelfde manier worden gebruikt als een telefoonnummer.

Permanent virtual circuits (PVCs). Een PVC is vergelijkbaar met een vaste verbinding in de zin dat de connectie altijd aanwezig is. Uiteraard gaat het in het pakketgeschakelde Datanet-1 daarbij om een permanente logische verbinding, die door de operator tot stand is gebracht. Voordeel van een PVC is dat voor het verzenden van data geen call setup nodig is en dat na afloop

5 Spraak over ATM is onder meer behandeld in J.H. Laarhuis, F.C.I. van den Eijnden, F.E. de Caluwé, *De kwaliteit van spraak over ATM*, KPN Studieblad, januari 1997, pp. 43-65.

er natuurlijk ook geen verbinding verbroken hoeft te worden. Snelheidsconversie, foutcorrectie en het automatisch herrouteren van pakketten zijn ook bij toepassing van een PVC mogelijk. Zelfs kan een netwerk gevormd worden van PVCs met andere aansluitingen, eventueel in combinatie met kanalen voor SVCs.

Recente ontwikkelingen in datacommunicatie

Een op de X.25-aanbeveling gebaseerd netwerk voert voortdurend controles uit op de correcte verzending van data. Hierdoor is een X.25-netwerk zeer betrouwbaar. Latere ontwikkelingen hebben geleid tot fast packet-switching. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen Frame Relay en Cell Relay.

- **Frame Relay.** Frame Relay is evenals X.25 een packet-switching protocol, maar gaat uit van een hogere betrouwbaarheid van het transmissiemedium. De pakketten zijn groter, de foutcontrole minder. Hierdoor is Frame Relay aanzienlijk snel-

ler dan X.25. Met name bij een sterk variërend verkeersaanbod (bursty traffic) is Frame Relay een zeer efficiënt protocol.

- **Cell Relay.** Cell Relay maakt gebruik van pakketten met een veel kortere, vaste lengte. Dergelijke pakketten worden veelal cellen genoemd. Eén van de Cell Relay-architecturen is het sinds enige jaren zeer populaire ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Het kenmerk van ATM is dat de timing van aankomst van de verschillende cellen meer te voorspellen is dan bij X.25 of Frame Relay. Dit maakt ATM geschikt voor spraaktoepassingen⁵. Als spraak wordt omgezet in pakketten en over het netwerk wordt verstuurd, is het immers van belang dat deze pakketten (nagenoeg) gelijktijdig en in dezelfde volgorde bij de ontvanger aankomen. Mensen zijn nu eenmaal niet zoals computers in staat om pakketjes eerst in hun geheugen te zetten, vervolgens op nummer te sorteren en daarna pas te proberen om de inhoud van de boodschap te begrijpen.

Hoe werkt ATM

In een ATM-netwerk wordt net als in het telefoonnet eerst een verbinding opgezet met behulp van signalering (connectie-georiënteerd).

Bij digitale telefonie wordt de gespreksinformatie periodiek, dat wil zeggen als een continue stroom bits, verstuurd. De bits (eigenlijk octetten) worden daarbij op een vaste plaats in de framestructuur geplaatst.

Bij ATM wordt de bitstroom daarentegen in korte pakketten (van 48 octetten) verpakt. Deze worden voorzien van een etiket (header) en het geheel, de zogenaamde cell van 53 octetten, wordt vervolgens over de verbinding gestuurd. Het etiket geeft daarbij aan tot welke verbinding een ATM-cell behoort. Over één fysieke link kunnen zodoende meerdere verbindingen worden opgezet.

ATM maakt het mogelijk dat gebruikers naar behoefte (d.w.z. traploos) cellen kunnen genereren en versturen tot een maximum van 622 Mbit/s. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld telefonie waar de informatie uitslui-

tend in één enkel, constant tempo kan worden geproduceerd. Omdat de ATM-cellen aan hun etiket te herkennen zijn, kunnen cellen van verschillende gebruikers op één transmissielijn worden gemengd. De netwerkmiddelen kunnen zodoende dynamisch worden gebruikt. Heel anders dan in de telefonie, waar transmissiecapaciteit altijd volledig wordt verbruikt, ongeacht de feitelijke benutting daarvan (bijv. stiltes in telefoongesprekken).

Aangezien ATM gebruik maakt van relatief kleine informatiecellen zijn, ondanks het asynchrone karakter, de variaties in doorlooptijd beperkt. De cell is in een ATM-netwerk de basiseenheid van informatieoverdracht, waarbij voor transmissie, schakelen of stapelen geen onderscheid wordt gemaakt tussen de verschillende soorten informatie of diensten die aan het netwerk worden aangeboden. Er is sprake van een uniform transportmechanisme voor spraak, video, data of welke nieuwe transportdienst dan ook.



Kort Studieblad

Telecomaanbieders KPN Mobile en Telfort spreken intentie uit te gaan samenwerken in de uitrol van UMTS in Nederland.

Daartoe hebben de twee partijen een Memorandum of Understanding (MOU) ondertekend. De bedoeling is dat dit in de komende maanden zal leiden tot een samenwerkingscontract. De beoogde samenwerking heeft alleen betrekking op het UMTS-radiotoegangsnetwerk, zoals masten, zenders, ontvangers, antennes en transmissie. Iedere partij ontwikkelt zelf eigen diensten en applicaties, waardoor concurrentie gewaarborgd blijft. Op basis van de huidige inzichten is de verwachting dat in de loop van 2003 de eerste UMTS-diensten in de Randstad worden aangeboden.

De twee partijen werken op basis van een open model. Dat betekent dat elke partij die in Nederland over een UMTS-licentie beschikt, de gelegenheid heeft deel te nemen in de samenwerking. KPN Mobile en Telfort staan, zoals zij altijd al hebben laten weten, open voor samenwerking met andere partijen als het gaat om de gezamenlijke aanleg van UMTS-netwerken.

Als de samenwerking kan worden bekrachtigd in een definitief samenwerkingscontract, dan kan er een versnelde uitrol van UMTS in Nederland plaatsvinden. Door tijdelijk gebruik te maken van elkaars netwerken in geografisch gescheiden gebieden, is er bovendien een kleiner aantal

UMTS-sites nodig. Daarnaast levert de samenwerking potentiële kostenbesparingen op, onder meer door hergebruik van bestaande gsm-locaties. Het kan dus leiden tot voordelen voor toekomstige gebruikers van data diensten, aandeelhouders en het milieu.

Achtergrond opbouw UMTS. De partijen willen gaan samenwerken in de bouw en uitrol van het UMTS-radiotoegangsnetwerk, dat samen met het core-netwerk het totale UMTS-netwerk vormt. Het radiotoegangsnetwerk bestaat uit fysieke componenten zoals masten, antennes, zenders, ontvangers en transmissie, die samen de toegang verzorgen tot het core-netwerk. Het core-netwerk is de kern van het UMTS-netwerk waarin zich databases en elementen bevinden, die nodig zijn voor het leveren van diensten. De betrokken partijen zullen ieder een eigen core-netwerk ontwikkelen.

De uitrol zal geografisch gefaseerd plaatsvinden. De gezamenlijke bouw zal naar verwachting van start gaan in Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht en de belangrijkste verbindingswegen tussen deze steden. Iedere partij ontwikkelt een eigen netwerk om daarna tijdelijk elkaars radiotoegangsverbindingen te delen voor de toegang tot het eigen core-netwerk. De samenwerkende operators zullen, afhankelijk van de ontwikkeling van de techniek, bepalen wanneer het samengestelde netwerk klaar kan zijn, zodat iedere operator zijn

eigen UMTS-diensten kan gaan aanbieden. De huidige verwachting is dat dit in de loop van 2003 het geval zal zijn. Vervolgens zullen operators geleidelijk hun eigen netwerk ook in de andere regio bouwen om op 1 januari 2007 te voldoen aan de dekingsverplichtingen van het ministerie van Verkeer en Waterstaat.

De samenwerking vindt vanzelfsprekend plaats binnen de juridische kaders zoals die door de Nma, Opta en ministerie van Verkeer en Waterstaat zijn gesteld. Met de toezichthouders vindt uitvoerige afstemming plaats over de vorm, inhoud en toelaatbaarheid van de samenwerking. Ook in de toekomst zullen de twee aanbieders over dit project overleg blijven voeren met het ministerie en de controlerende instanties.

BRON: KPN MOBILE, NOVEMBER 2001

Introductie van i-mode in Europa in laatste fase

NTT DoCoMo en KPN Mobile hebben belangrijke stappen gezet op weg naar de Europese introductie van mobiele internetdiensten, die vergelijkbaar zijn met het uiterst populaire i-mode van DoCoMo.

DoCoMo heeft vandaag met KPN Mobile overeenstemming bereikt over de licentie voor de belangrijkste technologieën die nodig zijn voor deze diensten. Over eenzelfde overeenkomst wordt op dit moment onderhandeld met E-plus.

Onderhandelingen met meer dan 100 contentproviders verkeren in een afrondende fase. De content wordt ontwikkeld in nauwe samenwerking met diverse toonaangevende Europese contentproviders en is gebaseerd op het content governance-model en het businessmodel die door NTT DoCoMo zijn ontwikkeld.

Er zijn speciaal ontworpen dual browser-toestellen besteld bij een Japanse fabrikant. Deze worden momenteel getest in samenhang met i-mode-enabled platforms in Duitsland en Nederland.

Deze tests zullen de levering waarborgen van zogenaamde rich content via i-mode-toestellen in Duitsland, Nederland en België.

De diensten zullen worden aangeboden via conventionele GPRS mobiele netwerken (Global Packet Radio Service) en in de toekomst door derde-generatie (UMTS) mobiele netwerken. DoCoMo zal KPN Mobile voorzien van de benodigde knowhow en technische specificaties voor netwerkserver en interfaces, en tevens van mobiele telefoons die met i-mode compatible zijn.

KPN Mobile The Netherlands en E-Plus zullen begin 2002 van start gaan met gebruikerstesten. In het voorjaar van 2002 volgt naar verwachting de commerciële introductie van i-mode-achtige diensten in de respectievelijke markten van beide ondernemingen. KPN Orange is van plan de dienst circa twee maanden later in België te introduceren. Abonnees zullen met behulp van mobiele telefoons met tekstbrowsers gebruik kunnen maken van internetdiensten in binnen- en buitenland, zoals on-line bankieren en het reserveren van kaartjes.

BRON: KPN NU ONLINE, NOVEMBER

Engelse betaling voor SMS-advertenties

Lycos Engeland betaalt zijn gebruikers om SMS'en te ontvangen. De tekstberichten bevatten advertenties voor consumentenproducten.

Lycos Engeland biedt de nieuwe dienst aan in samenwerking met The Mobile Channel. Lycos-gebruikers krijgen per ontvangen bericht ongeveer twee dubbeltsjes. Het doel is 250.000 Engelsen tussen 16 en 34 zich in te laten schrijven.

The Mobile Channel belooft gebruikers per dag niet meer dan drie reclameboodschappen te sturen. De vergoeding wordt pas uitgekeerd als de gebruiker ter waarde van ruim 15 gulden berichtjes heeft ontvangen. Het bedrag wordt naar keuze uitgekeerd als belkaart, tegoedbon voor platen- of boekenwinkel of supermarkt. De goedgehartige Engelsman kan het geld ook aan een filantropische instelling geven.

BRON: KPN MOBILE, NOVEMBER

DoCoMo feller tegen telefoonspam

NTT DoCoMo gaat meer doen tegen de zo gevreesde telefoonspam. Het Japanse mobiele telecombedrijf heeft een filter in werking gesteld.

Het filtersysteem, dat zowel juridisch als technisch werkt, moet voorkomen dat de 28 miljoen I-mode-gebruikers overladen raken met ongewenste reclameboodschappen op hun mobieltsjes. Zo worden de Japanse spammers juridisch aangepakt en zal ongewenste e-mail beter worden gefilterd.

Het is niet voor het eerst dat DoCoMo iets aan spam probeert te doen. Het bedrijf ziet spam als een serieuze bedreiging van de popula-

riteit van de telefoons. Bellers betalen per verkregen data, elk ontvangen mailtje kost dus geld. Een te grote hoeveelheid spam schrikt gebruikers af. Ook raakt volgens NTT DoCoMo het netwerk overbelast.

Met de huidige generatie I-mode-toestellen moet namelijk de gehele e-mail worden opgehaald, wat ergernissen over spam nog groter maakt. Vanaf volgend jaar zal DoCoMo nieuwe toestellen verkopen waarmee ook alleen het onderwerpveld bekeken kan worden.

DoCoMo begint met het blokkeren van de grote hoeveelheden e-mail die naar niet-bestaande adressen wordt verstuurd. Hiervoor heeft het bedrijf toestemming nodig van het Japanse ministerie van Binnenlandse Zaken, Publieke werken en Telecom-aangelegenheden. DoCoMo verwacht de toestemming zeer snel te verkrijgen.

BRON: KPN MOBILE, NOVEMBER

KPN Mobile verkoopt belang in Telkomsel aan SingTel

KPN Mobile en Singapore Telecommunications (SingTel), via haar 100%-dochter Singapore Telecom Mobile Pte Ltd (SingTel Mobile), hebben een definitieve overeenkomst getekend over het verwerven door SingTel Mobile van het belang van 22,3% van KPN Mobile in Telkomsel, de grootste mobiele operator in Indonesië.

SingTel Mobile neemt het belang van KPN Mobile over voor USD 601 miljoen (circa EUR 668 miljoen) en zal dit bedrag in contanten betalen na afronding van de overeenkomst. Daarnaast zal SingTel ook de nog resterende serviceverplichtingen verrekenen die KPN Mobile heeft ten aanzien van Telkomsel. Deze worden gewaardeerd op een bedrag van USD 25 miljoen (EUR 28 miljoen).

Telkom, de andere aandeelhouder van Telkomsel, die 77,7% in handen heeft, gaat met de transactie akkoord. De transactie is afhankelijk van diverse goedkeuringen, waaronder die van de Indonesian Foreign Investment Board ("BKPM") maar zal naar verwachting voor eind 2001 worden afgerond.

De verkoop is niet van invloed op de omzet en Ebitda van KPN aangezien Telkomsel nooit werd opgenomen in de geconsolideerde balans. Naar verwachting zal er op deze verkoop een boekwinst van circa EUR 300 miljoen worden behaald.

KPN zal de netto opbrengst (na aftrek van belastingen en lasten) gebruiken om de netto schuldenlast terug te brengen. Deze transactie is weer een belangrijke stap in de plannen van KPN om de niet-kernactiviteiten af te stoten. Met inbegrip van deze transactie komen de totale opbrengsten van de verkoop van niet-kernactiviteiten op rond EUR 3 miljard.

Marten Pieters, lid van de Raad van Bestuur van KPN en verantwoordelijk voor het programma van afstoting, gaf het volgende commentaar: "Met deze overeenkomst is KPN erin geslaagd een minderheidsbelang van de hand te doen tegen een gunstige prijs, zeker gezien de huidige waarderingen in de regio. De prijs die KPN krijgt, ligt gelijk aan de waardering in april 2001, toen Telkom een meerderheidsbelang verwerfde in Telkomsel via Indosat."

Telkomsel werd in 1995 opgericht door Telkom en Indosat, waarna KPN in 1996 toetrad als strategische partner. Met de hulp van KPN Mobile is Telkomsel uitgegroeid tot de grootste mobiele operator van Indonesië, met 2,5 miljoen abonnees en een marktaandeel van 47% (stand: 30 september 2001). Over de eerste drie kwartalen van 2001 rapporteerde Telkomsel een omzet van IDR 3,344 miljard (EUR 363

miljoen), een Ebitda van IDR 2,385 miljard (EUR 259 miljoen) en een netto resultaat van IDR 1,424 miljard (EUR 155 miljoen).

BRON: KPN MOBILE, OKTOBER

KPN verkoopt 10% van zijn belang in KPNQwest aan Qwest

Koninklijke KPN N.V. heeft half oktober bekend gemaakt dat zij instemt met de acquisitie van GTS door KPNQwest. KPN beschouwt dit als een uitstekende stap in de groeistrategie van KPNQwest.

Tegeijktijd heeft KPN als onderdeel van zijn schuldreductiestrategie besloten zijn financiële exposure op de Europese IP/Data-markt terug te brengen.

KPN en Qwest zijn derhalve een transactie aangegaan die de volgende elementen omvat:

KPN zal 10% van zijn belang in KPNQwest (20 miljoen aandelen) aan Qwest (en aan Qwest gerelateerde partijen) verkopen voor ongeveer EUR 101 miljoen (USD 91,6 miljoen), hetgeen gebaseerd is op de gemiddelde beurskoers van de laatste drie weken. De opbrengsten zullen door KPN worden gebruikt om de schuldenlast terug te brengen.

Qwest zal in maart 2002 de mogelijkheid krijgen om het resterende belang van KPN (ongeveer 40%) over te nemen tegen de dan geldende marktwaarde. Daarna zal de in de huidige joint venture-overeenkomst opgenomen beperking met betrekking tot de verkoop van aandelen KPNQwest door KPN of Qwest, worden afgebouwd. Vanaf april 2002 is onderhandse plaatsing mogelijk en vanaf januari 2003 publieke markttransacties. Alle restricties worden opgeheven vanaf april 2004.

Terwijl de concurrentie bepalingen komen te vervallen, zullen KPN en KPNQwest hun nauwe samenwerking op zakelijk gebied continueren. KPN zal de producten en diensten van KPNQwest in de Benelux als onderdeel van zijn internationale portfolio op exclusieve basis blijven verkopen.

De verkoop van de 10% aandelen door KPN leidt tot wijzigingen in de corporate governance-rechten in KPNQwest. Vanaf het moment dat de transactie zal zijn afgerond, wordt KPNQwest niet langer door KPN proportioneel geconsolideerd in zijn cijfers. Dit houdt onder meer in dat ongeveer EUR 430 miljoen netto schuld gedeconsolideerd zal worden in de boeken van KPN (getal per eind juni 2001).

BRON: PERSBERICHT KPN, OKTOBER 2001

Londen slaat SMS-alarm

De Londense politie heeft zijn bestaande alarmsysteem dusdanig aangepast dat het voortaan alarm kan slaan via een tekstbericht op de mobiele telefoon (SMS). Nu minstens tweederde van de bevolking over een mobiele telefoon beschikt, wordt het mobieltje een alternatief voor waarschuwingen via radio of televisie.

Bedrijven en individuele burgers kunnen in het geval van een terroristische aanslag of een bommelding een snelle waarschuwing ontvangen op hun telefoon. De nieuwe 24-uurs service is een gezamenlijk project van de Londense politie en Scotland Yard. Een abonnement op de alarmservice kost 8,25 Britse pond (30 gulden) per maand. De politie start ook een afzonderlijke e-mail service, maar die is minder snel dan de SMS-dienst.

Ook de Duitse overheid test op dit moment een systeem dat burgers via SMS-berichten moet waarschuwen

tegen terroristische aanvallen. Duitsland heeft niet bekend gemaakt met welk bedrijf het voor de tests samenwerkt.

BRON: VOLKSKRANT, 15-11-2001

Definitieve overeenkomst verkoop aandeel Pannon

KPN Mobile en Telenor Mobile hebben de definitieve verkoopovereenkomst getekend voor de overdracht van het 44,66 procent KPN-aandeel in de Hongaarse mobiele aanbieder Pannon GSM. Eerder dit jaar hadden de partijen al een concept overeenkomst opgesteld (Head of Terms), waarin het voornemen tot de verkoop vastgelegd werd. Ook de overige aandeelhouders, Sonera en TeleDanMark zullen hun aandelen aan Telenor Mobile verkopen, waardoor dit bedrijf alle 100 procent aandelen in handen krijgt. KPN ontvangt 603 miljoen euro voor het aandelenpakket en zal hiermee een deel van de schuldenlast aflossen.

BRON: KPN MOBILE, OKTOBER

NTT DoCoMo introduceert 3G-videodienst

NTT DoCoMo heeft vandaag bekend gemaakt, dat het bedrijf op 19 november een nieuwe dienst toevoegt aan het 3G-abonnement (UMTS).

Het gaat om een videoclip distributieservice, waarmee gebruikers van i-Mode ook videomateriaal over de mobiele telefoon kunnen versturen en ontvangen. De Japanse partner van KPN stelt dat de service onderdeel gaat uitmaken van de bestaande abonnementen en de Japanse gebruiker dus geen extra kosten zal opleveren.

BRON: KPN MOBILE, NOVEMBER

Nokia en Sony voor mobiele standaard

Het aantal zogenaamde 'mobiele standaarden' zal de honderd inmiddels wel naderen. Dat weerhoudt Nokia en Sony er echter niet van een mobiele standaard te ontwikkelen die 'onderlinge uitwisselbaarheid tussen mobiele apparaten mogelijk moet maken'.

De Mobiele standaard werd gepresenteerd tijdens de Comdex in Las Vegas.

De twee bedrijven willen een standaard om downloads, instant berichten, digitale rechten en 'user interfaces' te regelen.

Het resultaat van de werkzaamheden moet leiden tot een open standaard die ook door derden aangepast en toegepast mag worden. Een deadline wanneer het een en ander af moet zijn, konden de twee bedrijven echter nog niet geven.

Ook andere 'industry leaders' hebben hun steun aan het project toegezegd. Onder de participanten bevinden zich ook Symbian, Ericsson, NTT DoCoMo, Siemens en Sharp.

BRON: KPN MOBILE, 14-11-2001

Boekbesprekingen

Titel: Smartcards in de reële en virtuele wereld.

Auteurs: Jan Willem Rietdijk en Fokko A. Spoelstra

Plaats van uitgave/uitgever/jaar: Den Haag, ten Hagen & Stam, okt. 2001

Paginerings: 198 p.

ISBN 90-440-0242-2

Smartcards zijn niet meer weg te denken uit de moderne technologische maatschappij. Smartcards vinden hun weg in een breed scala aan toepassingen, in GSM-telefoons en bij het chip-

pen tijdens het winkelen. Organisaties signaleren de trend, maar staan aarzelend tegenover de toekomstige mogelijkheden. Een aantal mislukte projecten, uit het nabije verleden is hier debet aan.

Ten Hagen & Stam geeft een boekenserie uit, 'ICT-bibliotheek', die op het oplossen van besturingsvraagstukken vanuit de ICT-praktijk is gericht. In deze reeks verscheen deel 5, 'Smartcards in de reële en virtuele wereld' van Ir. J.W. Rietdijk en Ir. F.A. Spoelstra.

Rietdijk en Spoelstra willen met het boek ideevorming rond toepassingen van de smartcard stimuleren. Tevens willen zij helpen met de vertaling hiervan naar een beheersbaar commercieel systeem. Zij geven ook genoeg tips om bestaande systemen te verbeteren.

Het boek bestaat uit vier delen. In de introductie komen E-commerce applicaties, actuele trends en one-to-one marketing aan de orde, maar ook de diverse toepassingsgebieden, naast de elektronische beurs. Vervolgens beschrijven de auteurs de technologie en de relevante standaarden. Ook schenken zij aandacht aan de beveiliging, een belangrijk onderdeel van smartcards.

Het tweede deel beschrijft de architectuur en de systeemontwikkeling voor multifunctionele smartcards. Hierbij is een praktijkvoorbeeld met een stedelijk openbaar vervoer bedrijf uitgewerkt. Daarna wordt de implementatie en het beheer van smartcards beschreven.

Tot slot geven Rietdijk en Spoelstra een overzicht van de mogelijkheden van smartcards. Niet alleen bestaande

toepassingen, maar ook de nieuwste technologieën, trends en nieuwe services worden hierbij belicht.

Titel: Operational Excellence. Van strategie naar organisatie ontwerp in het dot.com tijdperk.

Auteur: Peter Noordam, Ronald van Schijndel

Plaats van uitgave/uitgever/jaar van uitgave: Den Haag, ten Hagen Stam, 2001

Paginering: 133 p.

ISBN 90-440-0364-X

Het economisch tij keert. Bedrijven expanderen niet meer en zoeken naar consolidatie, waarbij continuïteit en stabiliteit de leidraad in management-beslissingen vormen. Processen worden volledig herontworpen, en ontslag van personeel lijkt hierbij onvermijdelijk.

Het 7^e deel van de serie IT Professional is gewijd aan het ontwerp Operational Excellence. Naast een toelichting op de zo sterk gewenste Operational Excellence is in dit boek een case opgenomen over de wijze waarop kansen vanuit IT-trends financieel beheersbaar gemaakt worden.

Operational Excellence wordt hier omschreven als: 'Het vermogen van organisaties om zich, zowel nu als naar de toekomst, met hun producten en dienstverlening optimaal aan te passen aan de omgeving en meer concreet de klanten en afnemers van deze diensten en producten'.

Drs. Peter Noordam en Drs. Ronald van Schijndel laten in hun boek over Operational Excellence zien dat de prestaties van een organisatie bepaald worden door een optimale inrichting en samenhang van de organisatiestructuur, de bedrijfsprocessen,

IT en de medewerkers. En een goede prestatie kan in een dynamisch werkveld alleen volgehouden worden als hier in verandertrajecten voortdurend aan gewerkt wordt.

Noordam en Van Schijndel geven ook het doel van de methode aan: klantgerichtheid. Zij identificeren kritische succesfactoren als meer efficiëncy en hogere service en laten zien dat deze in balans moeten worden gerealiseerd. Vervolgens beschrijven de auteurs met een stappenplan hoe de methode in een bedrijf geïmplementeerd kan worden. Operational Excellence kan ook goed ingezet worden om de Internet-activiteiten in de bestaande bedrijfsvoering te integreren als e-business.

De auteurs geven in Operational Excellence de nodige strategische tips. Verder laten zij zien hoe de voordelen van een verandertraject in kaart gebracht kunnen worden en gaan zij dieper in op verandermanagement. Gebrek aan commitment is vaak een struikelblok in verandertrajecten. Noordam en Van Schijndel schetsen een aanpak om betrokkenheid te stimuleren en weerstand weg te nemen. Op deze wijze laat 'Operational Excellence' zien hoe een organisatie slagvaardig blijft, ook in een kerend tij.

DEZE BESPREKINGEN ZIJN SAMENGESTELD DOOR GERRIT VISSER, KPN OPLEIDINGEN IN OPDRACHT VAN DE REDACTIE VAN KPN STUDIEBLAD

