

TNO-rapport
FEL-97-A385

Inventarisatie telematica-ontwikkelingen Natco

TNO Fysisch en Elektronisch
Laboratorium

Oude Waalsdorperweg 63
Postbus 96864
2509 JG 's-Gravenhage

Telefoon 070 374 00 00
Fax 070 328 09 61

Datum
mei 1998

Auteur(s)
Ir. E.J. Kwak
Ir. B. Oberndorff

"DTIC USERS ONLY"

Opdrachtgever	Koninklijke Landmacht
Projectbegeleider	Ir. V.J.M. Emmen
Onderdeel	NATCO/I&T

Rubricering	
Vastgesteld door	Ir. V.J.M. Emmen
Vastgesteld d.d.	27 maart 1998

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

Exemplaar nr.	53
Oplage	80
Aantal pagina's	96 (excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	-

© 1998 TNO

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium is onderdeel van TNO Defensieonderzoek waartoe verder behoren:

TNO Prins Maurits Laboratorium
TNO Technische Menskunde



DISTRIBUTION STATEMENT A

Approved for public release
Distribution Unlimited

AQF99-03-0297

Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

19981207 025

Managementuittreksel

Titel : Inventarisatie telematica-ontwikkelingen Natco
Auteur(s) : Ir. E.J. Kwak, Ir. B. Oberndorff
Datum : mei 1998
Opdrachtnr. : -
IWP-nr. : 765.1
Rapportnr. : FEL-97-A385

De NATCO Telematica organisatie staat voor de uitdaging beleid te ontwikkelen waarmee de door haar aan te bieden telematicadiensten adequaat en doelmatig kunnen worden aangeboden. Hiervoor is het noodzakelijk een visie op te stellen t.a.v. de nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de telematica zoals deze zich manifesteren op technologisch, politiek, organisatorisch en sociaal gebied. Het onderhavige rapport dient ter ondersteuning bij de ontwikkeling van deze visie.

Ontwikkelingen op telecom gebied kenmerken zich in algemene zin door:

- Toename van de bandbreedte;
- Volledige integratie van spraak, data, video en tekst door digitalisering;
- Toename in de mobiliteit van de eindgebruiker;
- Toename in bereikbaarheid door koppeling/integratie van diverse netwerken;
- Transparantie voor de eindgebruiker.

De trends in de telematicamarkt zijn te onderscheiden in technische trends en bedrijfskundige trends. Technische trends zijn:

- De marktgedreven ontwikkeling naar meer bandbreedte;
- Het koppelen c.q. integreren van netwerken t.b.v. betere bereikbaarheid;
- Het verbeteren van de mobiliteit door invoering van Personal Communication Services (PCS);
- De opkomst van TCP/IP als de-facto standaard;
- De opkomst van optische netwerken;
- Computer Telefonie Integratie (CTI);
- Killer applicaties versnellen de acceptatie van nieuwe telecom faciliteiten.

Bedrijfskundige trends zijn:

- De ontwikkeling van ICT management tools (bijv. directory services);
- De toename van videovergaderen;
- Telewerken/ tele-educatie en facility sharing.

In hoofdstuk 3 is in kort bestek een (niet uitputtende) beschrijving gegeven van de installed base van de KL teneinde de Ist situatie van het model vast te leggen.

Middels vele interviews zijn de volgende onderwerpen behandeld:

- BERDIS. Bij de verwerving van een opvolger voor BERDIS verdient het aspect beveiliging speciale aandacht;

- Basis Kantoor Automatisering (BKA). Een proces is opgestart om te komen tot standaardisatie met periodieke vervanging van het alle platforms;
- KLIM. In het kader van de KL Implementatie Middenlaag (KLIM) worden lokale glasvezelnetwerken aangelegd voor smalbandige communicatie. Door toename van het gebruik en door nieuwe toepassingen zal in de toekomst behoefte ontstaan aan meer capaciteit. Hiervoor is in eerste instantie switched Ethernet een oplossing. Voor de verdere toekomst zal moeten worden gekeken naar breedbandige oplossingen. Deze bieden ook de mogelijkheid van telefonie waardoor het telefoon netwerk en de centrale van het onderdeel zou kunnen verdwijnen;
- Videoconferencing. In fase 1 zijn de Telematicagroepen en de operationele staf van BLS voorzien van diverse systemen. Fase 2, waarin additionele systemen zijn voorzien is uitgesteld tot na 2001;
- Beleid nieuwe systemen. Leidraad is de noodzaak tot doelmatigheid.

In hoofdstuk 4 zijn beschrijvingen opgenomen van onderstaande systemen en applicaties:

Comms Systemen	Applicaties
DECT	ICT-management
GSM 900/DCS 1800	E-mail/X.400
ATM	Desktop-videoconferencing
Fast Ethernet	Intranet
IEEE 802.6 DQDB	Firewalls
IEEE 802.11 Draadloos LAN	Smart cards
Hiperlan	
FDDI	
ADSL	

De betreffende conclusies zijn opgenomen in de samenvatting van hoofdstuk 4.

Daar het hier een oriëntatiestudie betreft zijn de vele beleidsthema's niet uitputtend behandeld. Er is een short-list gemaakt van een viertal thema's:

Beheer op afstand

Voor een effectief en veilig beheer op afstand is standaardisatie naar minimaal WIN NT 4.0 noodzakelijk. Nieuwe technieken als directory services zijn veelbelovend maar momenteel nog te onstabiel om in te voeren.

BKA

Naast het ingeslagen pad van standaardisatie van te verstrekken hard- en software wordt aanbevolen te bezien in hoeverre er een keuze kan worden gemaakt voor één hofleverancier die verantwoordelijk is onder supervisie van een KL werkgroep de periodieke vervangingsslag te verzorgen.

KLIM

Het breedbandig maken van KLIM biedt een breekpunt qua mogelijkheden met de huidige situatie. Door invoering van toepassingen als facility sharing en Intranet (zie volgend punt), telewerken, videovergaderen alsmede VOIP (Voice Over IP) wordt een doelmatiger bedrijfsvoering mogelijk.

Facility sharing en telewerken

Op basis van gekoppelde breedbandige KLIM netwerken is het mogelijk werknemers te laten telewerken vanuit een (goedkopere) remote locatie. In combinatie met facility sharing kunnen werkplekken op de staven komen te vervallen en verminderen reistijden en -kosten.

Vervolgstudies

- BERDIS. De beveiliging van het nieuwe BERDIS vergt speciale aandacht.
- KLIM. Een studie teneinde een verantwoorde en toekomstvaste keuze te kunnen maken voor een breedband techniek voor KLIM.
- Facility sharing en telewerken. Gestreefd moet worden naar een pilot-opstelling. In nauw overleg tussen NATCO/I&T en TNO/FEL lijkt het haalbaar de industrie hier als partner in te betrekken.

Opzet en invulling van de Telematica organisatie

De hiervoor geschetste ontwikkelingen zullen duidelijke consequenties hebben voor de telematica organisatie. Een vervolgstudie hiernaar is een vereiste.

Samenvatting

Dit rapport dient ter ondersteuning van de NATCO Telematica organisatie van de Koninklijke Landmacht bij het opstellen van een beleidsplan telematica voor de middellange termijn. Het behandelt de nieuwe ontwikkelingen op dit gebied en beschrijft vele communicatiesystemen en applicaties.

De conclusies die getrokken kunnen worden betreffende trends, systemen en te voeren beleid zijn in een viertal hoofdonderwerpen verzameld samengevat, t.w.:

- Beheer op afstand;
- BKA;
- KLIM;
- Facility sharing en telewerken.

Gebaseerd op de bevindingen van dit rapport worden aanbevelingen gedaan voor vier vervolgstudies:

- Beveiligingsaspecten voor BERDIS nieuwe generatie;
- Breedbandige lokale en campusnetwerken met Intranet en Voice over IP;
- Facility sharing en telewerken;
- Opzet en invulling van de Telematica organisatie.

Inhoud

	Lijst van afkortingen	7
1.	Inleiding	11
1.1	Achtergrond	11
2.	De telematicamarkt	15
2.1	Inleiding	15
2.2	De verhouding tussen telecom en IT	15
2.3	De telematicamarkt: een bedrijfsmodel	16
2.4	Technische trends	17
2.5	Bedrijfskundige trends	23
2.6	Samenvatting	27
3.	Installed base en toekomstvisie KL	29
3.1	Algemeen	29
3.2	Interviews	29
3.3	Samenvatting	37
4.	Systeembeschrijvingen	39
4.1	Algemeen	39
4.2	Communicatiesystemen	39
4.3	Applicaties	60
4.4	Conclusies en aanbevelingen	79
5.	Beleidsadviezen	83
5.1	Inleiding	83
5.2	Doelmatigheid	83
5.3	Beheer op afstand	84
5.4	BKA	84
5.5	KLIM	85
5.6	Facility sharing en telewerken	88
5.7	Vervolgstudies	89
5.8	Samenvatting	90
6.	Referenties	93
7.	Ondertekening	95

Lijst van afkortingen

ANSI	American National Standards Institute
ACL	Acces Control List
ADSL	Assymetric Digital Subscriber Line
AP	(WLAN) Access Point
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BERDIS	BERichten DIstributie Systeem
B-ISDN	Broadband Integrated Services Network
BITSDEF	Beleidsdocument Informatie Technologie Standaarden Defensie
BIZA	Binnenlandse Zaken
BKA	Basis Kantoor Automatisering
BSS	(WLAN) Basic Service Set
BUZA	Buitenlandse Zaken
CCFP	(DECT) Central Control Fixed Part
CDDI	Copper Distributed Data Interface
CMIP	Common Management Information Protocol
CODEC	COmpression/DECompression
CP	Clusterpunt
CPU	Central Processor Unit
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection
CT-0,1,2	Cordless Telephone type 0,1,2
CTI	Computer Telephony Integration
DCS-1800	Digital Cellular System 1800
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication, voorheen Digital European Cordless Telephone
DNS	Domain Name System
DQDB	Distributed Queue Dual Bus
DS	(WLAN) Distribution System
DSAA	DECT Standaard Authenticatie Algorithme
DSL	Digital Subscriber Line
DSL	Digital Subscriber Line
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
DTVC	Desktop Videoconferencing
E-mail	Electronic mail
EB	Eindgebouw
(E)(E)PROM	(Electrically) (Erasable) Programmable read Only Memory
EMC	Electro Magnetic Compatibility
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FDM	Frequency Division Multiplexing
FDMA	Frequency Division Multiplex Acces
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum
FTP	File Transfer Protocol

GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
HCP	Hoofd Clusterpunt
HDSL	High data rate Digital Subscriber Line
HDTP	Hoofd Directie Telecommunicatie en Post
HIPERLAN	High PERFORMANCE LAN
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IC	Integrated Circuit
ICS	IBM Cabling System
ICT	Information and Communication Technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISM	Industrial, Scientific and Medical
ISO	International Standards Organization
IT	Information Technology
ITIL	Information Technology Infrastructure Library
ITU	International Telecommunications Union
KL	Koninklijke Landmacht
KLIM	KL Implementatie Middenlaag
KLu	Koninklijke Luchtmacht
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
MBS	Mobile Broadcasting System
MS	Message Store
MTA	Message Transfer Agent
NAFIN	Netherlands Armed Forces Integrated Network
NAT	Network Address Translation
NATCO	Nationaal Commando
NC	Network Computer
ONA	Open Network Architecture
ONP	Open Network Provision
OSE	Open System Environment
OSI	Open Systems Interconnection
PBX	Private Branch Exchange
PC	Personal Computer
PCS	Personal Communications Service
PHI-DEF	Project Herinrichting Informatievoorziening Defensie
PIN	Personal Identification Number
POTS	Plain Old Telephone Service
PP	(DECT) Portable Part
PSTN	Public Switched Telephone Network
RAM	Random Access Memory
RF	Radio Frequenties
RFP	(DECT) Radio Fixed Part

RMON	Remote Monitoring protocol
ROM	Read Only Memory
RPC	Remote Procedure Calls
SATCOM	Satellite Communications
SC	Smart Card
SDSL	Single line Digital Subscriber Line
SMS	Short Message Service
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
SS	Spread Spectrum
SSDS	Spread Spectrum Direct Sequence
SSFH	Spread Spectrum Frequency Hopping
STA	(WLAN) Station
SYHCON	System High Connect
TCP/IP	Transport Control Protocol/ Internet Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
TDMA	Time Division Multiplex Acces
UA	User Agent
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Service
UNI	User Network Interface
VDSL	Very high bit rate Digital Subscriber Line
VOIP	Voice over IP
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

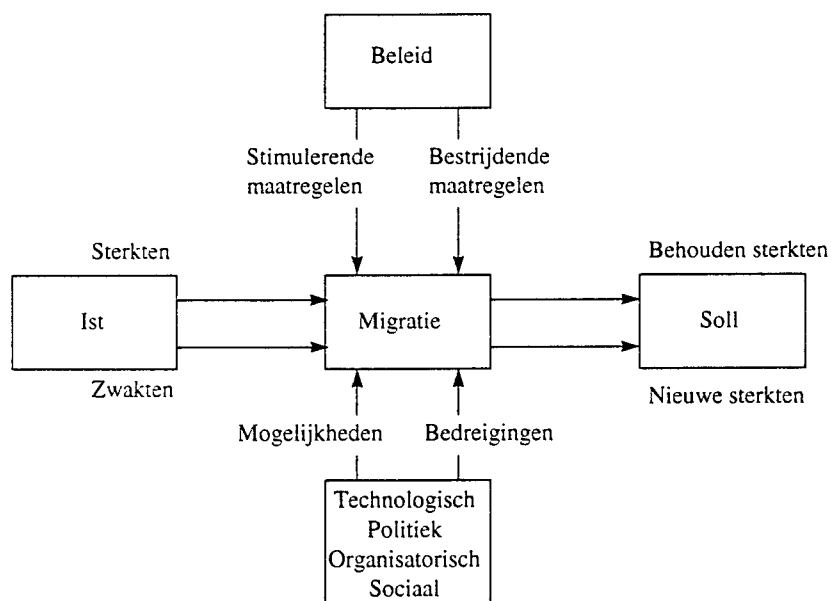
NATCO heeft TNO-FEL verzocht een oriëntatiestudie uit te voeren naar de telematica-ontwikkelingen die te verwachten zijn in de komende vijf jaar. NATCO hanteert de volgende definitie van telematica:

“het totale gebied waarin men zich bezig houdt met de opslag, verwerking en distributie van data, tekst, geluid en beeld, ter ondersteuning van het functioneren van de organisatie.”

NATCO/OI&T is verantwoordelijk voor vijftien telematicadiensten. Deze zijn in te delen in vier categorieën, te weten:

- transmissiediensten (*bearer services*):
 - spraakdienst;
 - datacommunicatie;
 - technische infrastructuur;
- applicatiediensten (*application services*):
 - berichtendienst;
 - Basis Kantoor Automatisering (BKA);
 - videoconferencing;
- beheerdiensten (*management services*):
 - netwerkbeheer;
 - frequentiebeheer;
 - cryptobeheer;
 - beveiliging;
 - klantenbeheer;
- processen:
 - ondersteuning, advies en assistentie;
 - verwerving/aanschaf;
 - telematicaprojecten.

NATCO staat voor de uitdaging haar klanten de komende jaren adequaat op deze gebieden service te verlenen. In het kader van deze uitdaging is het voor NATCO van belang een visie op te stellen t.a.v. de nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de telematica. Ten behoeve van dit rapport zal hierbij worden uitgegaan van het volgende migratiemodel:



Figuur 1.1: Migratiemodel.

Vrij vertaald betekent dit onderzoek naar:

- de sterkten en zwakten in de Ist situatie en;
- de mogelijkheden en bedreigingen van nieuwe technologieën.

Uit deze analyse moet een beleidsadvies volgen met stimulerende en bestrijdende maatregelen die een migratiepad stimuleren c.q. afdwingen. Dit migratiepad doelt op een Soll-situatie, waarin de bestaande sterkten bewaard blijven en nieuwe worden toegevoegd. Oude zwakten moeten worden uitgebannen en nieuwe voorkomen. Het is hierbij van belang dat in het migratiepad overbodige investeringen worden voorkomen.

Dit rapport heeft als doel in dezen ondersteuning te bieden waarbij de volgende aspecten aan bod komen:

- inventarisatie van de trends op de telematicamarkt met als resultaat een marktstrategisch beeld (Hoofdstuk 2);
- inventarisatie van de huidige KL-systemen (installed base), alsmede de toekomstige behoefte van de Koninklijke Landmacht (Hoofdstuk 3);

Deze inventarisaties voorzien in de benodigde input voor het door NATCO geleverde onderzoeksmodel. Zij vormen tevens de basis voor aanbevelingen betreffende het te voeren beleid. Hierbij zal ruime aandacht worden besteed aan nieuwe telematicasystemen die hierin een rol zouden kunnen spelen (Hoofdstuk 4). Per telematicasysteem worden de volgende aandachtspunten beschreven:

- de geboden functionaliteit;
- de benodigde infrastructuur;
- de techniek;
- vergelijkbare systemen;

- sterke en zwakke punten in het algemeen en voor de Koninklijke Landmacht in het bijzonder;

Aangezien het voor de eindgebruiker het meest van belang is over welke applicaties hij kan beschikken, wordt daar in het tweede deel van hoofdstuk 4 aandacht aan besteed.

Tenslotte mondt het bovenstaande uit in een aantal aanbevelingen die samen een geïntegreerd beleidsadvies vormen, op maat gesneden voor de Koninklijke Landmacht (Hoofdstuk 5).

Daar het hier een oriëntatiestudie betreft van beperkte omvang, kunnen sommige gegevens alsmede het beleidsadvies slechts indicatief zijn. Conform de afspraak met de opdrachtgever zijn aan hoofdstuk 5 een aantal concrete aanbevelingen voor vervolgstudies toegevoegd.

2. De telematicamarkt

2.1 Inleiding

Teneinde een duurzame beleidsontwikkeling te kunnen voeren is het noodzakelijk inzicht te verkrijgen in de krachten die ten grondslag liggen aan de trends op de telematicamarkt alsmede welke trends er optreden. Paragraaf 2.2 voorziet in een discussie over de verhouding tussen telecommunicatie (kortweg telecom) en informatietechnologie (IT). De convergentie van telecom en IT leidt tot een nieuw bedrijfsmodel van de telematicamarkt voor het verzamelen/versturen, bewerken en opslaan van informatie. Dit model wordt in paragraaf 2.3 behandeld. De technologische trends, die de noodzaak vormen van dit nieuwe bedrijfsmodel, zijn beschreven in paragraaf 2.4. Tevens bediscussieert deze paragraaf applicatietrends. Paragraaf 2.5 bespreekt de uit de trends voortvloeiende bedrijfskundige en sociale gevolgen.

2.2 De verhouding tussen telecom en IT

Telematica kent twee drijvende krachten. Ten eerste voorziet toepassing van telematica in het aanbieden van nieuwe en betere diensten. Daarnaast realiseert telematica een efficiënter gebruik van beschikbare bronnen. Telematicatechnieken staan in toenemende mate het delen van beschikbare bronnen toe: *resource sharing*. Voorbeelden zijn telewerken, videoconferencing, Internet, Intranet en inloggen op afstand (*remote login*). Dit sluit aan bij een steeds duidelijker wordende trend in *facility sharing* in de kantooromgeving, zoals de toepassing van de universele werkplek.

Telematicatoepassingen zijn toepassingen voor de eindgebruiker waarin voornamelijk veel specialistische kennis van telecom en, in mindere mate, algemene kennis van IT wordt benut. Het vakgebied telematica zorgt voor integratie van deze twee soorten kennis.

Ontwikkelingen in de IT-wereld leiden in het algemeen tot hard- en software die sneller, gebruikers- en beheerdersvriendelijker, eleganter en betrouwbaarder is. De functionaliteit wordt in hoog tempo verbeterd maar niet revolutionair vernieuwd. Zo biedt de Internetomgeving bijvoorbeeld geïntegreerde multimedia-applicaties d.m.v. Java en ActiveX.

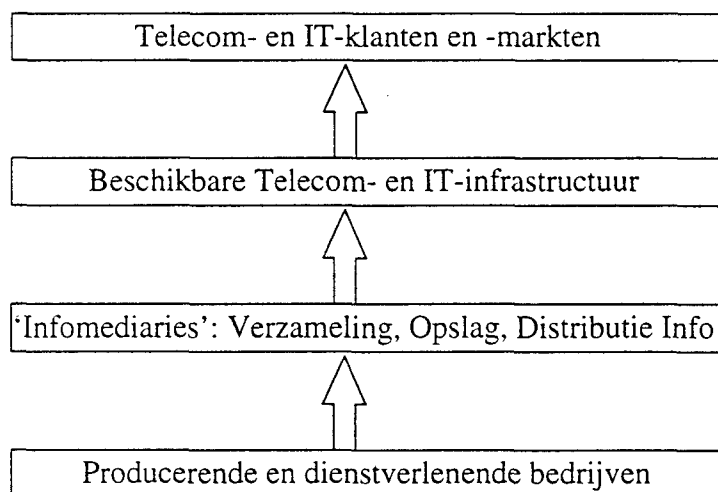
In de telecomwereld zijn de vernieuwingen van dien aard dat zij IT-functionaliteit op een nieuwe wijze binnen bereik brengen. IT-services worden beter, en sneller bereikbaar en toepasbaar. In een realistisch toekomstbeeld kan informatie waar ook ter wereld van nagenoeg iedere locatie bewerkt en/of overgehaald (*downloaden*) worden in steeds grotere hoeveelheden. De algemene kenmerken van de ontwikkelingen op telecommunicatiegebied zijn:

- toename van de bandbreedte,
- volledige integratie van spraak, data, video en tekst door digitalisering,
- toename in mobiliteit van eindgebruiker,
- toename in bereikbaarheid door koppeling/integratie van diverse netwerken,
- transparantie voor eindgebruiker.

Hieruit volgt dat de IT-functionaliteit die beschikbaar is voor de eindgebruiker bepaald wordt door de toegepaste telecommunicatietechnieken. Dit vormt de motivatie voor het feit dat in deze studie het accent gelegd is op de functionaliteit van nieuwe telecommunicatiesystemen. Deze functionaliteit ondersteunt op haar beurt de behoefte van IT-applicaties.

2.3 De telematicamarkt: een bedrijfsmodel

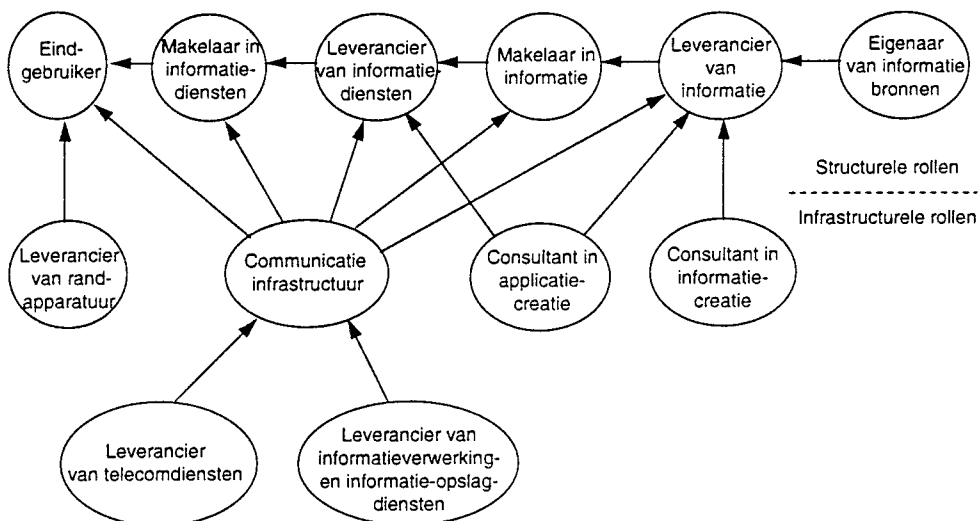
Het bedrijfsmodel dat in deze paragraaf wordt besproken is afkomstig uit [1], gepubliceerd door het Center for Telecommunications Management. Het is vooral van toepassing op de eerste twee categorieën diensten uit hoofdstuk 1, te weten de transmissiediensten en de applicatiediensten (*bearer and application services*) en geeft een houvast bij het beschouwen van de processen die van invloed zijn op de telematica-ontwikkelingen. Het model kan als volgt worden voorgesteld:



Figuur 2.1: Bedrijfsmodel conform het Telecom Outlook Report (1997-2007).

De basis van het model wordt gevormd door bedrijven die producten en diensten leveren. De tweede laag heeft een makelaarsfunctie. Deze functie is mogelijk aangevuld met het verzamelen en distribueren van deze producten en diensten naar de markt, voorgesteld door laag 4. Dit gebeurt via de derde laag die de communicatie-infrastructuur representeert: een combinatie van communicatienetwerken en computers.

Een verfijnd model wordt gegeven door ETSI [2] (figuur 2-2). Dit model geeft aan hoe de informatie van de eigenaar aan de rechterkant naar de consument aan de linkerkant komt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de *structurele* en de *infrastructurele* functies binnen dit model. Structurele functies verwerken en bewerken de informatie in de keten van beginproduct via tussenproducten in een eindproduct. Infrastructurele functies verzorgen het transport van de (tussen)producten van de ene hoedanigheid naar de andere hoedanigheid of ondersteunen het proces van de verwerking en bewerking van het product naar het volgende stadium. In dit uitgewerkte model blijkt duidelijker de cruciale rol van 'communication and networking' infrastructuur, zoals reeds aangegeven is in paragraaf 2.2.



Figuur 2.2: Bedrijfsmodel van de Europese Informatie Markt, opgesteld door de ETSI.

2.4 Technische trends

De steeds verder gaande digitalisering mag als trend niet ongenoemd blijven. Digitale systemen vervangen analoge met als reden een lagere kostprijs, een verbetering in kwaliteit en een grotere beheerbaarheid. Het moge duidelijk zijn dat deze trend zijn invloed doet gelden op de overige trends die zichtbaar zijn in de telematicamarkt.

2.4.1 Bandbreedte

In paragraaf 2.2 zijn reeds een aantal algemene ontwikkelingen op telecommunicatiegebied genoemd, waaronder een toename van de snelheid van datacommunicatie. Dit is een ontwikkeling die bij uitstek vanuit de markt gedreven wordt. Eindgebruikers verlangen in steeds grotere mate multimediadiensten (data, beeld spraak en video) over een netwerk, hetgeen mogelijk wordt door de voortschrijdende digitalisering. Deze ontwikkeling wordt nog ondersteund door het feit dat applicaties steeds meer gebaseerd zijn op GUI (*Graphical User*

Interface) en grafische presentaties vergen. Vooral bij real-time communicatie kan multimedia een zware belasting voor een netwerk vormen. Daarnaast worden zware applicaties tegenwoordig op zogenaamde high-performance servers gedraaid, die op afstand worden aangestuurd. Er wordt gezocht naar een nieuw evenwicht, waarbij de intelligentie als het ware vanuit de desktop PC naar het netwerk zelf verschuift. De eerste netwerkcomputers verschijnen binnenkort op de markt. Achterliggende gedachte bij deze initiatieven is het terugbrengen van de kosten die PC's met zich meebrengen. [3].

Nieuwe netwerktechnologieën zijn om bovenstaande redenen gericht op een significante toename in bandbreedte, niet alleen in de kern van het netwerk maar ook naar de desktop. In de toekomst zal de bandbreedte blijven stijgen tot enkele tientallen Gbps per gebruiker na 2010.

2.4.2 Bereikbaarheid

De markt vraagt om een grotere bereikbaarheid van de eindgebruiker. Hierin wordt voorzien door het koppelen van verschillende netwerken. Een en ander moet gebruikersvriendelijk gebeuren: de eindgebruiker verlangt transparantie. Daarnaast is het noodzakelijk een inschatting te maken van de beveiligingsrisico's die door de koppeling gegenereerd worden. Dit is van bijzonder belang voor organisaties en bedrijven die gebruik maken van zogenaamde *System High*-netwerken. System High is een omgeving waarbinnen gerubriceerde gegevens verwerkt mogen worden, met als voorwaarde dat de veiligheidsmachtiging van elke gebruiker minimaal gelijk is aan de maximale rubricering van de gegevens. Het moge duidelijk zijn dat bij het koppelen van System High-netwerken de nodige beveiligingsrisico's met zich meebrengt. Het TNO-onderzoek System High Connect geeft inzage in deze materie (4).

Netwerkbeveiliging is o.a. mogelijk door gebruik te maken van een zogenaamde *firewall*. Alle verkeer naar en van een netwerk wordt in dat geval langs één enkele weg geleid, die slechts bepaalde soorten verkeer toelaat. Deze controle vindt zowel plaats op datapakketniveau als op applicatieniveau en kan geconfigureerd worden door de netwerkbeheerder. Paragraaf 4.3.5 bespreekt dit onderwerp nader.

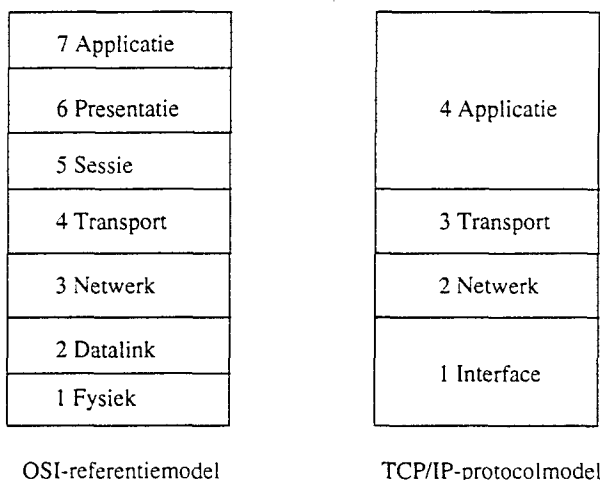
2.4.3 Mobiliteit

Een derde belangrijke ontwikkeling is het beschikbaar komen van een grote verscheidenheid aan mobiele telefonie, die binnen afzienbare tijd een bereikbaarheid over nagenoeg de gehele wereldbol kan garanderen. Ook hier is de koppeling van netwerken van belang. Finland kent bijvoorbeeld reeds een marktpenetratie voor mobiele telefoons (GSM) van zo'n 50% van de publieke telefonie. Ook in Nederland zijn hoge groeicijfers zichtbaar. De publieke markt kende op 1 januari 1997 reeds ongeveer 700.000 GSM aansluitingen, een forse stijging ten opzichte van het jaar ervoor. Voor 2000 wordt in Nederland een toename tot 3 miljoen abonnees voorzien, hetgeen neerkomt op een marktpenetratie van meer dan 20% (5). In hoofdstuk 4 worden een aantal systemen meer in detail beschreven.

Op dit moment worden mobiele communicatiesystemen ontworpen en gestandaardiseerd die onder de aanduiding '3de generatie mobiele communicatiesystemen' vallen, waaronder het Universal Mobile Telecommunications System (UMTS). UMTS heeft tot doel het concept van Personal Communications Service (PCS) te verwezenlijken. Een algemeen geaccepteerde definitie van PCS is 'de mogelijkheid voor een gebruiker te communiceren in elke gewenste vorm, op elke tijd, op elke plaats en in verschillende rollen, gebruikmakend van een handheld telefoontoestel'. De filosofie van UMTS is dat dit systeem de functies die de huidige mobiele communicatiesystemen (DECT, GSM, draadloos LAN etc.) leveren, geïntegreerd in een terminal gaan aanbieden. In het rapport [6] wordt op deze materie uitvoerig ingegaan.

2.4.4 De facto standaard (TCP/IP)

Tot voor kort werd in NAVO-verband de OSI (Open Systems Interconnect) transportstandaard als richtlijn bij de aanschaf van nieuwe infrastructuur gehanteerd. Inmiddels heeft de NAVO zich georiënteerd op TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol), hetgeen volkomen in lijn is met de ontwikkelingen op de civiele markt (7) (blz. 25). TCP/IP, dat een werkelijk Open System Environment (OSE) mogelijk maakt, is ontwikkeld onder sponsoring van het Amerikaanse Ministry of Defense en wordt toegepast in zowel het wereldwijde Internet als interne netwerken van bedrijven en instellingen. De vrij te gebruiken protocolfamilie is op deze manier de facto tot standaard geworden.



Figuur 2.3: Het TCP/IP -referentiemodel versus het OSI-referentiemodel.

2.4.5 Open Network Architecture (ONA)

Het Amerikaanse ONA, en de Europese tegenhanger Open Network Provision (ONP) zijn van origine modellen om harmonisatie te bewerkstelligen van diensten over publieke netwerken. Dit is inmiddels enigszins achterhaald, daar er een trend is naar koppeling van diverse deels publieke, deels private netwerken. Dit betekent dat ook de interfaces en diensten van de privé-netwerken moeten worden

meegenomen. Afgezien van de achterlopende regelgeving op dit gebied is er reeds een marktgedreven trend zichtbaar van het in relatief beperkte mate toegepaste ISDN (*Integrated Services Digital Network*) naar TCP/IP, zie ook paragraaf 2.4.4. Betrokken partijen kiezen vrijelijk voor deze standaard. Tenslotte kunnen overige netwerken middels *gateways* gekoppeld worden (*interworking*), waardoor informatie kan worden uitgewisseld. ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) is voor interlokale backbones de geijkte opvolger van TCP/IP.

2.4.6 Glasvezel- en volledig optische netwerken

In de media wordt de laatste jaren regelmatig gesproken over glasvezel (*fiber*), een transmissiemedium dat voorziet in een zeer grote bandbreedte. Dit maakt glasvezel een toekomstvaste infrastructuur (*future proof*). Naast een grote bandbreedte biedt dit medium een uitstekende elektromagnetische compatibiliteit (EMC), ondervindt het zelf geen invloed van straling en is het zeer moeilijk af te tappen. Verder zijn er eenvoudige beveiligingen aan te brengen. Om deze redenen is glasvezel tegenwoordig een voor de hand liggende kandidaat bij de installatie of upgrade van een bedrijfsnetwerk. Concurrentie kan verwacht worden van draadloze technieken, alhoewel eerder een coëxistentie van beide technieken wordt voorzien dan dat de toepassing van glasvezel door draadloze technologie geremd zal worden [1]. Glasvezel kan toegepast worden in de backbone van een netwerk, maar kan ook in meer of mindere mate tot bij de eindgebruiker doorgevoerd worden. Voor wat betreft regionale netwerken spreekt men in dit verband van *fiber-to-the-curb* en *fiber-to-the-home*. In de meest extreme situatie reikt de glasvezel tot de PC van de eindgebruiker: *fiber-to-the-desk*. Een interessant ijkpunt is in dit verband het project Singapore ONE. Dit twee-fasen project richt zich op een hoge-capaciteits netwerkplatform in heel Singapore. Het protocol in de backbone wordt ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), hetgeen geschikt is voor multimedieverkeer. In fase één (1996 - 2001) zullen gebruikers op dit netwerk worden aangesloten via bestaande lokale toegangsnetwerken, onder meer door het toepassen van Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL), een techniek om de bandbreedte van een kopernetwerk op te schroeven (zie paragraaf 4.2.9). Een *fiber-to-the-home* scenario zal naar verwachting voor een deel worden toegepast in fase twee, die de periode 1999 - 2004 beslaat.

Optische switches, waarmee een volledig verglaasde infrastructuur bereikt kan worden, zullen volgens hetzelfde rapport slechts langzaam hun intrede doen. De technologie van deze zeer complexe systemen is voorlopig nog uiterst kostbaar. Optische switches en andere volledig optische componenten zoals bijvoorbeeld versterkers, maken zgn. '*all-optical-networks*' mogelijk. Dit type netwerk kent intern geen opto-elektrische omzettingen en omzeilt daarmee de fysisch inherente beperkingen van de elektronica die 'slechts' snelheden van enkele tientallen GBps toelaten. Door eliminatie van de elektronica kan het optisch medium datgene doen waar het bij uitstek voor geschikt is: op zeer hoge snelheid informatie transporteren. De capaciteit van een all-optical-network is 10^4 maal groter dan van een hybride elektro-optisch netwerk. Wel kennen volledig optische netwerken nog

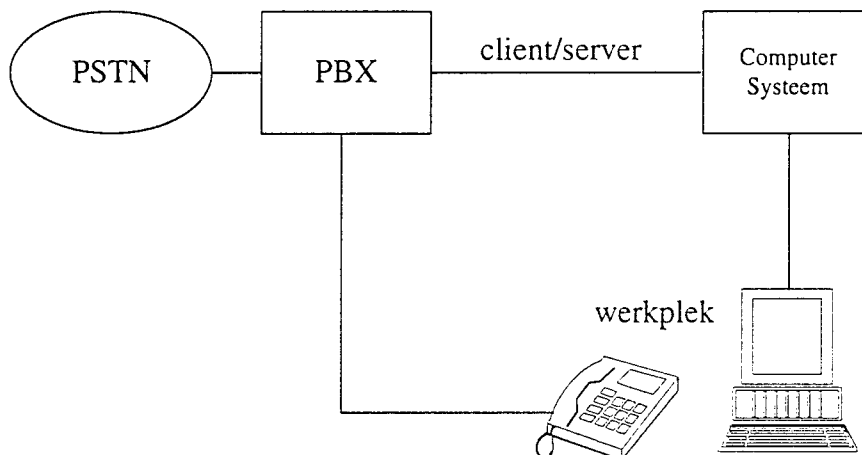
een aantal vraagtekens zoals het beschikbaar komen van de benodigde randapparatuur, maar ook de vraag of de glasvezels die momenteel met duizenden kilometers tegelijk in de grond zijn/worden gestopt, wel geschikt zijn voor deze coherente transmissietechnieken. Volgens de Twentse Kabel Fabriek is het zeer ongewis of de vezels in huidige samenstelling wel in staat zullen zijn duizenden datastromen van enkele tientallen GBps te verwerken. In november 1997 zijn zelfs twijfels gerezen of alle geïnstalleerde glasvezels wel geschikt zijn voor Gigabit Ethernet.

Voor de periode tot 2003, welke onderwerp is van dit rapport, zijn volledig optische netwerken niet van belang, omdat de techniek over 5 jaar realisatie nog niet zal toelaten. Het verdient echter wel aanbeveling om dit aspect bij de verwerving van glasvezelkabel in de komende periode wel mee te nemen omdat deze kabel geacht wordt zeker dertig jaar mee te gaan.

Voor wat betreft hybride netwerken waarin wel optische (snelle) switches worden toegepast wordt er in 2002 een marktpenetratie van 10 procent verwacht voor wat betreft de telecommunicatiemaatschappijen [1]. Dit zal naar verwachting oplopen tot 25% in 2007.

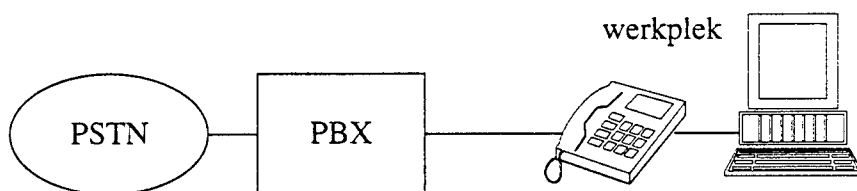
2.4.7 Computer Telephony Integration (CTI)

Sinds een jaar of tien staat *Computer Telephony Integration* (CTI) in de belangstelling: het rechtstreeks koppelen van computer- en telecommunicatiesystemen. CTI is erop gericht de functies van genoemde systemen in elkaars verlengde te brengen, waardoor nieuwe gebruiksmogelijkheden ontstaan. Van recente datum is het ontstaan van applicaties die CTI naar de desktop brengen, zgn. *shrink wrapped software*: applicaties uit het computerdomein kunnen services vragen aan het telecommunicatiedomein. Er bestaan twee basisvormen van CTI. Bij *third party call control* vindt de koppeling op serverniveau plaats.



Figuur 2.4: Computer Telephony Integration: third party call control.

Bij het minder complexe *first party call control* (desktop-CTI) is er een koppeling op werkpelniveau tussen telefoon en PC.



Figuur 2.5: *Computer Telephony Integration (CTI): first party call control oftewel desktop-CTI.*

Voorbeelden van CTI-functionaliteiten zijn telefoonbediening door middel van muisklikken (*screen based telephony*) en het ophalen van data gerelateerd aan een inkomend gesprek aan de hand van specifieke kenmerken zoals het toestelnummer (*call-based data selection*).

Een mogelijke toepassing van CTI ligt op het gebied van bewaking, vooral wat betreft de alarmafhandeling en -opvolging. Zonder CTI is het meldkamerpersoneel bijvoorbeeld genoodzaakt via een PBX handmatig spraakverbindingen op te bouwen met de mensen in het veld. De aansturing van de eenheden voor alarmopvolging, de controle op de afhandeling van alarmen en de eventuele terugmeldingen worden alle handmatig uitgevoerd. Toepassing van CTI levert een situatie op waarbij alarmen efficiënter worden afgehandeld. Een alarmbericht wordt bij afgifte vergezeld van informatie over de lokale situatie, en kan worden aangevuld met het plaatsen van een oproep naar de bewakingseenheid. Tevens kan de CTI-applicatie continu controleren of er terugmeldingen zijn geweest. Andere omgevingen waarin CTI kan worden toegepast zijn o.a. service- en dienstverlening, registratie, klachtenafhandeling en relatiebeheer. CTI zal door de integratie van beide services de behoefte aan twee typen bekabeling teniet doen.

2.4.8 Killer applicaties

De stormachtige ontwikkelingen in de ICT-wereld (Information and Communication Technology) worden gefaciliteerd door de hoeveelheid beschikbare applicaties. Wanneer een zekere applicatie een snelle acceptatie van een nieuwe telecommunicatietechniek tot gevolg heeft, spreken we van een killer applicatie. [1] heeft getracht een voorspelling te doen met betrekking tot killer applicaties die de ontwikkeling van een breedbandige ICT-infrastructuur kunnen stimuleren. Civiel wordt *video-on-demand* gezien als de meest veelbelovende ontwikkeling, gevolgd door *electronic commerce* (handel en geldtransacties via communicatienetwerk). Videovergaderen (met name de desktopvariant), interactieve educatie, telewerken (zie voor beide paragraaf 2.5.3) en Internetdiensten behoren ook tot de rij potentiële killer applicaties. Internet is, naast de functie als externe informatiebron, interessant omdat het gebaseerd is op open standaards, waaronder TCP/IP, SMTP (voor e-mail) en HTTP (voor presentatie van gegevens). Deze technologie kan gebruikt worden door een softwareleverancier om een eigen product mee te bouwen. Intranet is een

dergelijke toepassing en wordt door steeds meer bedrijven en instellingen gebruikt als intern communicatiemedium. Tot de functionaliteit behoort elektronische post, het bijhouden van gemeenschappelijke agenda's en het doorzoeken van archieven. Een koppeling met het externe Internet is mogelijk, maar niet noodzakelijk. Een dergelijke koppeling brengt een aanzienlijke beveiligingsproblematiek met zich mee. Een gedeeltelijke koppeling is ook mogelijk, bijvoorbeeld slechts een e-mail gateway.

2.5 Bedrijfskundige trends

2.5.1 ICT-management

ICT-management is een bij elkaar horende verzameling van taken en hulpmiddelen die dienen om de ICT-infrastructuur zo goed mogelijk te beheren. Deze worden steeds complexer en meer bedrijfskritisch. Netwerkmanagement vormt tezamen met systeem-, applicatie- en servicemanagement een systeem om de totale ICT-infrastructuur plus de daarbij behorende organisatie te bewaken. Doorgaans wordt volgens ITIL (Information Technology Infrastructure Library) of een vergelijkbare methode gewerkt. Kostenverantwoording en/of -besparing plus kwaliteitsborging zijn belangrijke motieven voor een dergelijke opzet.

'Cost of Ownership' is tegenwoordig een veel gebruikte verkoopterm in de IT-wereld en motiveert de fabrikanten om hun producten steeds beter beheerbaar te maken. Om gebruik te kunnen maken van deze beheerbaarheid en om de exploitatiekosten te drukken dient de gebruiker een managementsysteem te hebben dat volgens de gangbare normen werkt. De kern van een dergelijk systeem bestaat uit een computer voorzien van specifieke software. Voor de communicatie tussen het beheerstation en het beheerde object wordt gebruik gemaakt van speciale protocollen met ieder zijn specifieke eigenschappen (eenvoud van implementatie, beveiliging, snelheid etc.). Grote ICT-infrastructuren kenmerken zich vaak door een grote diversiteit aan apparatuur en een geografisch verspreide opstelling. Het managementsysteem moet om deze reden meerdere protocollen ondersteunen en de mogelijkheid bieden via toegevoegde voorzieningen (Open Software bibliotheek, Toolbox etc.) software samen te stellen die in een beheerd object geladen kan worden of een brug kan slaan tussen verschillende standaarden. De flexibiliteit, openheid, beveiliging en onderhoudbaarheid van een managementsysteem en de door dat systeem beheerde database zijn bepalend voor de mate waarmee het ingezet kan worden en daarmee tevens bepalend voor de mate waarin het totale ICT-management tot één systeem geïntegreerd kan worden.

ICT-infrastructuren bevatten soms naast LAN/WAN componenten, zoals routers, ook telecomcomponenten, zoals PABX'en. Management wordt in de telecomwereld nog vaak met behulp van leverancier-specifieke protocollen en systemen gedaan. Dit bemoeilijkt verreгаande integratie, terwijl vanuit gebruikersperspectief de gewenste integratie reeds wordt ervaren (zoals bij de aangeboden ISDN services). Dit geldt met name voor de wat oudere telecomapparatuur.

De ontwikkelingen in Internettechnologie (Java, Directory-services, browsers) zijn veel belovend en kunnen wellicht een vereenvoudigde, meer uniform en goed beveiligde managementomgeving mogelijk maken.

2.5.2 Videovergaderen

Videovergaderen, ofwel *videoconferencing* is van oorsprong de combinatie van audio, video en communicatienetwerktechnologie voor real-time interactie, en wordt vaak gebruikt voor groepen mensen die op een specifieke plek verzamelen om te communiceren met andere groepen. Door de noodzakelijke apparatuur en speciaal ingerichte ruimtes zijn de kosten van deze vorm van communicatie relatief hoog. Sinds een aantal jaren doet *Desktop Videoconferencing* (DTVC) opgang, hetgeen, zoals de naam reeds aanduidt, uitgeoefend kan worden vanaf de werkplek, door middel van een PC met aanvullende randapparatuur. Vereist zijn een camera, microfoon en een headset. Voordelen van videovergaderen zijn o.a. een vergroting van de efficiency door besparingen op reistijd en reiskosten en een verhoging van de productiviteit door samenwerking op afstand. Er zijn een aantal applicaties op de markt, zoals CUSeeMe en Intel ProShare, die naast het daadwerkelijke DTVC kunnen voorzien in zgn. *application sharing*: verschillende gebruikers hebben tegelijkertijd toegang tot een bepaalde applicatie (bv. tekstverwerker), zien elkaars acties en zij op deze manier in staat samen te werken op afstand. Een belangrijk aspect van de applicatie is de codec, die de aanzienlijke datastromen comprimeert en decomprimeert. De ITU heeft een standaard H.320 voor codecs gedefinieerd. Producten die aan deze standaard voldoen, kunnen met elkaar communiceren. Door betere codecs, toename van de bandbreedte en snellere processors in de PC lijkt de toekomst van DTVC rooskleurig, en zal zij de bescheiden plaats van de oorspronkelijke *high-end* systemen gaan overnemen en uitbreiden. Paragraaf 4.3.3 gaat dieper in op de techniek die aan DTVC ten grondslag ligt.

2.5.3 Telewerken/tele-educatie

TNO-STB heeft in 1992 onderzoek gedaan naar de maatschappelijke kosten en baten van een grootschalige invoering van telewerken in Nederland, en de verschillende invoeringsstrategieën die in verband hiermee kunnen worden ontwikkeld. In dat kader is de volgende ruime definitie opgesteld:

Telewerken betreft arbeid waarbij als gevolg van het aanwenden van informatie- en communicatietechnologie de arbeidslokatie voor tenminste 20 procent van de arbeidstijd is gescheiden van de locatie van de werk- of opdrachtgever.

Kortom: telewerken voorziet in een flexibele locatie van de werkplek, in de vorm van een *remote office* dan wel een werkplek ten huize van de werknemer.

Werkzaamheden die in aanmerking komen voor telewerken moeten voldoen aan de volgende criteria:

- een deel van de werkzaamheden (minimaal 20%) is gericht op het invoeren en verwerken van de informatie in brede zin;
- een deel van de werkzaamheden resulteert in een meetbare output (rapporten, overzichten programma's), die zodanig te plannen is dat deze inpasbaar is in een geheel van activiteiten;

- een deel van de werkzaamheden is niet afhankelijk van 'face-to-face' contact.

De werknemer heeft de beschikking over een aantal telematicasystemen, die hem in staat stellen overige medewerkers te contacteren alsmede toegang te verkrijgen tot de voor de bedrijfsuitoefening noodzakelijke informatie. Hulpmiddelen hierbij zijn desktop-CTI (zie paragraaf 2.4.7), videovergaderen (zie paragraaf 2.5.2) en overige softwarematige vergaderapplicaties, waarbij een aantal medewerkers tegelijkertijd toegang heeft tot een document en dit gezamenlijk kan bewerken. De werkplek kan zich thuis bevinden (thuiswerken), maar het is ook mogelijk regionale kantoorafdelingen (zgn. satellietkantoren) te openen, waar de onderneming faciliteiten biedt aan werknemers die in de omgeving wonen. Het TNO-rapport stelt dat de kosten/baten verhouding zowel voor de organisatie als voor de telewerker in de meeste gevallen positief uitvalt. Voordelen van telewerken zijn een verhoging van de productiviteit door functionele en effectievere werkcontacten, flexibele bedrijfsvoering, betere dienstverlening, minder ziekteverzuim en besparingen op de huisvestingskosten (zie ook facility sharing). Ook de milieuvriendelijke uitstraling van een bedrijf dat het woon-werk verkeer terugdringt, wordt als positief ervaren. De benodigde investeringen liggen in de aanschaf van PC's, software, de transmissiekosten van de informatie en de herstructurering van de organisatie.

Op dit moment doet 6% van de werknemers in deeltijd aan thuiswerken. Het TNO-rapport voorspelt, uitgaande van de situatie in 1992, een aanwas tot 400.000 telewerkers tegen de eeuwwisseling. Een van de conclusies is dat een kwart tot een derde van de actieve beroepsbevolking, wat betreft werkzaamheden, in aanmerking komen voor telewerken, althans voor 20 procent van de arbeidstijd. In Nederland wordt het telewerken bevorderd door het Nederlands Telewerk Forum, waarin zowel de overheid als verschillende industriële partners deelnemen. Desalniettemin heeft telewerken niet de vlucht genomen zoals dikwijls in het verleden gesuggereerd is, hetgeen waarschijnlijk mede te wijten is aan een gebrek aan voorlichting en advisering. Daarnaast is telewerken maatwerk, en dus geen concept dat algemeen toepasbaar is.

Tele-educatie, ook wel teleleren genoemd, is een toepassing van hetzelfde principe. Kortweg kan teleleren beschreven worden als leren d.m.v. telematica:

- alle interacties tussen leerlingen, docenten en cursusmateriaal, nodig voor het leerproces, kunnen worden gerealiseerd;
- alle informatie en kennis (in verschillende vormen), benodigd voor het leerproces, is toegankelijk en leesbaar;
- een hoge mate van flexibiliteit voor wat betreft plaats, tijd en tempo van het leren, kan worden gerealiseerd.

De toepassing van teleleren kan leiden tot een verbetering van de interne efficiëntie, kwaliteit en flexibiliteit van de organisatie. Daarnaast kunnen er kostenbesparingen gerealiseerd worden op het gebied van docentvergoedingen,

behuizing en reis en verblijf. Tenslotte verhoogt teleleren de kwaliteit van het onderwijs zelf.

De volgende technologieën m.b.t. teleleren zijn te onderscheiden:

- communicatiesystemen: ondersteunen communicatieprocessen op afstand met e-mail, audio- en videoconferencing (zie paragraaf 2.5.2);
- presentatiesystemen: ondersteunen de presentatie van informatie met audio, grafische en een-weg-video presentaties;
- sharing systemen ondersteunen gezamenlijk gebruik van informatie met application sharing (zie paragraaf 2.5.2);
- groepsactiviteit systemen met bijvoorbeeld project management systemen.

Bij een groot aantal lopende projecten blijkt dat er gebruik wordt gemaakt van communicatiesystemen. Overigens zijn de meeste projecten nog in de pioniersfase. Belangrijke voorwaarden om teleleren tot een succes te maken blijken technische infrastructuur, training, toewijding en informatie.

Om zowel telewerken als teleleren tot een succes te maken, is een mentaliteitsverandering vereist. Bij telewerken zal de beoordeling van de werknemer moeten verschuiven van aanwezigheid naar (de kwaliteit van) productie. In het geval van teleleren is de conservatieve instelling van het onderwijzend personeel een handicap. Het beleid, zie paragraaf 1.1, zal hiermee in de te nemen maatregelen rekening moeten houden.

2.5.4 Facility sharing

Facility management omvat alle faciliteiten die een werknemer in zijn werkomgeving ter beschikking staan. Dit is een tool om een organisatie in staat te stellen efficiënter te functioneren. De afgelopen decennia zijn er verschillende kantoorconcepten geïntroduceerd [8]. Op dit moment is er echter geen kant en klaar toepasbaar concept voorhanden dat voor elke situatie de beste oplossing biedt. De werknemer heeft behoefte aan een keuzemogelijkheid, die hem in staat stelt om momentaan een werkomgeving te kiezen die bij de dan uit te voeren werkzaamheden past. Dit leidt naar het gebruik van een zogenaamd *non-territorial office*, een combinatie van gezamenlijke en individuele ruimtes, waarbinnen vervolgens met telematicatechnieken en modulair kantoormeubilair een dynamische situatie wordt gecreëerd, zogenaamd *facility sharing*. Om het bovenstaande tot een succes te brengen is het nodig vooraf een analyse te maken van het kantoorgebruik, waaronder het huidige aantal werkplekken, de geprojecteerde bezettingsgraad en de relaties met overige werkplekken. Vervolgens kan een op maat gemaakte invulling van het kantoor plaatsvinden. Onderdeel van facility sharing vormt het toepassen van *desk sharing*. Dit betekent simpelweg dat meerdere werknemers gebruik kunnen maken van hetzelfde bureau, op verschillende tijdstippen. Daarnaast is het mogelijk dat een werknemer bij binnenkomst in het kantoor de beschikking krijgt over een persoonlijke draadloze telefoon. Deze neemt hij mee naar een werkplek, tezamen met bijvoorbeeld een laptop PC en een persoonlijk, rijdend archief. Een voorbeeld van een dergelijke

situatie is het nieuwe hoofdkantoor van verzekeraar Interpolis in Tilburg, waar met behulp van deze gereedschappen een ruimtebesparing (en dus kostenbesparing) van 40 % is geboekt. Nog grotere besparingen zijn mogelijk wanneer facility sharing wordt gecombineerd met telewerken, zie paragraaf 2.5.3.

2.6 Samenvatting

Telematicatoepassingen bestaan uit toepassingen waarin veel specialistische kennis van telecom en, in mindere mate, algemene kennis van IT wordt benut. De centrale rol van de 'communication and networking'infrastructuur blijkt duidelijk uit Figuur 2.2.

Ontwikkelingen op telecom gebied kenmerken zich in algemene zin door:

- Toename van de bandbreedte;
- Volledige integratie van spraak, data, video en tekst door digitalisering;
- Toename in de mobiliteit van de eindgebruiker;
- Toename in bereikbaarheid door koppeling/integratie van diverse netwerken;
- Transparantie voor de eindgebruiker.

De trends zijn te onderscheiden in technische trends en bedrijfskundige trends. Technische trends zijn;

- de marktgedreven ontwikkeling naar meer bandbreedte voor toepassingen als multi-media, grafische presentaties en real-time communicatie;
- het koppelen c.q. integreren van netwerken waardoor de bereikbaarheid van de eindgebruiker vergroot wordt en de transparantie toeneemt;
- het verbeteren van de mobiliteit van de gebruiker door invoering van Personal Communication Services (PCS) dat de eindgebruiker de mogelijkheid biedt te communiceren in elke gewenste vorm, op elke plaats, op elke tijd en in verschillende rollen, gebruikmakend van een handheld toestel;
- De opkomst van TCP/IP als de-facto standaard voor het transport van alle soorten informatie over draadgebonden netwerken;
- De opkomst van optische netwerken. Aangevuld met breedbandige draadloze netwerken zal hiermee de ontwikkeling naar meer bandbreedte mogelijk worden gemaakt tot op het bureau (1999 – 2004). Vooralsnog wordt voor de meeste toepassingen glasvezel gelegd tot in het gebouw. Volledig optische netwerken zullen de eerste vijf jaar geen opgang vinden ;
- Computer Telefonie Integratie (CTI) voor desktop toepassingen;
- Killer applicaties zoals video-on-demand, telewerken, Internet technieken als Voice over IP. Zij versnellen de acceptatie van nieuwe telecom faciliteiten (onder andere ISDN).

Bedrijfskundige trends zijn:

- De ontwikkeling van ICT management tools waarmee het zeer diverse scala aan faciliteiten kan worden beheerd (bijv. directory services);

- De toename van videovergaderen om tijd en reiskosten te sparen. Met name Desktop Videoconferencing (DTVC) is in opkomst. Application sharing vergroot de doelmatigheid van deze systemen;
- Telewerken/ tele-educatie en facility sharing. Middels het inrichten van remote offices, waarbij werknemers naar een makkelijk bereikbaar satelliet kantoor (eventueel thuis) reizen, en het toepassen van facility sharing, waarbij de aanwezige infrastructuur niet gebonden is aan één werknemer, tracht men te komen tot een doelmatige bedrijfsvoering en besparingen op kantoren en gebouwen. Verdere besparingen worden gevonden in reistijd en reiskosten en verminderd ziekteverzuim. Een milieuvriendelijke uitstraling is ook vaak een motief. Bij tele-educatie worden veelal kostenbesparingen gerealiseerd op het gebied van docentvergoedingen, behuizingen en reis en verblijf.

3. Installed base en toekomstvisie KL

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt in kort bestek de installed base van de Koninklijke Landmacht besproken. Doelstelling hiervan is om de Ist situatie (zie het migratiemodel in figuur 1-1) in grote lijnen vast te leggen opdat de adviezen deze situatie als uitgangspunt kunnen nemen. Het rapport zal dus geen uitputtende opsomming geven van alle in de Koninklijke Landmacht voorkomende systemen.

Een grove indeling van de telematicamiddelen kan worden gemaakt in vier hoofdgroepen:

- transmissiesystemen;
- hardware platforms (incl. telefooncentrales);
- software platforms (besturingssystemen en applicaties);
- management systemen.

Voorts wordt de huidige toekomstvisie in ogenschouw genomen teneinde deze af te kunnen wegen tegen de nieuwe trends.

3.2 Interviews

Ten behoeve van dit hoofdstuk is op advies van de projectbegeleider, dhr. Emmen, gesproken met:

- maj Louvenberg en kap Klaren over BERDIS;
- maj Treur over BKA;
- maj Lemmen over KLIM;
- maj Bakker over videoconferencing;
- dhr Smit en de kol Lebens en kol Oude Lohuis over toekomstvisie. Dit onderwerp is ook besproken met lkol Struik en lkol Fischer. In dit laatste gesprek zijn verder de conclusies en aanbevelingen van dit rapport aan de orde gekomen.

Deze onderwerpen worden hieronder behandeld.

3.2.1 BERDIS

3.2.1.1 Algemeen

Voor het officiële berichtenverkeer is begin negentiger jaren het Berichten Distributie Systeem ingevoerd (BERDIS). Het doel is te voorzien in een behoefte aan een geautomatiseerd systeem voor het ontvangen, opslaan, behandelen, opstellen en verzenden van inkomende, uitgaande en interne al of niet gerubriceerde berichten. Berichten tot en met een classificatie van NATO

SECRET kunnen met BERDIS worden behandeld. Meervoudige adressering is mogelijk.

3.2.1.2 Heden

Huidige configuratie

Het opstellen en bewerken van de berichten wordt vanuit een PC omgeving gedaan. Hiervoor zijn momenteel een honderdtal werkstations uitgezet. Uitwisseling vindt plaats door tussenkomst van een centrale BERDIS computer. Deze BERDIS servers staan in Den Haag (2 stuks waarvan één t.b.v. CO), Gouda, Apeldoorn, Vught en Utrecht. Deze servers zijn aan een landelijk (AXC) netwerk met packet switches gekoppeld. Het BERDIS kent een aantal externe koppelingen:

- NATO;
- BUZA, BIZA en Algemene Zaken;
- CO, KLu en KM;
- Duits Nederlands Legerkorps.

Tekortkomingen

De belangrijkste tekortkomingen van het BERDIS liggen op het terrein van:

- Gebruiksgemak. Het omslachtige user-interface en het feit dat alleen ASCII karakters kunnen worden verzonden geeft in de praktijk aanleiding voor de gebruikers het systeem maar zeer beperkt te gebruiken. 70% van het BERDIS verkeer wordt verzonden en ontvangen op de Haagse staven.
- Beschikbaarheid. Er zijn eenheden die hun werkstations afstoten met als gevolg dat de taken en verantwoordelijkheden m.b.t. BERDIS van deze eenheden worden overgedragen aan de telematicagroep. Dit leidt tot een taakverzwaring van het garnizoen. E.e.a. blijkt uit [9].
- Millenium probleem. Het BERDIS heeft net als vele andere informatiesystemen niet de mogelijkheden data van na 1999 te verwerken.

3.2.1.3 Toekomst

BERDIS zal binnen een tweetal jaren vervangen moeten worden door een ander berichten distributiesysteem. In [9] worden in samenhang met de voorrang en classificatie van berichten een drietal alternatieven genoemd, t.w. voor berichten met voorrang routine/spoed en classificatie lager dan confidentieel:

- Post (MPC, Veldpost, PTT);
- E-mail.

Voor berichten met een hogere classificatie en/of voorrang:

- Koeriers/ordonnansen.

75% van de door BERDIS verwerkte berichten (16.000 per maand) valt binnen de laatste categorie. Deze optie is te arbeidsintensief om verder in beschouwing te worden genomen. Vanwege de diverse nadelen komt e-mail hiervoor niet in aanmerking. De hieruit voortvloeiende conclusie is dat zonder BERDIS slechts

25% van de berichten via de post kan worden verwerkt. Verwerving van een nieuw 'BERDIS' voor het najaar van 1999 is dus noodzaak.

Omdat ook de andere krijgsmachtdelen een nieuw systeem aan moeten schaffen, is hiervoor een interservice werkgroep in het leven geroepen.

3.2.2 Basis Kantoor Automatisering (BKA)

3.2.2.1 Algemeen

De BKA streeft naar een doelmatige en effectieve inzet van automatiseringsmiddelen (hard- en software) ter ondersteuning van de bedrijfsvoering. Hierbij laat de noodzaak tot algehele standaardisatie binnen de Koninklijke Landmacht, doch binnen geheel Defensie, zich steeds duidelijker voelen. Over de BKA is gesproken met de majoor Treur van Natel.

3.2.2.2 Heden

Huidige configuratie

In de organisatie komen meerdere typen PC's voor, ieder met een verschillend besturingssysteem en applicaties en/of verschillende versies hiervan. Ook voor laptops worden door de onderdelen verschillende typen met niet uitwisselbare soorten randapparatuur als docking stations, aangekocht. Upgraden van reeds aangekochte PC's blijkt zelden haalbaar.

Tekortkomingen

Bovenstaande situatie heeft een ongunstig effect op de doelmatigheid van het beheer. Dit heeft op zijn beurt een weerslag op de doelmatigheid van de gehele organisatie. Daarnaast worden reducties op inkoopkosten gemist door in kleine aantallen in te kopen.

3.2.2.3 Toekomst

Er wordt gestreefd naar standaardisatie op het gebied van de witte telematica, zoals de telematica in de kantooromgeving binnen de KL wordt genoemd. Middels standaardisatie kan iedereen voorzien worden van dezelfde omgeving, waardoor het beheer vergemakkelijkt wordt. In dit kader wordt gedacht aan een indeling van gebruikers in drie categorieën:

- standaard: PC gebruik met nadruk op tekstverwerking en terminal emulatie;
- middelzwaar: meerdere niet-BKA applicaties per dag, multimedia, frequent gebruik van databases, voorbereiding van grafische presentaties;
- zwaar: desktop publishing, systeem ontwikkeling en grote databases.

Deze categorieën kunnen eventueel aangevuld worden met een aanduiding 'mobiel' (bij meer dan 50% afwezigheid van de betreffende gebruiker). Op basis van een dergelijke indeling kunnen verschillende soorten werkplekken gedefinieerd worden, met bijbehorende PC infrastructuur en software. De

minimale eisen voor de werkplekken zullen in een dergelijke situatie regelmatig (bijvoorbeeld elk half jaar) geëvalueerd en eventueel bijgesteld moeten worden. Gelet op de huidige ontwikkelingen in de industrie leidt dit tot een periodieke vervanging (ordegrootte drie jaar) van alle PC's op een bepaald niveau. De oude PC's kunnen dan doorgeschoven worden naar een lagere categorie, en uitgerust worden met andere applicaties. Tenslotte is het uiteraard van belang dat de verantwoordelijkheden met betrekking tot de standaardisatie en beheer duidelijk omschreven zijn en bij één orgaan liggen, bij voorkeur defensiebreed.

3.2.3 KLIM

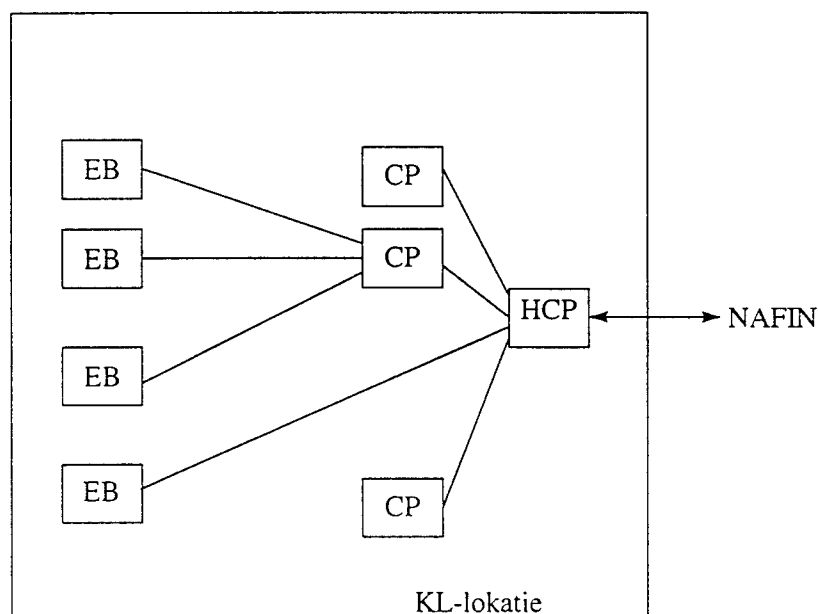
3.2.3.1 Algemeen

Ter verbetering van de bedrijfsvoering is de KL sinds enkele jaren bezig met de KL Implementatie Middenlaag (KLIM). In het kort houdt het KLIM in dat op de diverse KL-locaties netwerken worden neergelegd t.b.v. de Basis Kantoor Automatisering (BKA). Er wordt alleen op die locaties geïnvesteerd waar volgens de toekomstvisie van de KL behoefte zal blijven aan netwerkcapaciteit. Het aantal KLIM-netwerken bedraagt ongeveer 60.

3.2.3.2 Heden

Huidige configuratie

De algemene configuratie per locatie bestaat uit een hoofdclusterpunt (HCP), diverse clusterpunten (CP) en de eindgebouwen (EB) waarin de gebruikers zich bevinden (zie Figuur 3.1).



Figuur 3.1: KLIM-configuratie voor dataverkeer.

In het HCP komt de data-aansluiting met het WAN NAFIN binnen. Afhankelijk van de locatie betreft het een 64 kb, een 2 Mb of een 3x2Mb aansluiting. In het algemeen wordt deze HCP ruimte gecombineerd met de ruimte waarin de telefooncentrale staat. Vaak bevinden zich daar ook de servers. Vanuit het HCP lopen multi-mode glasvezelkabels met ieder 24 vezels naar de diverse clusterpunten of eindgebouwen, van waaruit meerdere kabels met 24 vezels naar de eindgebouwen zijn gelegd. De clusterpunten fungeren als actieve of passieve bundeling van een inkomende en uitgaande vezel. De keuze voor deze toegevoegde clusterpunten vindt zijn oorsprong in het streven zo min mogelijk kabel te leggen. Naast de glasvezelkabel komt in ieder eindgebouw een telefoonkabel (stamkabel) van de telefooncentrale binnen. Zowel de vezels als de telefoonaders worden afgemonteerd in een patchkast om te kunnen worden doorgezet op een willekeurig FTP kabel. Deze kabel vormt de horizontale bekabeling naar de werkplek. Er wordt gestreefd naar gemiddeld $2\frac{1}{2}$ aansluiting per werkplek van 6 m^2 . In Munster ligt overigens glasvezel tot op de werkplek, net als in de Julianakazerne in Den Haag en PWA Gouda: fiber-to-the-desk (FTTD).

Vanuit NAFIN komt de aansluiting in het HCP op een Ethernetswitch (Baynetwork 58000) die de data van/naar de juiste vezel (eindgebouw) zet. De servers zijn aangesloten met maximaal tien 100 MB aansluitingen. De binnenkomende vezel wordt in het EB in een patchkast via een D5000 hub op de juiste FTP-kabel van de gebruiker gezet. Als norm zijn 60 deelnemers op één Ethernet segment gezet.

Tekortkomingen

In sommige gebouwen ligt om historische redenen het IBM Cabling System (ICS). Dit wordt met fysieke interfaces (balluns) afgeschermd van de FTP-aansluitingen. Ten gevolge van het gebruik van zware applicaties kunnen bepaalde segmenten congestie gaan vertonen. De beheerder kan er in dat geval voor kiezen het betrokken segment te verdelen over twee kleinere segmenten (switched Ethernet). Door verdere toename van het netwerkgebruik kan het aantal vezels te klein worden. Een mogelijke oorzaak voor het ontstaan van deze situatie is dat eindgebruikers de beschikbare functionaliteit ontdekken van de aanwezige en nieuwe (killer) applicaties, zoals video-conferencing en multimediatoepassingen (o.a. in e-mail en intranet).

Verder zullen het toepassen van applicaties op afstand en applicaties gebaseerd op distributed databases een aanzienlijke aanslag plegen op de capaciteit van de lokale en interlokale backbones.

3.2.3.3 Toekomst

Vier oplossingen zijn denkbaar:

Beschikbare bandbreedte op vezels kan worden vrijgemaakt door 'kleine' gebruikers die op verschillende vezels zijn aangesloten te multiplexen op één vezel en ze in één hardware segment te plaatsen;

- Daar het tekort aan vezels als eerste op zal treden tussen HCP en CP's kan dit deel van het net door het plaatsen van Ethernet switches in de CP's tot een switched Ethernet worden omgebouwd. Op deze wijze wordt de beschikbare capaciteit dichterbij de eindgebruiker gebracht. Daar waar mogelijk moeten dan de servers en de clients die veel verkeer uitwisselen op hetzelfde segment, dan wel met zo min mogelijk switches ertussen, worden geplaatst. Dit om 'transitverkeer' te voorkomen;
- (Een deel van) het Ethernet wordt vervangen door een breedbandig netwerk (zie KLUIM). Eén mogelijkheid is het KLIM te bouwen op basis van ATM (zie paragraaf 4.2.3). Dit levert een gegarandeerde Q.o.S, maar vereist extra opleiding voor het beherend personeel. Een en ander is stervormig opgebouwd. De visie bestaat dat ATM op deze manier vanuit de kern steeds verder in de richting van de eindgebruiker gebracht wordt (ATM-wolk). Momenteel is ATM nog een dure techniek om dicht naar de gebruiker te brengen. Sinds een half jaar wordt door leveranciers en consultancies dan ook steeds vaker gewezen op andere breedbandige technieken die beter en goedkoper zijn. Als alternatief kan het KLIM worden gebaseerd op bijvoorbeeld Fast Ethernet of DQDB, een Metropolitan Area Network (MAN) dat is gebaseerd op glasvezel verbindingen en een ATM celstructuur (zie paragraaf 4.2.5). In paragraaf 5.7.2 wordt een aanbeveling gedaan deze opties in een vervolgstudie verder uit te werken;

In algemene zin kan een capaciteitsprobleem in een kabelnetwerk ook worden omzeild door het toepassen van facility sharing en draadloze LAN's (zie paragraaf 4.2.6 en 4.2.7).

3.2.4 Videoconferencing

3.2.4.1 Algemeen

Voor een beschrijving van het begrip videoconferencing wordt verwezen naar paragraaf 2.5.2. Over de stand van zaken voor wat betreft videoconferencing binnen de KL is gesproken met de majoor R. Bakker van NATEL.

3.2.4.2 Heden

Pilotproject

Na een haalbaarheidsstudie in de eerste helft van 1995 is er overgegaan tot de uitvoering van een pilotproject, met de titel 'Videoconferencing in de KL'. In het projectteam, onder voorzitterschap van NATEL, namen vertegenwoordigers van verschillende organisatiedelen deel. Het doel van het pilotproject was tweeledig:

- het opdoen van ervaring binnen de KL met het verschijnsel videoconferencing;
- het bepalen van de randvoorwaarden voor een eventuele implementatie van videoconferencing-faciliteiten in de KL.

Hiertoe is een infrastructuur geïmplementeerd met zowel zgn. rollabout-systemen (verrijdbare high-end systemen) als DTVC-systemen. Communicatie tussen de

systemen vond plaats door middel van ISDN-lijnen van de PTT. Verschillende toepassingen zijn geëvalueerd: generaalsoverleg, helpdesk-ondersteuning en projectteamoverleg. De ervaringen van de participanten zijn aan het eind van het project geïnventariseerd met behulp van vragenlijsten. Belangrijke conclusies van het pilotproject zijn:

- Videoconferencing is als instrument zeer bruikbaar voor de KL om drukbezet KL-personeel meer productieve uren te kunnen laten maken -door het terugdringen van reistijden- en het verbeteren van de interne communicatie;
- De waardering voor videoconferencing in de KL is onder de gebruikers in de pilot over het algemeen vrij hoog;
- Videoconferencing is interessant als aanvulling op regulier overleg mits de gebruiker dit vanaf zijn eigen locatie kan uitvoeren.

Implementatie KL-breed

Op grond van de ervaringen in het pilotproject is de aanbeveling gedaan om videoconferencing gefaseerd krijgsmachtbreed in te voeren, hetgeen tot nu toe slechts door de KL is ingevuld. Fase 1 is inmiddels afgerond en betreft de verstrekking van zowel roll-about- als DTVC- systemen aan de Telematicagroepen, en aan de operationele staf BLS. Daarnaast beschikken nu enkele andere onderdelen over DTVC-systemen. De DTVC systemen zijn bewust ingezet als systemen voor algemeen gebruik door meerdere personen in operationele staven en opleidingseenheden. Directe ondersteuning van gebruikers van videoconferencing vindt plaats door de telematicagroepen. Zaken als softwareonderhoud, instellingen, herstel, nummerservice, multipointverbindingen en verplaatsen van systemen vindt centraal bij DTO plaats. Overigens zijn inmiddels ook toepassingen ontwikkeld en in gebruik, hetgeen een essentiële voorwaarde is voor de acceptatie: een voorbeeld is het gebruik van mobiele (satelliet-)systemen in Bosnië voor operationele doeleinden. Fase 2, oorspronkelijke planning eind 1997, is uitgesteld tot na 2001. Deze fase voorzag in de aanschaf van additionele roll-about -systemen.

3.2.4.3 Toekomst

Tot nu toe is gebruik gemaakt van commerciële ISDN-lijnen. NAFIN kan hier ruimte bieden voor besparingen door het beschikbaar stellen van 2 Mbps lijnen. Deze zullen waarschijnlijk één dag voor het beoogde gebruik gereserveerd dienen te worden.

Om videoconferencing tot een succes te maken is het noodzakelijk de drempel voor de gebruiker zo laag mogelijk te maken. Dit is mogelijk door de volgende vierledige aanpak:

- uitgebreide voorlichting (opvoeden van de gebruiker);
- systemen dienen onder handbereik te zijn;
- systemen dienen gebruikersvriendelijk te zijn;
- voldoende servicelevering en ondersteuning.

Voor de toekomst is het van belang aandacht te besteden aan het ontwikkelen van diensten (integrale vergaderservice) en toepassingen (teleconsulting, onderwijs op afstand). Voor wat betreft de techniek verdient het aanbeveling videoconferencing te ondersteunen als deel van een multimediale ATM-toepassing in een netwerk en, door NAFIN, multipointdiensten te ontwikkelen en te leveren op 2 Mb, 384 Mb, 128 Kb of een combinatie daarvan. Tenslotte kan bekeken worden of videoconferencing haalbaar is over het nieuwe digitale MDTN.

Beveiliging van videoconferencing is nog niet volledig uitgekristalliseerd. Er is nog geen door de beveiligingsautoriteit goedgekeurde crypto-apparatuur beschikbaar voor verbindingen boven 64 kbps. Aangezien er wel producten op de commerciële markt verkrijgbaar zijn, zal dit knelpunt naar alle waarschijnlijkheid in de nabije toekomst worden opgelost.

3.2.5 **Beleid nieuwe systemen**

Op 18 augustus is gesproken met de heer Smit, de kol Lebens en de kol Oude Lohuis. Onderwerp van gesprek was de toekomstvisie van de KL op het gebied van de witte telematica. Uit dit interview is duidelijk gebleken dat het beleid op elk niveau gericht is (dan wel moet zijn) op doelmatigheid. Kort gezegd:

"Alles kan c.q. moet, zolang c.q. indien het (op termijn) budgettair positief uitwerkt."

Dit noodzakelijke budgettaire voordeel kan zowel direct, door besparingen in de personele en/of materiële exploitatie, als indirect worden behaald middels een efficiëntere bedrijfsvoering.

Er zijn al meerdere maatregelen die de doelmatigheids doelstelling bewerkstelligen. Voorbeelden hiervan zijn o.a.:

- de keuze voor beheer op afstand;
- het beleid dat bij aanschaf van hard- en software dwingt tot standaardisatie, zoals vastgelegd in [10]. Hierin is middels [7] een leidraad gegeven voor het al dan niet invoeren c.q. uitfasen van bepaalde standaards.

Het is noodzakelijk om doelmatigheid als dwingende randvoorwaarde bij toekomstige telematica projecten mee te nemen. Ook in de in hoofdstuk 5 neergelegde adviezen is deze doelstelling verdisconteerd.

Op 13 oktober is gesproken met lkol Struik en lkol Fischer. De belangrijkste conclusie van dit gesprek was dat het huidige beleid en het eventueel doorvoeren van de in dit rapport gegeven adviezen een dermate grote impact op het beheer zal hebben dat een vervolgstudie betreffende de opzet van de Telematica organisatie noodzakelijk is.

3.3 Samenvatting

In dit hoofdstuk is in kort bestek een (niet uitputtende) beschrijving gegeven van de installed base van de KL teneinde de Ist situatie van het model vast te leggen. Middels vele interviews zijn de volgende onderwerpen behandeld:

- BERDIS. Op basis van tekortkomingen op het gebied van gebruiksgemak, beschikbaarheid en het millennium probleem is besloten over te gaan tot verwerving van een opvolger voor BERDIS. Bij de verwerving van deze opvolger verdient het aspect beveiliging speciale aandacht;
- Basis Kantoor Automatisering. In de huidige situatie is er een te grote diversiteit aan hard- en software. Er is een proces opgestart om te komen tot standaardisatie met periodieke vervanging van het alle platforms;
- KLIM. Momenteel worden in het kader van de Implementatie Middenlaag (KLIM) lokale glasvezelnetwerken aangelegd voor smalbandige communicatie (10 Mb Ethernet). Door toename van het aantal gebruikers c.q. van het gebruik per deelnemer door nieuwe toepassingen (muliti-media, Intranet) zal in de (nabije) toekomst behoefte ontstaan aan meer capaciteit. Hiervoor is in eerste instantie switched Ethernet een oplossing. Voor de verdere toekomst zal moeten worden gekeken naar breedbandige oplossingen (ATM, Fast Ethernet, DQDB);
- Videoconferencing. Op basis van het pilot-project gestart in 1995 kan worden geconcludeerd dat het systeem reistijden terugdringt, door de gebruikers als waardevol wordt ervaren en vanaf de eigen locatie kan worden ingezet als goed aanvulling op het reguliere overleg. In fase 1 zijn de Telematicagroepen en de operationele staf van BLS voorzien van diverse systemen. Fase 2, waarin additionele systemen zijn voorzien is uitgesteld tot na 2001;
- Beleid nieuwe systemen. Leidraad is de noodzaak tot doelmatigheid. Bij projecten als beheer op afstand en standaardisatie BKA wordt hieraan reeds invulling gegeven. Voorts is het noodzakelijk de consequenties van invoering van nieuwe systemen voor de opzet van de Telematica organisatie te bestuderen.

4. Systeembeschrijvingen

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zullen de diverse nieuwe telematica systemen worden beschreven welke voor de KL van belang kunnen zijn gedurende de komende jaren. Dit betekent dat systemen die reeds op ruime schaal bij de KL zijn ingevoerd en geaccepteerd hier niet aan bod komen.

Er is een onderverdeling gemaakt tussen communicatiesystemen en applicaties. Per systeem zullen de volgende aspecten in afzonderlijke paragrafen worden besproken:

- de geboden functionaliteit;
- de benodigde infrastructuur;
- de techniek;
- concurrerende systemen;
- prijsverhoudingen tot andere systemen;
- sterke en zwakke punten in het algemeen.

Indicatieve conclusies en aanbevelingen t.a.v. van eventuele invoering van de diverse systemen bij de KL worden in paragraaf 4.4 worden gegeven.

4.2 Communicatiesystemen

In deze paragraaf komen de diverse nieuwe communicatiesystemen uitvoerig aan bod. Opgenomen zijn beschrijvingen van:

- DECT;
- GSM 900/DCS 1800;
- ATM;
- Fast Ethernet;
- IEEE 802.6 DQDB;
- IEEE 802.11 Draadloos LAN;
- Hiperlan;
- FDDI;
- ADSL.

4.2.1 Digital Enhanced Cordless Telephone (DECT)

4.2.1.1 Algemeen

DECT is een draadloos telefonie systeem dat met name ontwikkeld is voor de kantooromgeving waarin de werknemers redelijk ambulant en bereikbaar moeten kunnen zijn. Andere toepassingen worden o.a. gevonden in de thuisomgeving (consumer market) en in militaire versies voor bijvoorbeeld commandoposten te velde. Ook toepassingen in winkelcentra worden genoemd.

DECT is vastgelegd in een ETSI standaard [11] en als zodanig stabiel en toekomstvast.

4.2.1.2 Functionele beschrijving

DECT is de beschrijving van een radio-interface dat een mobiel telefoontoestel toegang verleent tot een telefooncentrale. Hiertoe is het telefoontoestel uitgerust met een zender/ontvanger die via het radio interface de verbinding opbouwt naar de centrale. Met dit draadloze telefoontoestel kan de abonnee zich vrij bewegen (loopsnelheid). Voorwaarde hierbij is wel dat het toestel zich binnen het bereik (cel) van een basisstation bevindt. Een basisstation is een zend-/ontvanger waarmee de radio verbinding kan worden onderhouden. Een DECT systeem kan uit meerdere cellen bestaan. Handover van mobiele telefoons van de ene cel naar de andere is mogelijk. Low speed data overdracht is mogelijk.

DECT kent op het gebied van beveiliging twee aspecten:

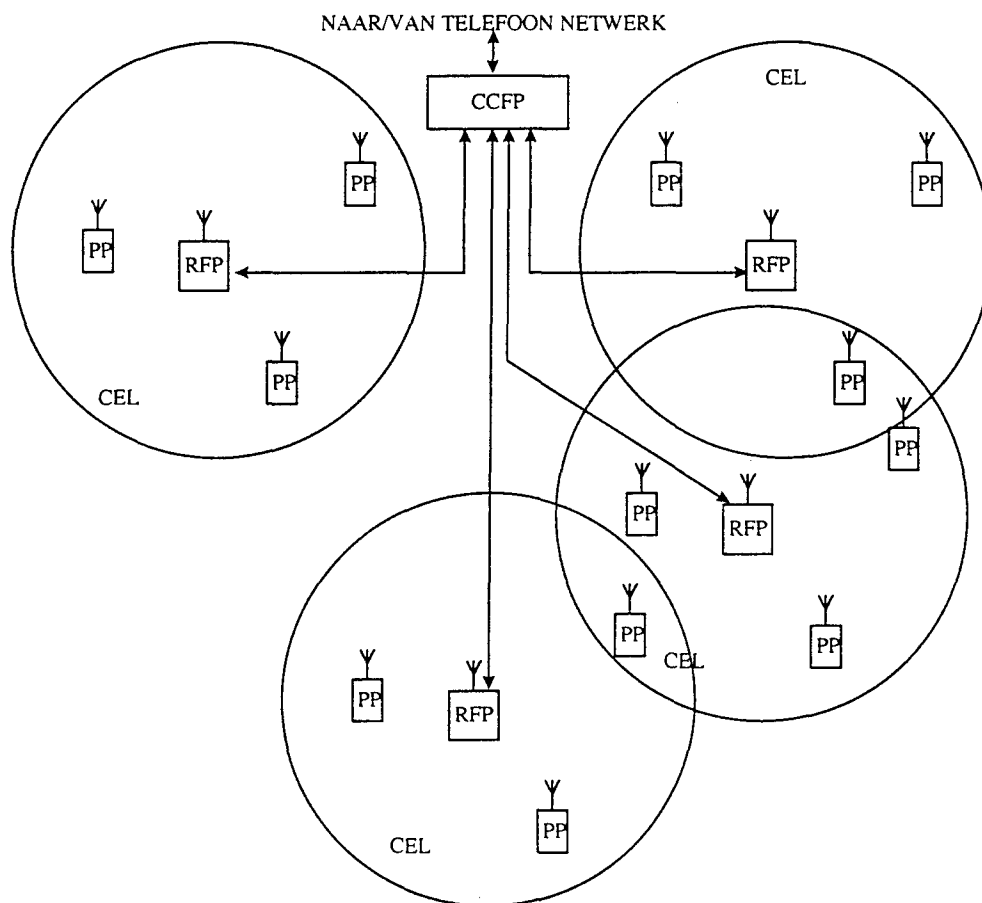
- **Authenticatie van gebruikers.** Authenticatie wordt door DECT dwingend voorgeschreven. Hiervoor kan zowel het DECT Standaard Authenticatie Algoritme (DSAA) als een ander geschikt, door de beheerder te specificeren algoritme, worden gebruikt.
- **Crypto.** Vercijfering is een optie in DECT. Hierdoor bestaan leverancier-afhankelijke algoritmen. Dit geeft dus een risico van incompatibiliteit. Voordeel is dat het ook de mogelijkheid biedt een door de beheerder te specificeren algoritme te gebruiken.

4.2.1.3 Infrastructuur

Een DECT-systeem bestaat uit drie verschillende componenten:

- draadloze telefoons, Portable Part (PP);
- radio basisstations, Radio Fixed Part (RFP);
- besturingseenheden voor de RFP's, Central Control Fixed Part (CCFP).

Per cel zijn één RFP en een aantal terminals te onderscheiden die via de radioverbinding met elkaar kunnen communiceren. De RFP's zijn via een CCFP verbonden met een telefooncentrale/netwerk. Dit kan via kabel of bijvoorbeeld een micro-wave verbinding.



Figuur 4.1: Opzet DECT systeem.

4.2.1.4 Technische beschrijving

De frequentieband waarin DECT werkzaam is ligt tussen de 1880 en 1900 Mhz. Deze 20 Mhz bandbreedte is onderverdeeld in 10 subbanden (werkfrequenties). Per werkfrequentie is een TDM-frame beschikbaar waarin 12 duplex kanalen als tijdsloten zijn gedefinieerd. In totaal kunnen daardoor vanuit de RFP 120 gesprekken naar PP's tegelijkertijd plaatsvinden.

Frequency re-use door het gebruik van meerdere RFP-en waardoor aaneengesloten cellen ontstaan, levert voor het totale DECT systeem een veelvoud van deze capaciteit. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met mogelijke overlap in zender bereik waardoor interferentie kan ontstaan. Deze overlap kan zelfs volledig dekkend zijn met het eigen celbereik wanneer in hetzelfde gebied twee (of meer) beheerders hun eigen DECT systeem installeren.

Interferentie wordt bestreden door het scannen van kanalen op andere frequenties. Wanneer blijkt dat de ontvangst op een ander kanaal beter is dan op het gebruikte wordt er overgeschakeld. Op deze manier vindt ook het omschakelen van de verbinding tussen de PP en een RFP naar een andere RFP plaats (handover). De CCFP houdt bij welke RFP is betrokken bij de verbinding met een PP.

4.2.1.5 Vergelijkbare systemen

Andere draadloze systemen zijn GSM, CT-0, CT-1, CT-2, SATCOM. Deze hebben echter ieder hun specifieke toepassingsgebieden. Als zodanig heeft DECT toegepast voor lokale draadloze telefonie, al dan niet beveiligd, geen echte concurrenten.

4.2.1.6 Markt: huidige en toekomstige situatie

DECT is al enige jaren op de markt met als marktleider Ericsson. Na een wat trage start is het systeem nu een erkende standaard.. Andere leveranciers zijn o.a. Siemens en Philips.

4.2.1.7 Voor- en nadelen

Voordelen DECT systeem:

- Zeer goed inzetbaar in een kantooromgeving waar veel mobiele gebruikers zijn. Dit is per definitie het geval wanneer voor specifieke afdelingen gekozen wordt voor facility sharing.
- Inzetbaar in gebouwen waar voor een beperkte tijd te weinig kabelcapaciteit aanwezig is. Kabelinvesteringen kunnen dan achterwege blijven.

Nadelen DECT systeem:

- roaming¹ naar bijvoorbeeld het GSM net is(nog) niet mogelijk.
- relatief hoge aansluitkosten per gebruiker, tenzij bekabeling voor kortere tijd moet worden aangelegd.

4.2.2 GSM 900/DCS 1800

4.2.2.1 Algemeen

GSM staat voor Global System for Mobile communications en is een standaard voor digitale mobiele communicatie. Het systeem is ontwikkeld als opvolger van de analoge autotelefoniesystemen die in het begin van de jaren tachtig bestonden. GSM streeft naar internationale dekking en is in het grootste deel van de wereld standaard, behalve in Japan en de U.S. DCS staat voor Digital Cellular System en is een standaard gebaseerd op GSM. Voor DCS is een hogere frequentieband afgesproken. Het systeem is voornamelijk geschikt voor gebieden met een hogere gebruikersdichtheid. Verdere verschillen tussen GSM en DCS zijn minimaal.

4.2.2.2 Functionele beschrijving

GSM/DCS beschrijft een radio-interface tussen een mobiel telefoontoestel, ook wel *handheld*, en een basisstation dat de toegang vormt tot een netwerk. Het telefoontoestel is, net als bij het DECT systeem, uitgerust met een zender/ontvanger die de verbinding met het dichtstbijzijnde basisstation opbouwt. Een belangrijk verschil met DECT betreft de maximale snelheid waarmee een

¹ Bij roaming kan een terminal van het ene netwerk gebruikt worden in een ander netwerk. Zo kan men bijvoorbeeld met een GSM toestel met daarop een PTT abonnement, terecht op vele buitenlandse GSM netten.

gebruiker zich voort kan bewegen zonder dat de verbinding verbroken wordt/ Deze ligt bij GSM aanmerkelijk hoger, zodat autotelefonie tot de mogelijkheden behoort. Het GSM netwerk is cellulair van structuur, met een basisstation in elke cel. Wanneer een gebruiker een celgrens overschrijdt, wordt de verbinding naar het betreffende basisstation overgezet, hetgeen *hand-over* genoemd wordt.

Naast transmissie van spraak bevat GSM een aantal aanvullende diensten, waaronder data-overdracht (in beperkte mate) en Short-Message-Service (SMS): transmissie van kort tekstberichten.

Beveiliging is bij GSM als volgt geïmplementeerd. De beveiligingsfuncties van het toestel zijn aangebracht op een zogenaamde SIM card. Deze smart card, zie 4.3.6, voert de authenticatie van de gebruiker uit door middel van een pincode procedure. Daarnaast is aan elk toestel een apparatuuridentiteit toegekend die op elk moment door het netwerk kan worden opgevraagd. Tenslotte is de digitale transmissie voorzien van encryptie, hetgeen af luisteren bemoeilijkt.

4.2.2.3 Infrastructuur

Het basisstation (BS) verzorgt de radiobedekking in een cel en bevat alle apparatuur nodig voor de communicatie tussen het toestel en de mobiele centrale. Een mobiele schakelcentrale (MSC) is een lokale centrale die speciaal is ingericht voor het bieden van een mobiele dienst. Doorgaans bestaat een MSC-gebied uit meerdere cellen. De MSC vormt de verbinding tussen het mobiele netwerk en de vaste infrastructuur.

4.2.2.4 Technische beschrijving

GSM maakt gebruik van de frequentiebanden. 890-915 MHz voor een BS en 935-960 MHz voor een mobiel toestel. DCS opereert in frequentiebanden rondom 1800 MHz.

Een radiokanaal in GSM heeft een breedte van 200 kHz. Elk kanaal wordt benut door middel van TDM frames die op hun beurt bestaan uit 8 opeenvolgende tijdsleuven. Voor één verbinding is dan een frequentie en één tijdsleuf per frame noodzakelijk. Hierin zit dan zowel het verkeerskanaal als het bijbehorende signaleringskanaal. Deze toegangstechniek heet TDMA/FDMA.

Hergebruik van frequenties levert een vermenigvuldiging van de capaciteit. Bij DCS kan hergebruik sneller plaatsvinden aangezien signalen op hogere frequenties meer demping m.b.t. afstand ondervinden en derhalve minder interferentie veroorzaken.

4.2.2.5 Vergelijkbare systemen

Andere draadloze systemen zijn CT-0, CT-1, CT-2, SATCOM en DECT. Deze hebben echter ieder hun specifieke toepassingsgebieden, waardoor alleen de analoge voorgangers van GSM vergelijkbaar zijn. Door de beperkte capaciteit en enkele technische nadelen zullen deze systemen in de nabije toekomst uitfasen.

4.2.2.6 Markt: huidige en toekomstige situatie

Voorals in Europa maar ook in Azië kan GSM zich verheugen in een sterk groeiende acceptatie en marktpenetratie. Deze ontwikkeling wordt onder meer aangestuurd door het feit dat aanbieders van GSM abonnementen de toestellen ver beneden de kostprijs leveren. DCS staat nog in de kinderschoenen en wordt vooral gezien als een middel om GSM in dichtbevolkte gebieden te ontlasten. Terminals zijn denkbaar die zowel GSM als DCS ondersteunen, waardoor hand-over en roaming tussen beide netwerken mogelijk wordt.

4.2.2.7 Voor- en nadelen

Voordelen GSM systeem:

- kleine, handzame toestellen;
- digitaal;
- beveiligd.

Nadelen GSM systeem;

- Dekking niet volledig;
- Binnen dekkingsgebieden niet altijd voldoende capaciteit;
- Beperkte redundantie. Uitval van een zend/ontvanger systeem heeft direct impact op de beschikbaarheid.

4.2.3 ATM

4.2.3.1 Inleiding

ATM is een schakeltechniek, bedoeld voor het transport van zowel synchroon verkeer als asynchroon verkeer. Het is aangewezen als de techniek voor Broadband ISDN. De standaards voor de meer geavanceerde functies zijn nog niet allen vastgelegd. De relatief lange periode die voor het ontwikkelen van de ATM standaard nodig blijkt te zijn heeft andere technieken als Fast Ethernet en Gigabit Ethernet de kans gegeven als concurrent naar voren te komen.

4.2.3.2 Functionele beschrijving

Een ATM centrale biedt aan de gebruiker een digitaal interface met verschillende snelheden. De maximale snelheid wordt beperkt door de onderliggende hardware, niet door het ATM protocol. Op een ATM switch kunnen LAN's, MAN's, PABX's en/of individuele werkstations worden aangesloten. Meerdere centrales kunnen samen een ATM netwerk vormen dat veelal een vermaasde topologie zal hebben. ATM is geschikt voor zowel real-time als non real-time verkeer. Bij het aanvragen van een verbinding wordt onderhandeld tussen de aanvrager en het netwerk over de te leveren Quality of Service (QoS) parameters. Voorbeelden hiervan zijn gemiddelde throughput, maximale throughput, synchrone of asynchrone service, maximale jitter en vertraging.

ATM zal in eerste instantie gebruikt worden voor interlokale backbone netwerken. Naarmate de prijzen omlaag en de lokale behoefte aan bandbreedte omhoog, zal

ATM vanuit het backbone netwerk opschuiven naar de gebruiker. Afhankelijk van de concurrentie van snelle Etherneten zullen lokale netwerken een ATM structuur krijgen waarbij uiteindelijk ATM-to-the-desk kan worden toegepast.

4.2.3.3 Infrastructuur

De infrastructuur van een ATM netwerk bestaat uit een aantal ATM centrales die via een transmissiesysteem aan elkaar zijn gekoppeld. Dit kunnen rechtstreekse (glasvezel) verbindingen zijn waarmee een vermaasd netwerk conform de huidige telefoonnetwerken ontstaat. Veelal wordt echter SDH als onderliggend transmissiesysteem gekozen. Hierdoor kan ATM profiteren van de specifieke SDH functionaliteit zoals het herrouteren bij uitval van een verbinding. Tegelijkertijd moet hierbij echter worden opgemerkt dat ATM hiermee ook de nadelen ondervindt die het onderliggende netwerk bezit.

4.2.3.4 Technische beschrijving

ATM is een schakeltechniek die een hybride vorm is tussen de packet-switching techniek uit de computerwereld en de circuit-switching techniek uit de telecom wereld. Het is een zogenaamde cell-switching techniek die in staat is zowel real-time als non real-time verkeer in kleine packets (cellen) adequaat te transporteren. Bij het opzetten van een verbinding wordt onderhandeld over de QoS.

Conform circuit-switched netwerken kan ATM bepaalde middelen reserveren. Bij een non real-time verbinding kunnen bijvoorbeeld voldoende buffers in een switch worden voorbestemd om de cellen van deze verbinding tijdelijk te kunnen opslaan, wanneer er cellen met real-time verkeer voorrang moeten kunnen krijgen. Conform packet-switching technieken kunnen de cellen asynchroon aan het netwerk worden aangeboden, zodat data verkeer met pieken ook efficiënt kan worden afgehandeld.

De aangeboden informatie wordt in stukjes van 48 bytes gehakt. Kleine cellen bieden het voordeel dat cellen met voorrang nooit lang hoeven te wachten tot ze de lijn kunnen worden opgestuurd. Om de cellen snel te kunnen verwerken in de switch wordt er een header (5 bytes) vooraan gehangen waarin de informatie staat bij welke verbinding die cel hoort. Hiermee is de switch snel in staat om de cel te routeren, want de route is bij het opzetten vastgelegd. Ook wordt controle slechts toegepast op de korte header.

Het afregelen van het netwerk opdat de vereiste QoS parameters kunnen worden geleverd is een belangrijke en niet eenvoudige taak. Enerzijds wil de operator dat het netwerk zoveel mogelijk verkeer verwerkt, anderzijds moet bij een piekbelasting de QoS kunnen worden gegarandeerd. Hiervoor is hoog gekwalificeerd personeel nodig.

4.2.3.5 Vergelijkbare systemen

Voor interlokale backbones die als basis voor een B-ISDN moeten dienen, is er geen ander systeem dat vergelijkbaar is. Voor lokale en campus netwerken is DQDB een optie. Ook snelle Ethernetten zijn concurrerend.

4.2.3.6 Markt: huidige en toekomstige situatie

ATM is al geruime tijd verkrijgbaar en in diverse landen worden al ATM netwerken geëxploiteerd. In hoeverre ATM voor lokale en campus netwerken de markt zal weten te veroveren is momenteel nog een open vraag. Met name de prijs per aansluiting en de vraagtekens bij de vereiste QoS zijn hier debet aan.

4.2.3.7 Voor- en nadelen

Voordelen zijn:

- aangewezen als de B-ISDN techniek;
- onafhankelijk van (de snelheid van) het te kiezen transmissiesysteem;
- levert toepassingsmogelijkheden vanuit de backbone tot op de werkplek.

Nadelen zijn:

- relatief hoge kosten per werkplek;
- complex afregelmechanisme voor een goede QoS welke lokaal goedkoper met 'snelle' Ethernetten kan worden aangebracht.

4.2.4 Fast Ethernet

4.2.4.1 Functionele beschrijving

Fast Ethernet specificeert een LAN met een bandbreedte van 100 Mbps. Aangezien Fast Ethernet in feite slechts een snelle versie is van het 10 Mbps Ethernet 802.3 (ook bekend als Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection (CSMA/CD)), heeft de IEEE de technologie vastgelegd als een addendum aan deze standaard: 802.3u. Als zodanig is Fast Ethernet toekomstvast.

4.2.4.2 Infrastructuur

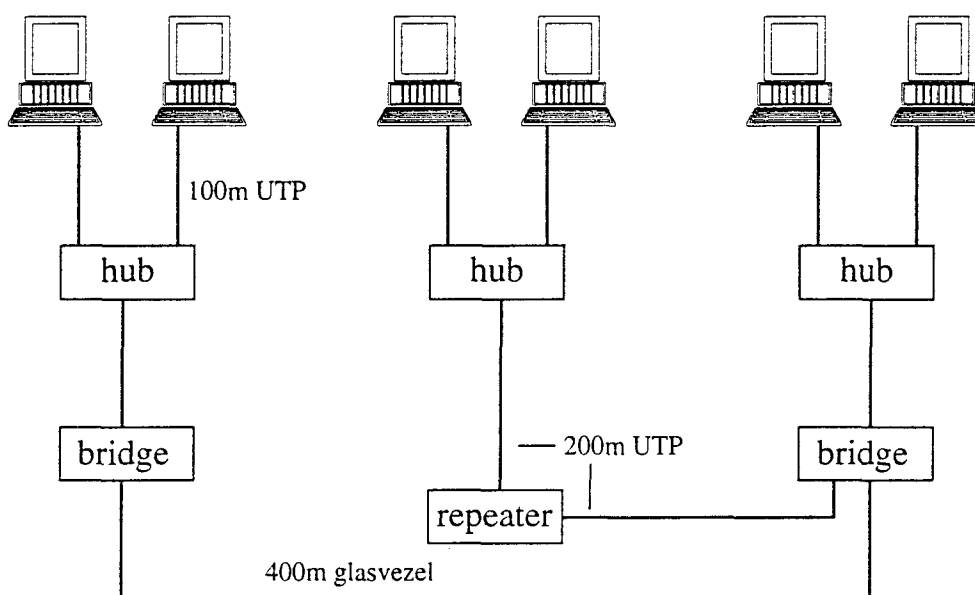
Er zijn drie mogelijkheden voor wat betreft de bekabeling, waarvan er twee gebaseerd zijn op twisted pair koperdraad (100BASE-T4 en -TX) en één op glasvezel (100BASE-FX). Deze bekabelingssystemen kunnen in een organisatie door elkaar heen gebruikt worden, m.b.v. switches of repeaters.

De 100BASE-TX methode vereist twee paren hoge-kwaliteit twisted pair bedrading, waarvan het ene paar voor transmissie en het andere voor ontvangst dient. Dit kabeltype kan zowel unshielded als shielded twisted pair zijn.

De 100BASE-T4 methode vereist 4 paren van normale-kwaliteit twisted pair bedrading. Bij deze methode wordt wederom zowel één paar gebruikt voor transmissie als één voor ontvangst, maar vervoeren de twee overige paren tweerichtingsverkeer. De kabelfrequentie kan door deze verdeling van het dataverkeer lager zijn, waardoor een bedrading van mindere kwaliteit reeds

voldoende is. Een keuze tussen bovengenoemde twee methoden zal vooral afhangen van de installed base.

100BASE-FX maakt gebruik van glasvezel, hetgeen o.a. als voordeel heeft, dat er zonder repeater grotere afstanden bereikt kunnen worden, bijvoorbeeld tussen node en hub (185m versus 100m).



Figuur 4.2: Fast Ethernet configuratie.

4.2.4.3 Technische beschrijving

In feite combineert Fast Ethernet de 10 Mbps Ethernet methode [12, par 3.4.1] met een reeks 100 Mbps fysieke lagen. Fast Ethernet maakt net als 802.3 voor het regelen van de toegang tot het fysieke medium gebruik van het CSMA/CD mechanisme. Elk station is verbonden met een enkel datapad. Voordat een station zendt, controleert het of er op dat moment geen ander station aan het zenden is. Wanneer er desondanks botsingen van datapakketjes plaatsvinden, stoppen de (beide) stations met zenden, wachten een random tijdsinterval en zenden opnieuw. Een belangrijk element van 802.3u is auto-negotiation. Auto-negotiation zorgt ervoor dat een adapter of switch die in staat is tot datasnelheden van zowel 10 als 100 Mbps automatisch de hoogste snelheid gebruikt die het device aan de andere kant van de verbinding aankan. Dit heeft twee voordelen: de gebruiker komt er niet aan te pas, en de performance van het netwerk heeft er niet onder te leiden.

4.2.4.4 Vergelijkbare systemen

ATM: vanaf 25 Mbps, scaleable; standaardisatie nog niet af, duurder
 FDDI: zie aldaar; vooral gebruikt als backbone en als zodanig evt. complementair; duurder.

Switched Ethernet: gebruikt voor LAN-segmentatie d.m.v. bridges; nog steeds slechts maximaal 10 Mbps op een enkele verbinding, maar wel vergroting van

geaggregeerde bandbreedte; ethernet switches kunnen toegevoegd worden met slechts veranderingen aan de hub.

100VG-AnyLAN: 100Mbps, Hewlett-Packard proprietary, dus beperkte vendor-support.

4.2.4.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

Er zijn reeds producten op de markt. Fast Ethernet heeft een goede kans, aangezien er een bijzonder grote installed base van 10 Mbps Ethernet bestaat en migratie eenvoudig lijkt.

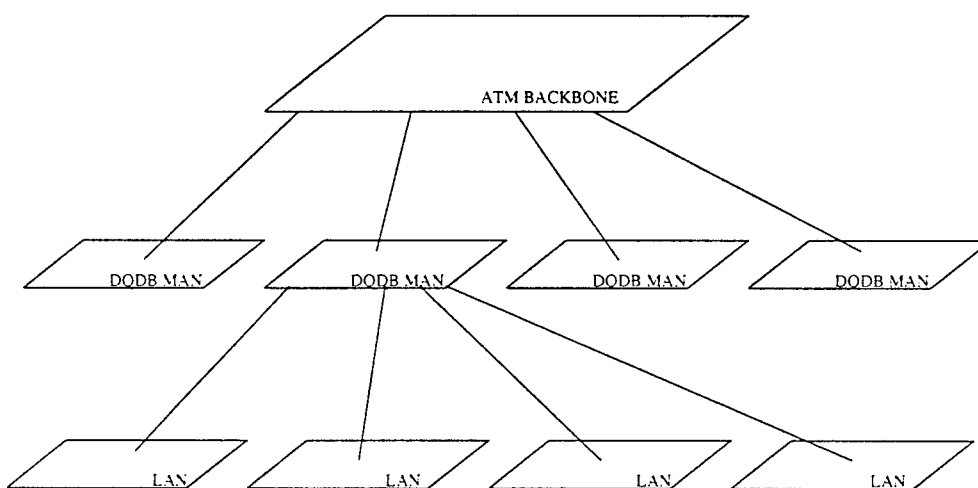
4.2.4.6 Voor- en nadelen

- Eenvoudige migratie van 802.3: geen grote wijzigingen aan de netwerkinfrastructuur; dezelfde bekabeling wordt ondersteund;
- Nauwelijks training noodzakelijk van netwerkpersoneel;
- Geen protocoltranslatie nodig tussen 10BASE-T en 100BASE-T.

4.2.5 IEEE 802.6 DQDB

4.2.5.1 Functionele beschrijving

DQDB staat voor Distributed Queue Dual Bus. Het is een Metropolitan Area Network (MAN), en als zodanig bedoeld voor regionaal verkeer. De standaard is toekomstvast en neergelegd als IEEE 802.6 en ISO 8802.6. Gebruikers zijn aangesloten op twee glasvezels (of coaxiaal kabels) die ieder een bus-topologie hebben. Het éénrichtingsverkeer op de beide bussen is tegengesteld gericht. Met een transmissiesnelheid tot 155 MBps en een maximale lengte van 100 tot 250 km is dit MAN bij uitstek geschikt als koppeling tussen diverse LAN's in een regio. De grote bandbreedte en de opzet van de protocollen maakt het mogelijk dat hierbij geen beperkingen optreden t.a.v. capaciteit en vertragingen. Doorkoppelen naar een nationale Broadband ISDN(BISDN) backbone is goed mogelijk omdat DQDB gebruik maakt van de ATM celstructuur.



Figuur 4.3: DQDB netwerken als MAN interconnect.

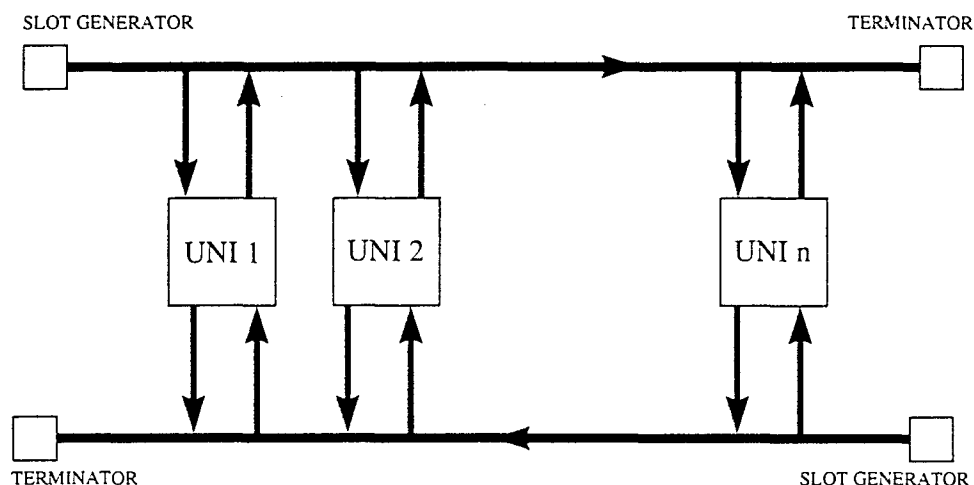
DQDB is ondersteunt asynchrone, synchrone en isochrone services en is daarmee geschikt voor alle typen verkeer. De grote bandbreedte maakt het systeem zeer geschikt voor nieuwe applicaties als video-conferencing en andere multi-media toepassingen. In Nederland is DQDB vrij onbekend. Het verdient aanbeveling te bezien of DQDB een geschikte kandidaat is wanneer de behoefte zich aandient KLIM om te vormen tot een breedbandig netwerk (zie paragraaf 3.2.3).

4.2.5.2 Infrastructuur

DQDB vergt een kabelinfrastructuur met een dubbele bustopologie op basis van coaxiaal kabel of glasvezel.

4.2.5.3 Technische beschrijving

Gebruikers hangen direct of via hun LAN aan het User Network Interface (UNI). Dit UNI is met een lees- en schrijfmogelijkheid gekoppeld aan beide bussen: UNI's kunnen zowel enkelvoudige multi-media-gebruikers zijn met hoge eisen aan bandbreedte en vertragingstijden, als bridges naar diverse LAN's als andere interfaces naar andere netwerken (bijv. ISDN).



Figuur 4.4: DQDB topologie.

Iedere bus is unidirectioneel. De bitsnelheid op iedere bus is gelijk en kan, afhankelijk van de gewenste bandbreedte bij implementatie worden op een snelheid variërend tussen 2 en 155 MBps. In de standaard is ook een toekomstige optie voor 620 MBps voorzien. Op iedere bus wordt een trein van tijdsloten van 53 bytes gegenereerd. Een UNI kan een cel in een leeg tijdslot plaatsen en zo data stroomafwaarts verzenden. Om te voorkomen dat UNI's aan het einde van een bus geen lege tijdsloten meer zien, is er een reserveringsmechanisme voorgeschreven. Een UNI kan een tijdslot reserveren door op de andere bus een reserveringsbit in de cell-header op te zetten. UNI's tellen het aantal reserveringsbits dat langskomt en laten zoveel tijdsloten passeren. Voor circuit switched verbindingen worden tijdsloten op regelmatige intervallen gereserveerd.

4.2.5.4 Vergelijkbare systemen

Vergelijkbare systemen zijn FDDI, Fast Ethernet en ATM.

4.2.5.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

In Nederland is DQDB zo goed als onbekend. In de VS en de UK daarentegen wordt de techniek veel toegepast. Navraag bij diverse leveranciers heeft, behalve onbekendheid, geen duidelijkheid gegeven over de oorzaak hiervan.

4.2.5.6 Voor- en nadelen

Voor LAN's en MAN's biedt deze techniek synchrone en asynchrone service. Interfacing met een ATM backbone is relatief eenvoudig omdat met eenzelfde celstructuur wordt gewerkt. Prijsindicaties zijn niet voorhanden.

4.2.6 IEEE 802.11 Wireless LAN

Het wireless LAN (WLAN) is ontworpen als draadloze aanvulling op de diverse LAN standaarden voor bekabelde netwerken zoals Ethernet, IBM Token Ring etc. Via een radio interface kunnen vaste, mobiele en bewegende computers van een netwerkaansluiting worden voorzien. Het systeem heeft veel overeenkomsten met het Ethernet en past als zodanig volledig in de 802.x familie. Het systeem is gestandaardiseerd als IEEE 802.11 en toekomstvast.

4.2.6.1 Functionele beschrijving

Stations kunnen via een radio interface toegang krijgen met de buitenwereld. Dit kan rechtstreeks met een ander station dat ook voorzien is van een WLAN of via een zogenaamd Access Point met stations die zich in hetzelfde radionetwerk of in een ander (al dan niet bekabeld) netwerk bevinden. Als zodanig is het WLAN het data-equivalent van DECT met dien verstande dat het WLAN als add-on aan de computer wordt toegevoegd terwijl bij DECT met speciaal ontworpen telefoontoestellen wordt gewerkt.

Toepassingen:

- tijdelijk LAN: zowel op een tijdelijke locatie als in een permanente locatie waar het WLAN als interim oplossing wordt gebruikt tot de vaste infrastructuur wordt geïnstalleerd;
- studenten op een campus die draadloos toegang hebben tot de bibliotheek;
- soldier digital assistant;
- onderhoudsmedewerkers die op afstand manuals willen raadplegen;
- fysieke scheiding tussen het aanwezige LAN en een Internet LAN (beveiliging) zonder grote infrastructurele aanpassingen en uitgaven.

WLAN kent net als DECT een aantal beveiligingsaspecten:

- authenticatie;
- crypto.

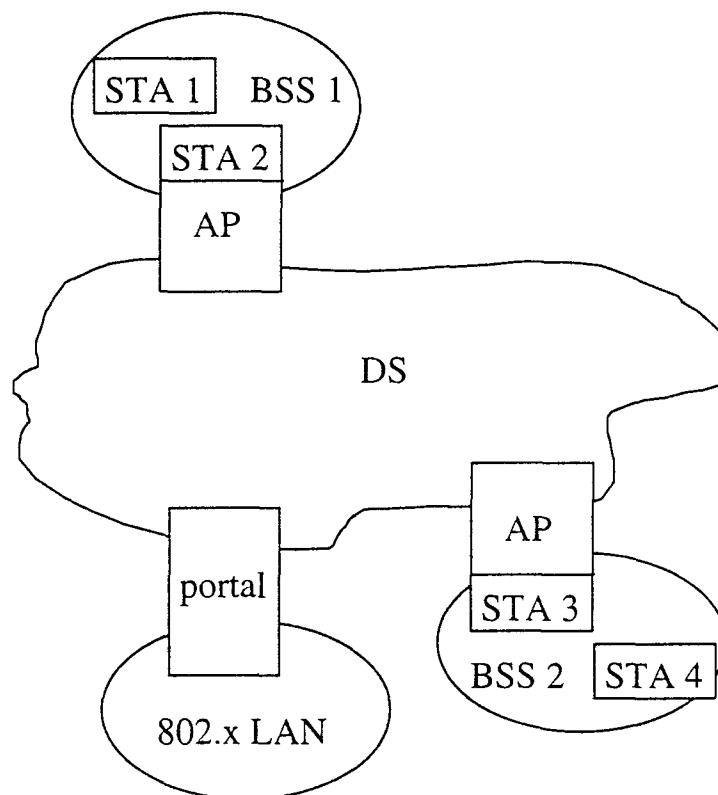
Beide systemen voorzien in een beveiligingsniveau dat gelijk mag worden geacht aan het niveau van een bekabeld LAN zonder verdere toevoegingen.

4.2.6.2 Infrastructuur

Een WLAN bestaat uit drie verschillende componenten:

- Stations (STA);
- Access Points (AP);
- Portals.

Een Basic Service Set (BSS) is een eenheid die uit minimaal twee STA's bestaat. Optioneel zijn meerdere STA's en een AP in een BSS. Een BSS is vergelijkbaar met een cel bij DECT en GSM. Een BSS kan via een AP verbonden zijn met de buitenwereld (Distribution System (DS)). Het DS wordt door 802.11 niet beschreven en is hier ook geen onderdeel van. Portals interfacen naar een 802.x netwerk.



Figuur 4.5: WLAN topologie.

Het maximum aantal STA's per cel is afhankelijk van de hoeveelheid verkeer die wordt gegenereerd en de transmissieomstandigheden. De capaciteit van de netwerkaansluiting is minder dan bij een bedraad LAN maar voor een draadloos systeem erg groot. De transmissiesnelheid bedraagt, afhankelijk van de uitvoering 1 of 2 Mbps.

STA's kunnen zich verplaatsen van het ene BSS naar het andere middels een handover procedure van de AP's. Mocht een STA buiten bereik raken van enig AP om vervolgens weer binnen bereik komen, dan wordt de verbinding met het netwerk automatisch hersteld.

Maximale afstanden zijn:

- binnenshuis enkele tientallen meters;
- buitenshuis enkele honderden meters.

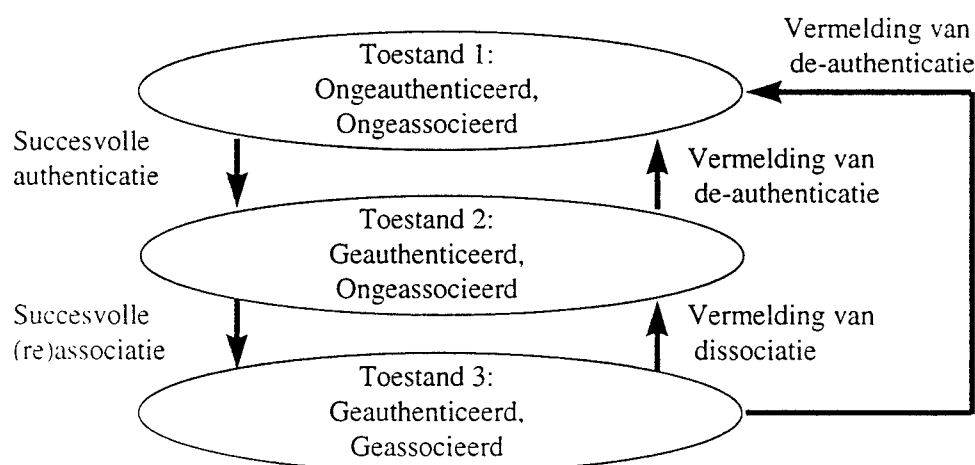
4.2.6.3 Technische beschrijving

Het WLAN is werkzaam in de ISM frequentieband van 2.4 GHz. ISM staat voor Industrial, Scientific en Medical. Deze banden zijn toegewezen aan toepassingen uit deze sector.

De beschikbare 80 Mhz uit deze band wordt middels spread-spectrum (SS) technieken benut. Zowel Direct Sequence (SSDS) als Frequency Hopping (SSFH) is mogelijk. SS biedt hiermee de mogelijkheid om meerdere onafhankelijke netten op dezelfde locatie in dezelfde frequentieband te gebruiken, waardoor meer capaciteit ontstaat. Deze kan zowel door dezelfde als door meerdere beheerders worden gebruikt. Het maximale zendvermogen is 100 mWatt.

Interferentie bij FH systemen kan voorkomen wanneer twee BSS's in één gebied in hetzelfde tijdslot naar hetzelfde kanaal springen. Bij DS stijgt per BSS het 'ruisniveau' waardoor de transmissiekwaliteit en daarmee de capaciteit van het netwerk verminderen.

Een STA kan zich in drie toestanden bevinden:



Figuur 4.6: Mogelijke STA toestanden.

Voordat een STA via het AP informatie kan uitwisselen moet het geassocieerd zijn. Dit betekent dat het STA als lid van het betreffende BSS wordt opgenomen door het AP. Andere AP's worden geïnformeerd over de locatie van de betreffende

STA. Voordat er associatie kan plaatsvinden moet er eerst authenticatie worden toegepast.

Om informatie te kunnen uitwisselen moet eerst toegang tot het medium worden verworven. Hiervoor wordt een protocol gebruikt dat is afgeleid van het Ethernet protocol. In plaats van Collision Detection (CD) vindt echter Collision Avoidance (CA) plaats omdat botsingen mogelijk niet onderkend (gehoord) worden. CA wordt gerealiseerd doordat zender en ontvanger eerst in een signalerings tijdslot bekend stellen hoe lang ze zullen zenden. Andere gebruikers mogen in die periode niet zenden.

4.2.6.4 Vergelijkbare systemen

Vergelijkbare systemen zijn DECT, GSM, MBS en Hiperlan. De laatste twee zijn nog verre toekomst.

4.2.7 Hiperlan

Het High Performance Radio Local Area Network (Hiperlan) is, net als het WLAN beschreven in de vorige paragraaf, een draadloos computernetwerk bedoeld om vele soorten data verwerkende (rand)apparatuur draadloos te koppelen. In principe is Hiperlan een verzameling van meerdere WLAN functionaliteiten, welke in verschillende scenario's kunnen worden toegepast. Er zijn twee redenen dat er naast het 802.11 WLAN een nieuwe standaard wordt ontwikkeld:

- de beperkte throughput van het 802.11 LAN van maximaal 2 Mbps bruto welke voor zware applicaties bezwaarlijk kan zijn. Hiperlan's bieden een zeer grote capaciteit (tientallen Mbps);
- het moeten delen van de frequentieband met andere applicaties in de algemene ISM band. Om die reden heeft de European Radiocommunications Committee (ERC) in maart 1996 besloten de 5,2 en 17,1 GHz band toe te wijzen aan deze toepassing.

Het Hiperlan in de 5,2 GHz is als standaard vastgelegd in de ETSI 300 652, voor de 17,1 GHz is een summiere draft standaard aanwezig.

4.2.7.1 Functionele beschrijving

Er zijn vier typen Hiperlan voorzien:

Type	Toepassing	Frequentieband	Throughput
Hiperlan 1	Wireless ATM LAN	5,2 GHz	20 ⁺ Mbps
Hiperlan 2	Wireless ATM Acces	5,2 GHz	20 ⁺ Mbps
Hiperlan 3	Wireless ATM Local Loop	5,2 GHz	20 ⁺ Mbps
Hiperlan 4	Wireless ATM Interconnect	17,1 GHz	150 ⁺ Mbps

4.2.7.1.1 Hiperlan 1

Dit draadloze LAN geeft een model weer voor een campus netwerk. Het voorziet in 'high performance stand-alone' netwerken waarin de beschikbare bandbreedte op eerlijke wijze wordt verdeeld. Daarnaast kan Hiperlan 1 als extensie van een bedraad LAN fungeren. Zowel point-to-point als point-to-multipoint (broadcast) verkeer is mogelijk. Het acces protocol (EY-NPMA) is vergelijkbaar met het CSMA protocol gebruikt in het Ethernet. Hieraan is echter de mogelijkheid toegevoegd om middels voorangsregelingen real-time verkeer te transporteren. Voorts wordt rekening gehouden met zgn. verborgen nodes, welke (tijdelijk) buiten radiobereik zijn.

4.2.7.1.2 Hiperlan 2

In tegenstelling tot het wireless LAN (Hiperlan 1) gaat het Hiperlan 2 als ATM netwerk uit van een cellulaire opbouw. Een node die toegang tot het ATM netwerk wil moet hiervoor van een centrale unit toestemming krijgen. Deze geeft bandbreedte op bepaalde kanalen uit waarbij continu gezocht wordt naar een optimale performance van het netwerk. Contention (botsingen) zijn hierdoor niet mogelijk. Het frequency management van een dergelijk netwerk is wel erg ingewikkeld.

4.2.7.1.3 Hiperlan 3

De intrede van ATM backbones en de behoefte aan breedbandig acces naar deze netwerken, is de drijfveer voor het ontwikkelen van ATM local loop, Hiperlan 3. Een Hiperlan 3 aansluiting levert tot 20 Mbps acces op ATM basis. Deze capaciteit kan eventueel door meerdere gebruikers gedeeld worden. Deze gebruikers zullen over het algemeen niet mobiel zijn waardoor richtantennes kunnen worden ingezet. Dit biedt extra mogelijkheden ten aanzien van afstands bereik en het hergebruik van frequenties. Hierbij moet natuurlijk wel rekening worden gehouden met de maximale grenzen van het effectief uitgestraalde vermogen (erp) in een bepaalde richting. Navraag bij de HDTP, tegenwoordig RDR, leert echter dat voor de Hiperlan banden hierover nog geen regelgeving bestaat. Men volgt het ERC beleid qua toewijzing van de banden, maar stelt deze beschikbaar op non-interference basis. De enig andere gebruiker van deze band zijn Aeronautical Navigation Systems, t.w. microwave landing systems bij vliegvelden.

4.2.7.1.4 Hiperlan 4

Hiperlan 4 draadloze trunks tussen ATM nodes. Hierbij worden 155 Mbps verbindingen gerealiseerd met een afstands bereik van maximaal 150 meter. De ontwikkelingen op dit gebied zijn nog summier, mede gezien de vereiste afstemming wereldwijd op het gebied van de frequentie toewijzing.

4.2.7.2 Infrastructuur

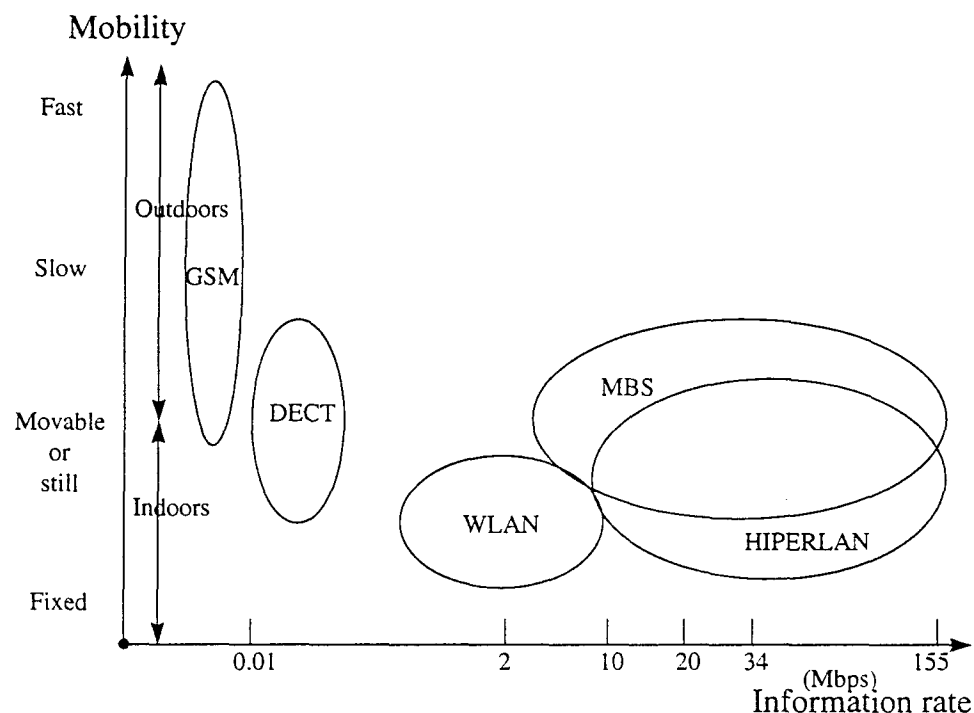
Hiperlan kent dezelfde infrastructuur als andere ATM netwerken, met die aantekening dat, afhankelijk van het type, een bepaalde ATM link als radio link is uitgevoerd.

4.2.7.3 Technische beschrijving

De Hiperlan netwerken bevinden zich nog in het stadium van field trials. Het is daarom nog niet opportuun dieper op de technische uitvoering in te gaan dan de hiervoor beschreven opzet.

4.2.7.4 Vergelijkbare systemen

Vergelijkbaar zijn andere 'mobiele' systemen met datacapaciteit, zoals DECT, GSM, WLAN en MBS (Mobile Broadband System). Het MBS wordt in dit rapport niet behandeld omdat dit niet binnen vijf jaar tot standaard en op de markt zal komen. Het verschil tussen de diverse systemen zit in de mobiliteit en de throughput. E.e.a. is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 4.7: Draadloze systemen: mobiliteit en capaciteit.

4.2.7.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

Hiperlan is nog niet op korte termijn beschikbaar.

4.2.8 FDDI

4.2.8.1 Functionele beschrijving

FDDI staat voor Fiber Distributed Data Interface en specificeert een 100 Mbps LAN, met glasvezel als transmissiemedium. Achterliggende reden voor het ontstaan is het feit dat de Token Ring- en Ethernet-LAN's bepaalde hoge snelheidswerkstations en gedistribueerde applicaties niet meer aan kunnen.

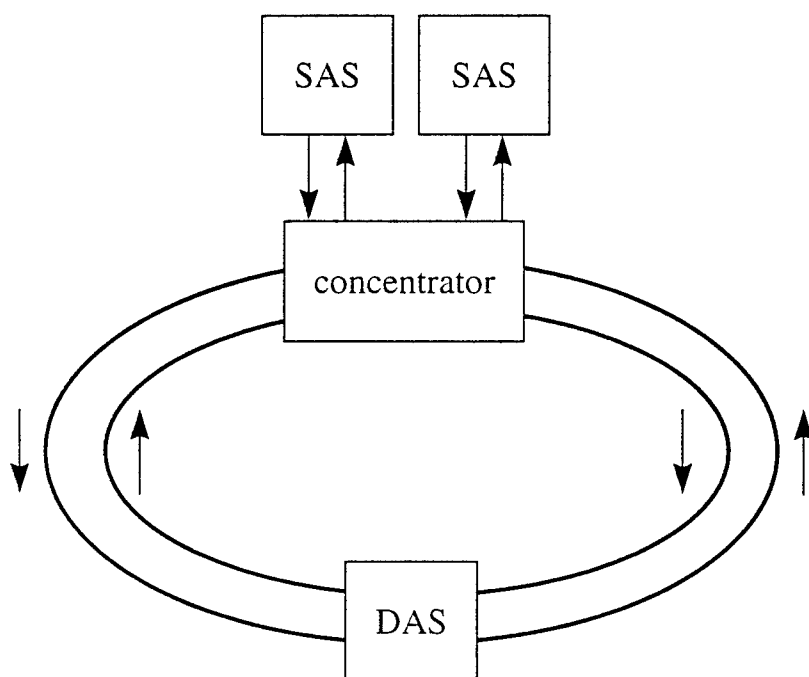
FDDI kan op twee manieren worden gebruikt: als stand-alone hoge-snelheid LAN en als hoge-snelheid-backbone die op koperdraad gebaseerde LAN's met elkaar verbindt.

FDDI is analoog aan IEEE 802.5 (Token Ring), alhoewel het op hogere snelheden opereert, en is vastgelegd door het ANSI X3T9.5 comité. FDDI is toekomstvast. Een belangrijke eigenschap van FDDI is het gebruik van de dubbele ring. Als een station op de ring uitvalt, wordt de ring automatisch tot een enkele ring geconfigureerd. De netwerkooperatie van de overige stations kan in dat geval ongestoord doorgang vinden. Eventueel kunnen zgn. optische bypass switches gebruikt worden om bij falen van meerdere stations ringsegmentatie tegen te gaan.

4.2.8.2 Infrastructuur

FDDI beschrijft het gebruik van dubbele (glasvezel) ringen. Het verkeer op deze ringen beweegt zich in de tegengestelde richting. Fysiek houdt dit in dat de ring wordt gevormd door twee of meer point-to-point verbindingen tussen aan elkaar grenzende stations.

Er bestaan twee klassen stations: A en B. Klasse A is een station (dual-attachment station DAS) dat met beide ringen is verbonden. Een klasse B station (single-attachment station SAS) heeft slechts verbinding met één ring. Figuur 4.8 toont de typische FDDI-configuratie. De concentrator zorgt ervoor dat de ring niet verbroken wordt als een SAS niet meer functioneert.



Figuur 4.8: FDDI-configuratie.

4.2.8.3 Technische beschrijving

FDDI kent een bandbreedte van 100 Mbps en maakt daarbij meestal gebruik van zgn. multimode glasvezels. Deze vezels transporteren licht dat in de vezel intreedt

onder verschillende hoeken. De duurdere single mode vezels, waarin het licht propageert in een rechte lijn, worden toegepast bij verbindingen tussen verschillende gebouwen, aangezien zij in staat zijn tot het transport van licht over grotere afstanden.

FDDI voorziet in real-time toewijzing van bandbreedte, waardoor het voldoet voor verschillende toepassingen. Twee soorten verkeer zijn gedefinieerd: synchroon en asynchroon. Aan stations die bijvoorbeeld spraak en video verzenden, wordt synchrone bandbreedte toegekend, terwijl de rest van de bandbreedte wordt toegekend aan asynchroon verkeer.

4.2.8.4 Vergelijkbare systemen

Als FDDI beschouwd wordt als een manier om een hoge-snelheid LAN te implementeren, zijn de volgende alternatieven denkbaar:

Fast Ethernet (802.3u), zie 4.2.4;

Switched Ethernet (802.3);

ATM, zie 4.2.3;

CDDI staat voor Copper Distributed Data Interface en is de implementatie van FDDI over UTP-koperdraad. Alhoewel reeds gestandaardiseerd door de ANSI in de VS, is de standaard in Europa nog in overleg.

4.2.8.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

Vooral de toepassing van FDDI als hoge-snelheid-backbone heeft een plaats op de markt verworven. Het complexe station management maakt FDDI relatief duur voor de stand-alone LAN variant. Overigens is FDDI is reeds in gebruik bij de KL in Den Haag als backbone tussen staven.

4.2.8.6 Voor- en nadelen

- grote bandbreedte;
- maakt onderscheid tussen synchroon en asynchroon verkeer: redelijk effectief gebruik van bandbreedte;
- complex station management: duur.

4.2.9 ADSL

4.2.9.1 Algemeen

ADSL staat voor Asymmetric Digital Subscriber Line en behoort als zodanig tot de DSL-familie, evenals High data rate DSL (HDSL), Single line DSL (SDSL) en Very high bit rate DSL (VDSL). ADSL is een modemtechnologie die in staat is tot snelheden van 1 tot 9 Mbps over bestaande koperen (telefoon)draden. Het systeem is asymmetrisch: hoge snelheid naar de eindgebruiker toe (downstream) en lagere snelheid van de eindgebruiker af (upstream).

ADSL is vastgelegd door de ANSI-werkgroep T1E1.4 in standaard T1.413 voor wat betreft snelheden tot 6.1 Mbps en als zodanig toekomstvast. ETSI heeft een annex bijgedragen aan T1.413 om Europese eisen te weerspiegelen.

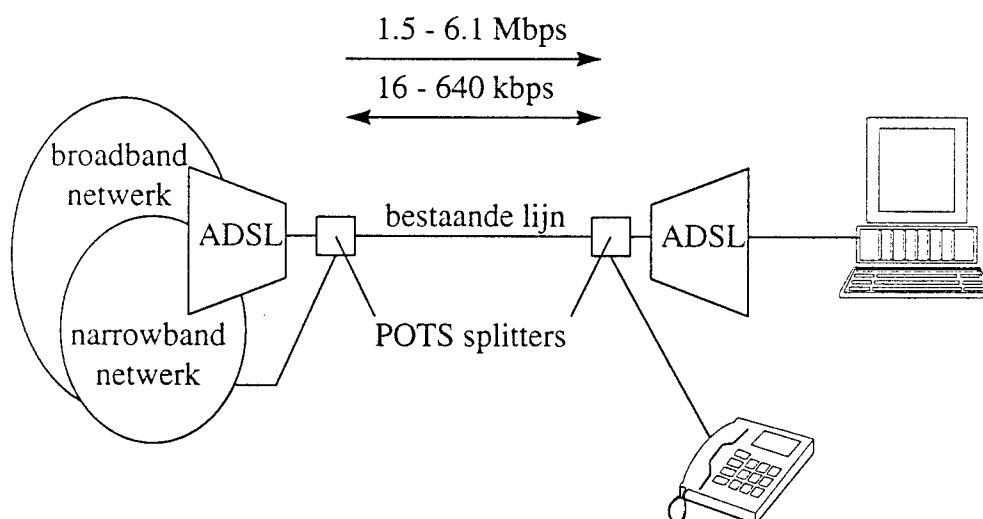
4.2.9.2 Functionele beschrijving

ADSL is een digitale transmissietechnologie die geschikt is voor multimedia verkeer. ADSL voorziet in een asymmetrische datastroom, waarbij er meer data van het netwerk naar de eindgebruiker toegaat dan er van de eindgebruiker uit verzonden wordt. De maximaal mogelijke datasnelheid naar de eindgebruiker toe hangt af van de lengte van de verbinding en varieert grofweg tussen 1 en 9 Mbps, hetgeen vele malen hoger ligt dan een ISDN-verbinding. In feite creëert ADSL verschillende informatiekanalen op een twisted pair koperdraad: een hoge snelheid downstream kanaal, een medium snelheid duplex kanaal, en een POTS (Plain Old Telephone Service) kanaal.

Het ATM forum, waarin diverse marktpartijen deelnemen ter bevordering van ATM, heeft ADSL erkend als een fysieke laag transmissie protocol voor unshielded twisted pair (UTP) media.

4.2.9.3 Infrastructuur

In het algemeen duidt DSL op een modem, of modempaar, en niet op een verbinding. Een ADSL circuit verbindt een ADSL modem aan elke kant van een twisted-pair telefoonlijn, zoals is te zien in figuur 4.9. De zogenaamde POTS splitters dragen er zorg voor dat de analoge telefoonverbinding gehandhaafd kan worden en niet afhankelijk wordt van het al dan niet functioneren van het ADSL modem.



Figuur 4.9: Configuratie met ADSL.

4.2.9.4 Technische beschrijving

Het ADSL modem voorziet in datasnelheden consistent met Noordamerikaanse en Europese digitale hiërarchieën, met als minimale configuratie 1.5 Mbps (T1) of 2.0 Mbps (E1) downstream en 16 kbps duplex. Er zijn reeds producten verkrijgbaar met downstream snelheden tot 8 Mbps en duplex snelheden tot 640 kbps.

De reden voor de asymmetrische datastroom ligt niet in de transmissietechnologie zelf, maar in de draadeigenschappen en -configuratie. Factoren die een rol spelen

zijn draadlengte (zie Tabel 4.1), draadsoort en overspraak. Als er symmetrische signalen in een groot aantal paren in een kabel verzonden worden, beperkt de capacitieve koppeling aanzienlijk de maximale datasnelheid en de daarbijbehorende mogelijke lijnlengte.

Tabel 4.1: De maximale downstream datasnelheden als functie van de maximale lengte van de verbindingen.

maximale lengte verbinding (m)	maximale datasnelheid (Mbps)
5500	1.544
4900	2.048
3700	6.312
2700	8.448

Teneinde verscheidene kanalen te creëren verdeelt het ADSL modem de beschikbare bandbreedte van een telefoonverbinding op twee manieren Frequency Division Multiplexing (FDM) en Echo Cancellation. FDM wijst een frequentieband toe aan de upstream data, en een andere band aan de downstream data. Het downstream pad wordt vervolgens met behulp van Time Division Multiplexing (TDM) verdeeld in een of meer hoge en lage snelheid kanalen. Het upstream pad wordt gemultiplext in overeenkomstige lage snelheid kanalen. Echo Cancellation zorgt ervoor dat de upstream frequentieband de downstream band overlapt, en scheidt beide d.m.v. lokale echo cancellation. Het ADSL modem organiseert deze totale datastroom in blokken en plakt aan elk blok een foutcorrectiecode. Aangezien dit een extra delay van 20 msec met zich meebrengt, teveel voor bepaalde typen verkeer, is het belangrijk dat ADSL op de hoogte is van het soort signaal. Op deze manier kan foutcorrectie in bepaalde gevallen achterwege gelaten worden. Overigens kunnen ADSL modems zowel ATM transport als IP protocollen aan.

4.2.9.5 Vergelijkbare systemen

E1 is een multiplexing systeem voor 30 spraakkanalen met een snelheid van 2.048 Mbps. HDSL is een manier om E1 te verzenden over twisted pair koperdraden tot een afstand van 3700 m en gebruikt minder bandbreedte dan de traditionele manier (transceivers met het AMI protocol). HDSL maakt gebruik van drie lijnen voor E1 service, elk opererend op een derde van de snelheid, hetgeen voor een eindgebruiker met een enkele lijn niet van toepassing is. Tot de toepassingen behoren PBX netwerkverbindingen en Internet servers. HDSL is de meest ontwikkelde van de DSL-technologieën, maar zal op korte termijn waarschijnlijk plaats maken voor ADSL en SDSL.

SDSL is in feite een aangepaste versie van HDSL, waarbij E1 signalen over één enkel twisted pair worden gestuurd. SDSL is interessant voor applicaties die symmetrische datasnelheden vereisen, zoals servers, en vormt zo een aanvulling op ADSL. Maximale afstand is ongeveer 3000 m.

VDSL, voorheen bekend als VADSL, betreft asymmetrische transceivers met datasnelheden die hoger liggen dan die van ADSL maar over kortere afstanden: downstream van 12.96 Mbps over 1400 m tot 51.84 Mbps over 300m. Deze technologie richt zich alleen op een ATM netwerk architectuur en gaat zo een aantal restricties die op ADSL van toepassing zijn uit de weg. VDSL staat ook toe, anders dan VDSL, dat er meer dan één modem wordt verbonden op dezelfde lijn van de eindgebruiker (passieve netwerkterminatie). VDSL werkt over POTS en ISDN, met beide van VDSL gescheiden door passieve filtering. VDSL is een interessante technologie als het fiber-to-the-curb scenario in werking treedt. De afstanden die van de eindgebruiker naar het netwerk over koperdraad moeten worden overbrugd, zijn in dat scenario aanzienlijk korter dan in de huidige situatie.

4.2.9.6 Markt: huidige en toekomstige situatie

HDSL is op dit moment de meest ontwikkelde van de DSL-technologieën met snelheden hoger dan 1 Mbps, maar zal naar alle waarschijnlijkheid plaats maken voor ADSL en SDSL.

ADSL zal in de nabije toekomst op grote schaal toegepast gaan worden, en kan worden gezien als opvolger of vervanger voor ISDN. Aangezien SDSL een aanvulling vormt op ADSL -het biedt immer symmetrische datasnelheden- zal deze technologie waarschijnlijk naast ADSL gaan bestaan.

VDSL bevindt zich nog steeds in de definitiefase en zal pas toegepast gaan worden als de afstanden die over koperdraad moeten worden afgelegd ordegrrootte honderd meter bedragen.

4.2.9.7 Voor- en nadelen

- grote datasnelheid;
- grotendeels bestaande infrastructuur.

4.3 Applicaties

In deze paragraaf worden de diverse nieuwe applicaties uitvoerig geëtaleerd.

Opgenomen zijn beschrijvingen van:

- ICT-management;
- e-mail/X.400;
- desktop-videoconferencing;
- Internet/Intranet;
- firewalls;
- smart cards.

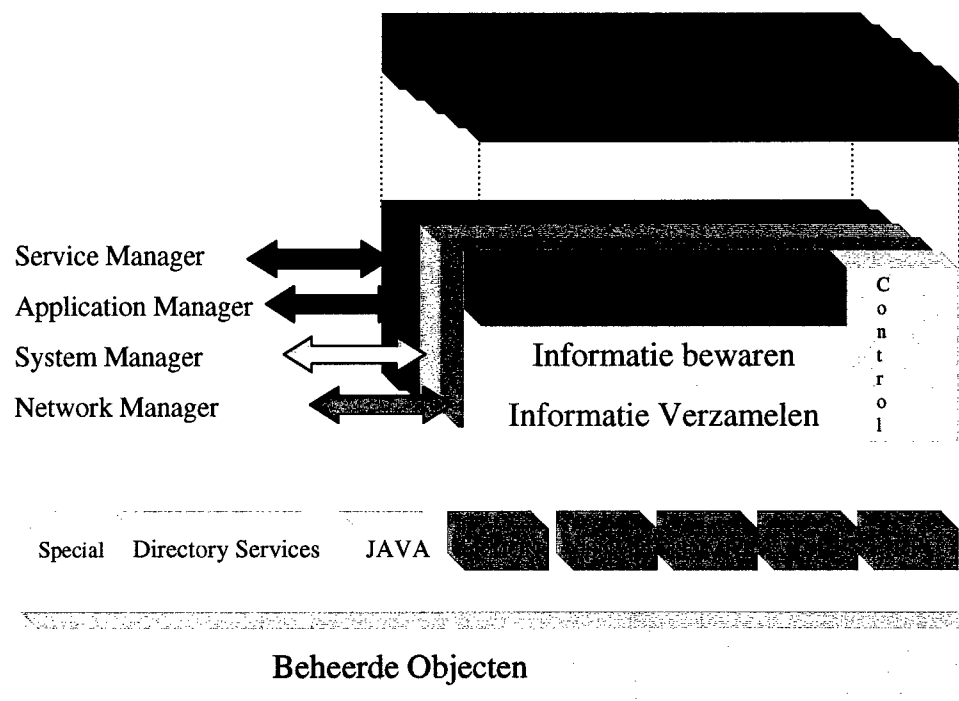
4.3.1 ICT-management

4.3.1.1 Functionele beschrijving

In hoofdzaak bestaat een managementpakket uit 5 functies:

- verzamelen van informatie;

- beheren van informatie;
- presenteren van informatie;
- controlemodule;
- user interface.

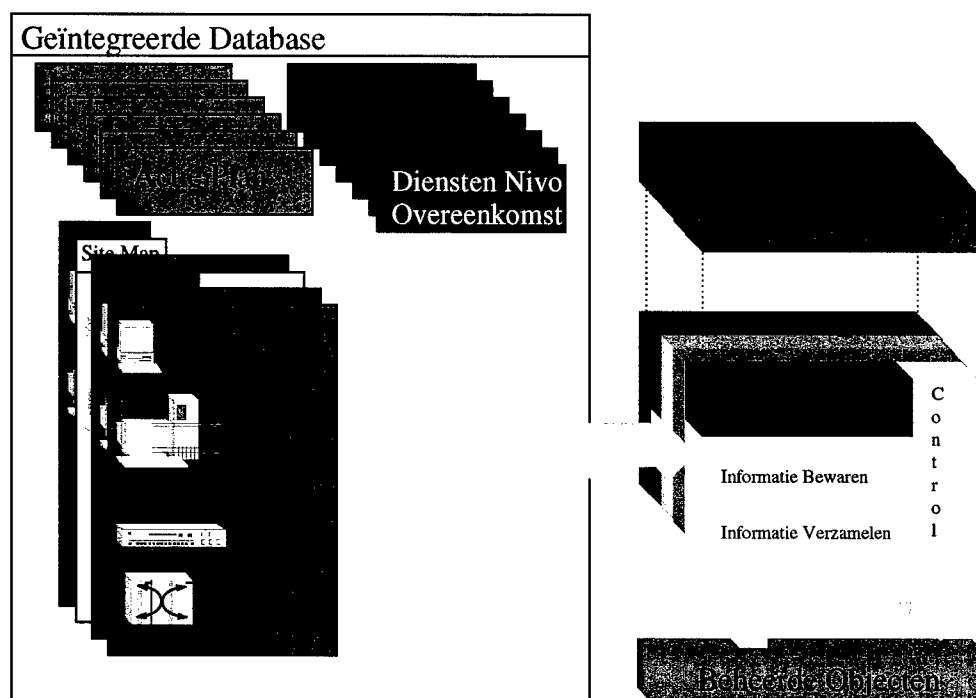


Figuur 4.10: Opbouw van de managementsoftware.

De informatie heeft betrekking op netwerkcomponenten, systemen, applicaties en/of diensten. Het systeem bevat een beschrijving van de beheerde componenten plus hun standaard statusbeschrijving. Het managementsysteem kan zelfstandig de actuele waarde v.w.b. status opvragen en controleren of laten melden. Als deze afwijkt van de beschreven waarde, kan een actie geïnitieerd worden (melding op scherm, EMAIL naar beheerder, aanmaken van een trouble-ticket etc.) De opgevraagde gegevens kunnen ook in een database bewaard worden, waarmee naderhand rapportages gemaakt kunnen worden. Door op verschillende niveaus relaties te leggen binnen de gegevens kunnen er meerdere soorten rapportages gemaakt worden: operationeel, tactisch niveau en strategisch niveau. M.b.v. ITIL of een vergelijkbare methode kunnen de informatie en acties gerelateerd worden aan de diverse bedrijfsprocessen. Taken zoals Problemmanagement, Configmanagement, Changemanagement (overeenkomstig de gekozen methode) kunnen dan door het managementsysteem aangestuurd en bewaakt worden. Daarnaast kunnen met de gebruiker/klant overeengekomen serviceafspraken in dit systeem opgenomen en bewaakt worden. Het communiceren met de beheerde objecten wordt gedaan door middel van netwerkprotocollen en speciale applicaties. Vanaf het managementsysteem (*server*) wordt programmatuur in het beheerde object aangesproken (*agent*) zodat informatie opgevraagd en instellingen gewijzigd kunnen worden. Afhankelijk van het

gebruikte protocol kan een agent ook zelfstandig informatie aanleveren zodat noodsituaties gemeld kunnen worden. Deze vormen van communicatie vragen veel aandacht met betrekking tot beveiliging, zodat de integriteit van de ICT-infrastructuur gewaarborgd blijft en derden geen misbruik van de management-infrastructuur kunnen maken.

De Server -Agent opzet met betrekking tot beveiliging maakt het mogelijk beheer op afstand te doen. Daar waar beveiliging een moeilijk punt blijft, kan een subset van mogelijkheden soms een oplossing bieden (b.v. alleen data opvragen, zodat configuratie wijzigen onmogelijk is, maar signalering van storingen wel mogelijk is).



Figuur 4.11: Opbouw geïntegreerde database.

4.3.1.2 Technische beschrijving

Het hart van een managementsysteem bestaat uit een standaard managementpakket met daarbinnen een database-engine. Het managementpakket dient als platform voor de overige applicaties, vaak nodig om de fabrikant-specifieke mogelijkheden binnen apparatuur te benutten.

Het standaardpakket voorziet in mogelijkheden voor netwerk-queries middels een specifiek protocol (SNMP, RPC, etc) en de beschrijving van opvraagbare waarden (Management Information Base oftewel MIB), het bijhouden van een configuratie schema, afhandelen van automatisch gemelde incidenten en het maken van rapportages. Voor SNMP zijn er een aantal standaard MIB's die een algemene beschrijving bevatten van netwerkcomponenten. Voor het afvragen van waarden en statusinformatie van netwerkcomponenten wordt gebruik gemaakt van een query programma op het Management station en een management-agent in het

netwerkcomponent. Dit gebeurt via SNMP (I of II) CMIP of Remote Procedure Calls. Voor oudere apparatuur kan een asynchrone terminalverbinding samen met special programmatuur gebruikt worden, hetgeen overigens vaak moeilijk integreert.

Door toevoeging van software-bibliotheken en Toolbox'en kan het systeem vaak uitgebreid worden om specifieke toepassingen mogelijk te maken, zoals:

- zelf samenstellen van een Agent;
- protocolvertaling;
- programmacode uit te voeren na een speciale gebeurtenis.

Er kunnen ook tools aanwezig zijn om verschillende management-stations (servers) met elkaar te laten communiceren zodat een gedistribueerde managementomgeving mogelijk is.

4.3.1.3 Vergelijkbare systemen

Voor wat betreft vergelijkbare systemen bestaan er twee alternatieven:

- centrale management systeem;
- Java Based management.

Centraal management systeem

Dit bestaat uit één of meerdere, maar dan met elkaar communicerende, management-servers. Consolefuncties zijn vaak alleen centraal mogelijk, of middels speciale protocollen op andere plaatsen te verwezenlijken. Een centrale database is op de server aanwezig. Op dit systeem draaien ook de extra applicaties.

Java Based management (nog in ontwikkeling)

Op basis van Java wordt aan applicatiedistributie gedaan, zodat middels een browser consolefuncties kunnen worden verkregen. (Dunne Client) Op basis van Java kan ook data-uitwisseling met de database plaatsvinden, zodat de informatie centraal beheerd wordt. Door Agent-objects te definiëren kan met behulp van Java functionaliteit in het beheerde object gebracht worden. Een dergelijk systeem dient voorzien te zijn van proxy's² om met de oude protocollen te kunnen communiceren, zodat een bestaande infrastructuur beheerd kan worden.

De protocollen die in dit verband een rol spelen, zijn:

- SNMP I en II;
- RMON I en II;
- CMIP;
- RPC;
- Java;
- Directory Services.

Deze worden in de volgende paragrafen behandeld.

² Voor de beschrijving van een proxy wordt verwezen naar par. 4.3.5.3

SNMP I (RFC 1157): Simple Network Management Protocol

Veel toegepast management-protocol binnen LAN/WAN omgevingen. Eenvoudig protocol zonder goede beveiligingsmogelijkheden. Stelt de gebruiker in staat om volgens gedefinieerde MIB's (Management Information Base) data te halen van een object en data te wijzigen in een object.

Ingeval van een kritische situatie kan een object zelfstandig besluiten data te sturen naar het management-systeem (traps).

Implementatie voor SNMP is relatief eenvoudig.

SNMP II (RFC 1901-1910)

Opvolger van SNMP I, betere beveiligingsmogelijkheden (encryptie en authenticatie) en de mogelijkheid van bulk-query's.

RMON (RFC 1757): Remote Monitoring Protocol

Bedoeld om te bezettingsgraad en goede werking van netwerkcomponenten te monitoren.

RMON II (In draft)

Uitgebreide versie van RMON, waarmee meer gedetailleerd het netwerkverkeer bekeken kan worden, inclusief pakket analyse. Vraagt om goede beveiliging.

CMIP (ISO/IEC 9595:1991): Common Management Information Protocol

Dit protocol wordt gebruikt in ISO/OSI gebaseerde LAN/WAN netwerken. Kan ook over IP gedraaid worden. Een uitgebreid protocol met goede beveiligingsmogelijkheden. Implementatie is complexer dan bij SNMP en is ook minder algemeen.

RPC: Remote Procedure Call

Binnen de Unix-omgeving bekend protocol, waarmee op eenvoudige wijze systeem informatie uitgewisseld kan worden en taken op een remote systeem uitgevoerd kunnen worden.

Java

Een op C lijkende object georiënteerde programmeertaal, waarbij de server programmacode naar de client brengt en aldaar laat executeren. Hierdoor wordt het mogelijk om met een zogenaamde dunne client (Web-Browser) te werken. Hoewel nog zeer in ontwikkeling is het beveiligingselement van begin af aan opgenomen in de JAVA specificaties. Java maakt het ook mogelijk om als cliënt rechtstreeks met het beheerde object te praten waarbij de management-server als intermediair optreedt (gedistribueerde consolefuncties)

Directory Services

Door beheerde objecten op te nemen in de "name space" en schema's van een Directory Services omgeving, kan via het Directory Services protocol informatie uitwisseling met het object plaatsvinden.

Protocollen zijn nog vaak fabrikant gebonden maar nieuwe ontwikkelingen rondom LDAP en MicroSoft ADSI kunnen misschien gestandaardiseerde vormen brengen.

Een nadere blik op de beveiligingsaspecten van deze protocollen levert het volgende beeld. Het meest gebruikte netwerkprotocol voor Netwerkmanagent is SNMP (Simple Network Management Protocol). De beveiliging binnen dit protocol berust op niet-encrypte passwords (community names). De opvolger, SNMP II, kent wel mogelijkheden voor authenticatie en encryptie. Maar de meeste apparatuur nu op de markt bevat nog geen management agent op basis van SNMP II. CMIP, een op de OSI stack gebaseerd protocol, bevat weliswaar goede beveiligingsmogelijkheden, maar agents zijn minder algemeen voor handen. Java biedt goede beveiligingsmogelijkheden, maar is nog te zeer in ontwikkeling voor een definitief oordeel. Directory Services bieden redelijk goede beveiligingsmethodes; de ontwikkelingen rondom ADSI en LDAP alsmede de mogelijkheden van X509 zijn veelbelovend.

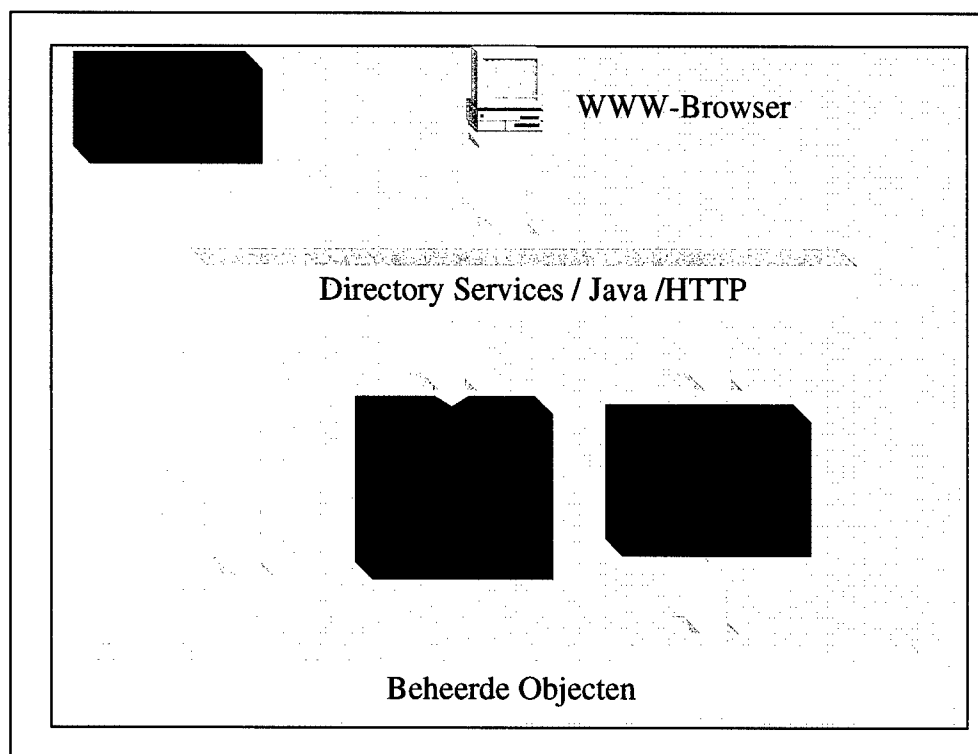
4.3.1.4 Markt: huidige en toekomstige situatie

Op de markt zijn een aantal pakketten te koop die nog uit te breiden zijn met extra applicaties. Deze applicaties (vaak horend bij specifieke apparatuur) kunnen de pakketkeuze beïnvloeden. (Hewlett Packard met OpenView en OpenView Telecom is een zeer belangrijke speler).

Er zijn nieuwe ontwikkelingen op basis van Java en ook Directory Services. Java maakt het mogelijk de WWW-browser als user-interface te gebruiken en data en beheerde objecten op uniforme wijze te benaderen. Twee grote netwerkleveranciers (Cisco en 3Com) hebben reeds gemeld hun producten manageable te maken d.m.v. Java. Om een aantal losse componenten te beheren is een WWW-Browser dan voldoende. (Sommige remote access apparatuur van 3Com is reeds Java manageable.)

De management-server zal dan de centrale database onderhouden en dient als intermediair tussen cliënt en beheerd object. Het opnemen van beheerde objecten als entiteit in de Directory Services omgeving kan een grote mate van uniformiteit brengen.

Sun Enterprise Manager en Tivoli hebben zich middels marketingafspraken aan elkaar verplicht naar elkaar te groeien waarbij Java een belangrijke rol zal gaan spelen.



Figuur 4.12: Toekomstige opzet managementsysteem met JAVA en WEB-tools.

De ontwikkelingen in de Internet technologieën met betrekking tot beveiliging staan het toe een dergelijke infrastructuur via een algemeen model te beveiligen (encryptie, sleutelbeheer, certificaten). Vooral deze ontwikkelingen kunnen de mogelijkheid bieden om ook de meer “gevoelige” ICT-infrastructuren centraal te beheren.

4.3.1.5 Voor- en nadelen

Voordelen zijn:

- proactief management (fouten verhelpen voor dat de klant er last van heeft);
- kwaliteitsborging;
- kostenbewaking en reductie;
- geografisch gemak;
- betere afstemming tussen de ICT-infrastructuur beheersprocessen en de overige bedrijfsprocessen.

Nadelen zijn:

- het volume van de ICT-Infrastructuur neemt toe: kosten, kennis en onderhoud;
- extra randvoorwaarden bij aanschaf nieuwe componenten en systemen;
- profijt komt pas als de service-organisatie en het management-systeem goed op elkaar zijn afgestemd;
- niet overal mogelijk (beveiliging problematiek).

Alles samen in één management omgeving heeft veel voordelen v.w.b. kwaliteitsborging, kostenbewaking en geografisch gemak, maar stelt zowel eisen

aan de infrastructuur als aan de organisatie. Bij het invoeren van een dergelijk systeem zal gestart worden met een bestaande ICT-infrastructuur, waarvan niet alle componenten via de gewenste standaarden beheerbaar zullen zijn (vooral PABX e.d.) en invoering van ITIL of een dergelijke methodes nog moet plaatsvinden. Aanschaf beleid moet ervoor zorg dragen dat componenten en systemen via een gekozen standaard te beheren zijn.

4.3.2 E-mail/X.400

Electronic mail is een applicatie die de gebruiker in staat stelt op simpele wijze tekst en/of multimedia files over het netwerk naar andere gebruikers te sturen. Er bestaan twee stromingen in electronic mail:

- de formele CCITT X.400 standaard, later door ISO geadopteerd als MOTIS. Dit OSI protocol is weinig toegepast, met name door de complexiteit. Sommige autoriteiten op dit gebied zien voor X.400 zelfs geen enkele toepassing (Tanenbaum, Computer Networks, third edition). Er zijn echter diverse fabrikanten die X.400 systemen aanbieden en uit onderstaande zal blijken dat X.400 ook voordelen biedt.
- de facto standaards vastgelegd als RFC 821 en 822 welke zijn voortgekomen uit het ARPANET en nu onder de naam e-mail een wereldwijde toepassing vinden via het Internet. Deze zijn relatief simpel, goedkoop en, komende vanuit de computerwereld, ook snel geaccepteerd.

Omdat beide systemen in hoofdlijnen naar de gebruiker toe dezelfde functionaliteit bieden, zal hier het e-mail systeem in algemene zin besproken worden.

4.3.2.1 Functionele beschrijving

Een gebruiker kan op zijn terminal de e-mail applicatie oproepen en krijgt daarmee de gelegenheid een elektronische brief op te stellen. Deze brief bestaat uit:

- een enveloppe met daarop een aantal gegevens als geadresseerde, prioriteit en bijvoorbeeld of het bericht versleuteld is;
- tekstbladen;
- (in latere software versies) aanhangsels c.q. attachements. Deze bieden de mogelijkheid om een of meer multi-media files mee te sturen.

Het bericht wordt aangeboden aan een mailserver die zich in het netwerk bevindt. Aflevering gebeurt in een mailbox van de geadresseerde op basis van een uniek e-mail adres dat iedere gebruiker heeft. Het formaat van dit adres is *mailbox-@location* zoals vastgelegd in het Domain Name System (DNS).

De mailbox van de gebruiker waarin het systeem berichten opslaat bevindt zich in de server. De geadresseerde kan dit bericht ophalen, lezen en eventueel beantwoorden. Deze berichten kunnen worden opgeslagen, gekopieerd of weggegooid.

4.3.2.2 Infrastructuur

Een e-mail systeem bestaat uit één of meer mail-servers waaraan de gebruikers verbonden zijn. Als er meerdere servers zijn, dan zijn die onderling verbonden. Dit kan wereldwijd zoals via het Internet of op kleinere schaal binnen een LAN. Op de servers draaien Message Transfer Agents (MTA's) en hier bevinden zich ook de mailboxes van de gebruikers. De gebruikers zijn via een netwerk verbonden met een mail-server. Op hun terminal is een User Agent actief die de functionaliteit aan de gebruiker aanbiedt. Hiervoor zijn vele pakketten beschikbaar.

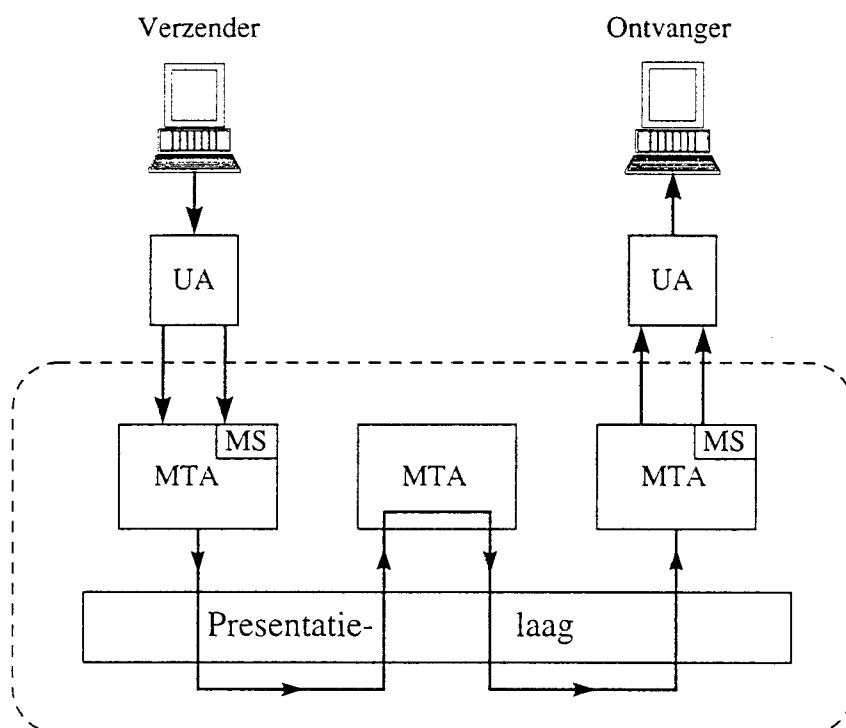


Figure 4.13: Model van een e-mail systeem.

4.3.2.3 Vergelijkbare systemen

X.400 en E-mail zijn functioneel goed vergelijkbaar. X.400 is, zoals de meeste ISO standaards complex en veelomvattend. Het biedt goede beveiligings mogelijkheden. E-mail is eenvoudiger en geaccepteerd als de-facto standaard in de IT wereld, maar biedt onvoldoende mogelijkheden voor gebruikers met hoge eisen op het gebied van betrouwbaarheid en beveiliging.

4.3.3 Desktop Videoconferencing (DTVC)

4.3.3.1 Functionele beschrijving

Desktop Videoconferencing, kortweg DTVC, is de combinatie van personal computing en audio-, video- en communicatietechnologie, die zorgt voor real-time interactie via een PC, waarbij de interactie communicatie inhoudt tussen groepen mensen vanaf verschillende locaties (bureau's met computers). Een typisch DTVC

systeem voorziet in kleurenvideo (tot 30 frames per s), file transfer, whiteboarding en eventueel application sharing (delen van applicaties). In het algemeen ziet de beller zowel zichzelf als de gebelde persoon in een window op de monitor. Eenmaal verbonden kunnen eventueel applicaties als Word en Powerpoint gedeeld worden. Daarnaast is er de mogelijkheid tot overdracht van files, presentaties op afstand en samenwerking op een whiteboard (whiteboarding). In 1996 zijn de ITU aanbevelingen H.320 en T.120 goedgekeurd. Beide leiden tot een markt gericht op interoperabiliteit.

4.3.3.2 Infrastructuur

DTVC is geïntegreerd in de computeromgeving waar de eindgebruiker reeds mee bekend is. Vereist zijn een desktop PC met tenminste een Pentium processor en een videokaart, een miniatuur videocamera, een headset en tenslotte een verbinding op met een Local Area Network of een ISDN of traditionele telefoonlijn. Een bandbreedte kleiner dan 64 kbps leidt tot een waarneembare degradatie van de kwaliteit t.o.v. verbindingen met een grotere throughput.

4.3.3.3 Technische beschrijving

Tot voor kort waren de meeste systemen van verschillende marktpartijen niet interoperabel. In 1996 was ITU recommendation H.320 gereed. Systemen die aan deze 'standaard' voldoen, zijn in staat om met elkaar te communiceren. H.320 is in feite een verzameling van standaarden, waarin het formaat van datacompressie en -transmissie wordt beschreven.

Datacompressie is noodzakelijk, aangezien ongecomprimeerde gedigitaliseerde video niet handelbaar is voor wat betreft transmissie en opslag. Hetzelfde geldt overigens voor audio. Aangezien aan elke zijde van een verbinding data zowel gecomprimeerd als gedecomprimeerd moet worden, is een belangrijk deel van de applicatiesoftware de zogenaamde CODEC (COmpression and DECompression). Na digitalisatie van de beelden die door de camera zijn opgevangen -elk beeld of frame wordt een twee-dimensionaal array van pixels-, wordt zoveel mogelijk voor de menselijke zintuigen overbodige informatie door middel van een bepaald algoritme verwijderd, zodat de datastroom binnen de beschikbare bandbreedte past. Deze compressie kan overigens een behoorlijke belasting vormen voor de processor, zodat een Pentium of equivalent aan te raden is. H.320 beschrijft de audio- en videocodecs die bij bepaalde bandbreedtes gebruikt dienen te worden. T.120 is net als H.320 een verzameling van aanbevelingen en beschrijft multipoint transport van multimedia data. T.120 voorziet door de definitie van transmissieprotocollen in het opzetten van conferenties, file uitwisseling, het gedeeld bekijken van en tekenen in plaatjes en het delen van applicaties.

4.3.3.4 Vergelijkbare systemen

De traditionele manier om videoconferencing te beoefenen is door gebruik te maken van zogenaamde high-end videoconferencing systemen. Deze kunnen verrijdbaar zijn en worden in dat geval roll-about systemen genoemd. Daar deze systemen onder meer aantrekkelijk zijn voor het gebruik door meer dan twee

personen en op dit moment een betere kwaliteit vertonen, zullen zij naar verwachting in eerste instantie naast nieuwe DTVC systemen blijven bestaan.

4.3.3.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

Aangezien installatie van een high-end systeem ettelijke tienduizenden guldens kost, en DTVC een investering vergt van enkele duizenden guldens per locatie, zal deze laatste methode naar alle waarschijnlijk de positie van high-end video systemen geleidelijk innemen en uitbreiden. Een stimulerende factor is in dat kader overigens de goedkeuring van de ITU aanbevelingen H.320 en T.120, die zorgen voor interoperabiliteit tussen systemen van verschillende producenten. Daar de meeste nieuwe producten aan deze standaarden voldoen (vooral aan H.320), wordt voor DTVC een gunstige marktsituatie voorzien met een snel uitbreidende gebruikersgroep.

4.3.3.6 Voor- en nadelen

- integratie in een voor de eindgebruiker bekende omgeving;
- t.o.v. traditionele high-end videoconferencing kostenbesparing;
- mogelijkheid tot multipoint verbindingen;
- meer features: application sharing, whiteboarding;
- kostenbesparingen vwb reisbudget;
- verhoging productiviteit door samenwerking op afstand;
- een aantal producten op de markt zijn nog niet interoperabel.

4.3.4 Intranet

4.3.4.1 Functionele beschrijving

Een intranet ondersteunt de interne communicatie in een organisatie. Het biedt een uniforme toegankelijkheid tot bedrijfsinformatie en voorziet in de mogelijkheid deze informatie aan elkaar te linken. Een en ander maakt een andere werkwijze mogelijk, waardoor communicatielijnen korter kunnen zijn.

De mogelijke functionaliteit bestaat uit:

- een intern *web*, vergelijkbaar met het World Wide Web van Internet;
- elektronische mail;
- nieuws- en discussiegroepen.

Zogenaamde *browser*-software verzorgt de user interface en voorziet in de communicatie met de computers waar de documenten opgeslagen zijn. De documenten kunnen, door gebruik van een speciale opmaaktaal, onderling verwijzingen (*links*) bevatten, die bijzonder eenvoudig door de gebruiker gevolgd kunnen worden. Naast statische documenten is het mogelijk via een intern web databases te raadplegen en te wijzigen.

4.3.4.2 Infrastructuur

De communicatie via een intranet vindt uiteraard plaats over een Local Area Network. In paragraaf 4.2 zijn een aantal communicatiesystemen beschreven met behulp waarvan een dergelijk LAN geïmplementeerd kan worden.

Verder is het noodzakelijk een zgn. web server te installeren. Een web server is software die lokale bestanden via het Web aan de gebruiker kan presenteren. Als platform kan een PC of een krachtiger werkstation dienen. Browsers bestaan er voor vrijwel alle platforms. In het geval van een koppeling met het externe Internet is speciale gateway-software nodig. Een dergelijk gateway kan bijvoorbeeld externe e-mail mogelijk maken.

4.3.4.3 Technische beschrijving

Het intranet berust op een geïntegreerd geheel van technologieën en standaarden:

- HTML (HyperText Markup Language) is een opmaaktaal en zorgt ervoor dat tekstbestanden naar elkaar verwijzen en op verschillende platforms zichtbaar gemaakt kunnen worden. Documenten die in HTML geschreven zijn, en bereikbaar zijn voor browsers, noemt men web-pagina's;
- Java is een object-geïntendeerde programmeertaal, waarmee programmatuur geschreven kan worden die verstuurd wordt over een netwerk en vervolgens op afstand van de oorspronkelijke locatie gedraaid wordt. Java voegt mogelijkheden toe aan HTML;
- HTTP (HyperText Transfer Protocol) is het webprotocol dat de interactie verzorgt tussen web servers en browsers. Het bepaalt de verzoeken om HTML-documenten en regelt de transfer daarvan;
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) dient ter verzending en ontvangst van e-mail boodschappen;
- FTP (File Transfer Protocol) kan gebruikt worden voor het oversturen van files over het netwerk, van de ene naar de andere hard disk.

4.3.4.4 Vergelijkbare systemen

Voor het geheel aan functionaliteit, dat een intranet een organisatie biedt, is in feite geen alternatief denkbaar. Wel is bijvoorbeeld een elektronische mail-functionaliteit vaak reeds in de vorm van een gesloten systeem aanwezig.

4.3.4.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

De overgrote meerderheid van de grotere bedrijven ziet een intranet als een mogelijkheid om de interne communicatie te verbeteren en heeft plannen om deze technologie te implementeren. Een en ander wordt vergemakkelijkt door het beschikbaar komen van applicaties die de mogelijkheid bieden om documenten eenvoudig over te zetten in HTML-formaat. Ook de implementatie van een intranet wordt steeds eenvoudiger door het beschikbaar komen van toegankelijke software.

4.3.4.6 Voor- en nadelen

- Eenvoudige training voor gebruikers;
- Eenvoudig op te zetten;

- Bestaande infrastructuur voldoet;
- Kortere communicatielijnen;
- Intensief onderhoud en beheer.

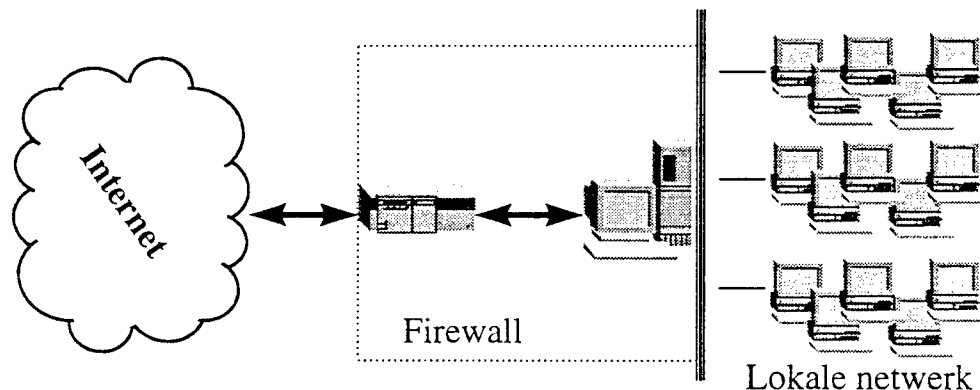
4.3.5 Firewalls

4.3.5.1 Functionele beschrijving

Een firewall scheidt normaal gesproken een intern (lokaal) netwerk van het Internet of WAN. Al het verkeer tussen het interne netwerk en het buiten netwerk (Internet in de meeste gevallen) komt bij de firewall uit. Dit maakt het voor de firewall mogelijk alle interactie tussen het binnen en buiten netwerk te monitoren. De firewall bepaalt volgens een vastgelegd beleid welke diensten, systemen en gebruikers welke mogelijkheden en beperkingen hebben. Dit houdt in dat buitenstaanders al dan niet geweerd kunnen worden en gebruikers van het interne netwerk volledige dan wel beperkte externe mogelijkheden hebben.

4.3.5.2 Infrastructuur

Een firewall bestaat uit een geheel van beveiligde systemen waar routers, hardware en software een onderdeel van kunnen vormen.



Figuur 4.14: Positie van de firewall tussen buitenwereld en eigen netwerk.

Bovenstaand figuur is een vereenvoudigde weergave van een mogelijke firewall oplossing. De bovenstaande firewall oplossing bestaat uit een router waarop naast de routing ook pakket-filtering op plaats vindt. Vervolgens komt de datastroom uit bij een machine waar firewall software opdraait. Dit is een dedicated machine waarop alleen firewall taken worden uitgevoerd. Wanneer de aanvraag is toegestaan wordt de (eventueel gefilterde) data doorgestuurd naar het achterliggende lokale netwerk. Omgekeerd kan de firewall beslissen of een opdracht vanaf het lokale netwerk naar de buitenwereld volgens ingestelde regels toegestaan wordt.

4.3.5.3 Technische beschrijving

De huidige firewalls zijn gebaseerd op de volgende drie technieken:

1. **Pakket Filtering.** Deze techniek berust op het screenen van de IP-pakketten en werkt op de netwerk laag. Elk IP-pakket bestaat namelijk uit een aantal velden met informatie betreffende de herkomst en bestemming van het pakket, het gebruikte protocol en voor welke servicepoort het pakket bestemd is. Aan de hand van vastgelegde regels (policy) kan besloten worden op basis van de inhoud van deze velden, een pakket te accepteren. Een gebruikelijke regel is bijvoorbeeld het weigeren van pakketten van het externe netwerk die claimen van het interne netwerk afkomstig te zijn. Pakket-filtering wordt bij de meeste routers als functionaliteit gegeven. Men spreekt dan ook over pakket filtering routers of screening routers. Het voordeel van pakket-filtering is dat dit een goedkope oplossing is voor de laagste vorm van beveiliging. Daarnaast vindt de filtering transparant voor de gebruiker plaats.

De nadelen van pakket filtering zijn:

- De filterregels kunnen complex zijn waardoor de controle op de gewenste uitwerking lastig is;
- De performance van de router wordt negatief beïnvloed wanneer er teveel filterregels zijn;
- Sommige bi-directionele protocollen (b.v. RPC (NFS/NIS)) zijn niet geschikt voor pakket filtering;
- Er kunnen geen beperkingen per gebruiker of op een applicatie gelegd worden. De inhoud van het pakket valt buiten de scope van een pakket filter.

2. **Proxy.** Een proxy fungeert als een buffer, waardoor er geen "direct contact" is tussen het lokale netwerk en WAN. Een proxy handelt alle inkomende en uitgaande verbindingen af. Per proxy is een Access Control List (ACL) aan te maken, waarin de rechten en beperkingen van diensten en client-machines vastgelegd zijn. Door gebruik te maken van Network Address Translation (NAT) kan de lokale netwerkstructuur verborgen gehouden worden voor de buitenkant. Een proxy kan transparant voor de gebruiker plaatsvinden. Er kan sprake zijn van een proxy bij de volgende twee typen gateway's:
 - *application-level-gateway.* De application-level-gateway werkt op applicatieniveau. Voor een application proxy moeten er verschillende applicatie proxy's gebruikt worden voor de verschillende gewenste diensten (telnet, ftp, www, etc.). Wanneer een bepaalde proxy niet geïnstalleerd is betekent dat, dat deze dienst/service niet geleverd kan worden. Een proxy moet kennis hebben van de werking van een protocol, zo kan bijvoorbeeld een FTP-GET operatie toegestaan worden, terwijl een FTP-PUT operatie verboden is.
 - *circuit-level-gateway.* De circuit-level-gateway werkt op sessielagniveau en werkt op basis van tot stand gekomen verbindingen. Wanneer een sessie gevalideerd is kan elke applicatie over deze verbinding uitgevoerd worden. Het nadeel van een circuit-level-gateway is dat speciale client-software benodigd is.

Afhankelijk van de instellingen (ACL's) kan de proxy beslissen of een cliënt een bepaalde dienst mag uitvoeren van binnen naar buiten of omgekeerd. Het voordeel van proxy's is dat deze onafhankelijk van elkaar kunnen werken. Dit maakt de verschillende onderdelen overzichtelijker en daardoor ook controleerbaarder. Vaak wordt er ook de mogelijkheid geboden om eigen proxy's te creëren. Daarnaast heeft een netwerkbeheerder een beter overzicht en controle over de geboden en gebruikte diensten.

3. **Statefull inspection** (ook wel dynamische pakket filtering genoemd). De pakketten worden onderzocht op dezelfde manier als bij packet filtering, maar de poortnummers die bij een bepaalde verbinding horen worden bijgehouden. Data afkomstig van alle communicatielagen wordt geanalyseerd en bijgehouden. Dit maakt het mogelijk om virtuele sessie informatie van een connectionless protocol te traceren. Toegang tot een poort wordt geblokkeerd wanneer de verbinding afgesloten wordt. Statefull inspection is volledig bewust van de applicatielaag zonder dat er een aparte proxy nodig is voor elke te beveiligen service. Het voordeel van statefull inspection is de snelheid en flexibiliteit. Door de flexibiliteit kunnen echter complexe regels ontstaan waardoor zwakheden geïntroduceerd kunnen worden.

4.3.5.4 Vergelijkbare systemen

Het begrip firewalls is een ruim begrip. Een router kan firewall functionaliteit bieden. Vaak wordt ook de term guard gebruikt, wat functioneel gezien hetzelfde is als een firewall. Er zijn daarom geen vergelijkbare systemen, alles wat een oplossing biedt voor deze problematiek wordt namelijk automatisch geschaard onder de term firewall.

4.3.5.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

Internet is het snelst groeiende medium. De vraag naar adequate beveiliging zal alleen maar toenemen, temeer omdat steeds meer netwerken gekoppeld worden, waardoor op de koppelvlakken beveiligingsproblemen ontstaan. Deze beveiligingsproblematiek is op te vangen door een firewall oplossing. Er vindt momenteel wel een aanvulling plaats op de functionaliteit van firewalls. De noodzaak om actieve componenten zoals Java, ActiveX en mail-attachments (b.v. virussen) door te lichten op gevaarlijke inhoud is groter dan ooit. De firewall industrie zal alle Internet ontwikkelingen op de voet volgen, en adequate tegenmaatregelen introduceren, waardoor een firewall oplossing als onderdeel van het gehele netwerk gezien zal worden.

4.3.5.6 Voor- en nadelen

Het gebruik van een firewall betekent niet dat het achterliggende systeem 100 procent veilig is, want een firewall beschermt niet tegen aanvallen van binnen uit, zoals bijvoorbeeld inbellijnen op het beveiligde deel van het netwerk. Daarnaast kan een firewall alleen bescherming bieden tegen bekende dreigingen. Wanneer een nieuwe dreiging actueel wordt, zal de firewall software aangepast moeten

worden. Daarnaast kan actieve inhoud, zoals trojaanse paarden en virussen, nog steeds gevaar opleveren.

Een belangrijk feit dat niet onvermeld mag blijven is dat een firewall consequent onderhoud nodig heeft. De beveiligings mechanismen moeten continu op het niveau van de laatste standaard worden gebracht.

4.3.6 Smart cards

Een chipcard is een kaart waarin één of meerdere Integrated Circuits (IC's of ook wel chips genoemd) zijn ingebouwd. Chipcards zijn op verschillende manieren onder te verdelen, namelijk:

- de manier van communiceren met de randapparatuur;
- intelligentie;
- grootte (afmetingen);
- voeding;
- soorten geheugen.

Er zijn twee manieren waarop chipcards kunnen communiceren met de randapparatuur, te weten: met behulp van elektronische contacten of met behulp van radio frequenties RF (contactloos).

Voor wat betreft de intelligentie valt de chipcard onder te verdelen in:

- de geheugenkaart (memory card);
- de smart card (memory + central processor unit (CPU));
- de super smart card (memory + CPU + display + keyboard).

De chipcard valt voor wat betreft de voeding onder te verdelen in chipcards die beschikken over een eigen voedingsbron en chipcards die gevoed worden door de randapparatuur.

Verder zijn chipcards onder te verdelen naar het soort geheugen dat op de kaart gebruikt wordt:

- Random Access Memory (RAM);
- Read Only Memory (ROM);
- (Erasable) Programmable Read Only Memory ((E)PROM);
- Electrically Erasable PROM (EEPROM).

4.3.6.1 Functionele beschrijving

Op een relatief veilige manier:

- toegang verschaffen tot geautomatiseerde systemen;
- bewerkingen uitvoeren op gegevens uit deze geautomatiseerde systemen;
- gegevens opslaan op de smart card zelf.

4.3.6.2 Infrastructuur

Er zijn verschillende soorten kaartbewerkingssystemen. Een kaartbewerkingssysteem is over het algemeen opgebouwd uit een aantal deelsystemen elk met mogelijkheden om kaarten te bewerken. Deze deelsystemen

zullen vanaf nu worden aangeduid met de term bewerkingseenheden. Afhankelijk van de manier van gegevensverwerking valt een kaartbewerkingssysteem onder te verdelen in de volgende systemen:

- on-line systeem;
- off-line systeem;
- hybride systemen, i.e. combinaties tussen on-line en off-line, te weten:
 - semi on-line;
 - quasi off-line.

On-line systeem

Een on-line systeem bestaat uit één centrale bewerkingseenheid met één of meerdere centrale databases en meerdere decentrale bewerkingseenheden. Bij een on-line systeem bestaat er bij bewerking van een kaart, in een decentrale bewerkingseenheid, een directe verbinding met de centrale bewerkingseenheid. Deze directe verbinding kan gebruikt worden voor verificatie van toegangsrecht en is belangrijk voor het 'up to date' houden van de eventuele centrale databases. Bij elke toevoeging/wijziging van de gegevens op de kaart wordt onmiddellijk de centrale database bijgewerkt. Hierdoor blijft de informatie in de database consistent met de gegevens op de kaart. Een voorbeeld van een dergelijk systeem is het huidige elektronische betalingsverkeer met behulp van de PIN-pas (PIN = personal identification number). Bij verlies of onleesbaar worden van de kaart kan op elk gewenst tijdstip een kopie van de relevante gegevens gemaakt worden. Nadeel van een on-line systeem is dat er voor elke bewerking van de kaart communicatietijd en verwerkingstijd van de centrale bewerkingseenheid nodig is. De communicatietijd brengt kosten met zich mee en de verwerkingstijd van de centrale bewerkingseenheid beïnvloedt de beschikbaarheid van deze bewerkingseenheid. Om de beschikbaarheid van de centrale bewerkingseenheid te verhogen is een hoge capaciteit van dit deelsysteem gewenst. Een tweede nadeel heeft betrekking op de verplaatsbaarheid van de bewerkingseenheden. Bij een on-line systeem is een directe verbinding tussen decentrale en centrale bewerkingseenheden vereist. Bij het verplaatsen van bewerkingseenheden dienen ook de eindpunten van de directe verbindingen verplaatst te worden. Het verplaatsen van eindpunten van directe verbindingen is over het algemeen een tijdrovende aangelegenheid. Het verplaatsen van bewerkingseenheden is dan ook niet flexibel.

Off-line systeem

Een off-line systeem bestaat uit decentrale bewerkingseenheden. Alle bewerkingen vinden lokaal (decentraal) plaats. Terugkoppeling naar een centrale database is niet mogelijk, daaruit volgt dat zo'n systeem alleen geschikt is voor gegevens of toepassingen waarbij dit niet noodzakelijk is. Een opwaardeer/afwaardeer-systeem ten behoeve van betalingsverkeer in kantines/automatiek is hiervan een goed voorbeeld.

Hybride systemen

Een hybride systeem bestaat uit een combinatie van een on-line systeem en een off-line systeem. Er kunnen twee soorten hybride systemen onderscheiden worden, die hier zullen worden aangeduid met de termen quasi off-line en semi on-line.

Quasi off-line

De bewerking van de gegevens op de kaart vindt lokaal plaats. De gegevens worden opgeslagen in een lokale database. Hierdoor ontstaat er een verschil tussen de decentrale en de centrale database. Het is echter ook mogelijk dat een centrale database wordt gewijzigd zodat de lokale databases moeten worden aangepast. Eén keer per bepaalde tijdseenheid wordt er een verbinding gelegd tussen de decentrale bewerkingseenheden en de centrale bewerkingseenheid. De databases worden op deze manier bijgewerkt. De kans bestaat dat gedurende relatief korte tijd de decentrale en centrale databases inconsistent zijn (ten opzichte van elkaar). Gedurende deze periode is het mogelijk dat centraal uitgesloten handelingen lokaal nog steeds kunnen worden uitgevoerd. Een bewakingssysteem waarbij toegangslijsten zijn opgeslagen in de decentrale databases die één keer per tijdseenheid worden bijgewerkt vanuit een centrale database is een voorbeeld van zo'n quasi off-line systeem, waarbij decentrale databases dienen te worden aangepast aan de centrale database.

Semi on-line

Bij een semi on-line systeem worden belangrijke bewerkingen van de gegevens centraal verwerkt (on-line) en minder belangrijke bewerkingen worden lokaal bewerkt (off-line). Een medisch dossier waarbij de arts on-line gegevens kan toevoegen/wijzigen (schrijven) en waarbij een verpleger/apotheker slechts bepaalde informatie kan lezen (off-line) is een voorbeeld van een semi on-line systeem.

In tabel 4.2 zijn de verschillen en voorbeelden van voornoemde systemen naast elkaar gezet ter vergelijking.

Tabel 4.2: Karakteristieken van de systemen.

soort systeem kenmerken	on-line	off-line	quasi off-line	semi on-line
infrastructuur	volledig gekoppeld	niet gekoppeld	volledig gekoppeld	deels gekoppeld
contact met centraal punt	altijd	nooit	regelmatig, onafhankelijk van transactie	soms, afhankelijk van transactie
voorbeeld	betalings-verkeer met PIN-pas	opwaardeer-, afwaardeer-systeem	elektronisch toegangs-controle systeem	medisch dossier

4.3.6.3 Technische beschrijving

Een smart card heeft de volgende eigenschappen:

- chipcard met processorcapaciteit;
- creditcard formaat. Het formaat van de smart card is gestandaardiseerd op het creditcard formaat;
- meerdere chips op een SC is mogelijk.

Smart cards kunnen diverse combinaties van geheugensoorten bevatten. Huidige stand van zaken met betrekking tot de haalbare grootte van de geheugensoorten:

RAM 256 Bytes

ROM 10-12 KBytes

EEPROM 16 Kbytes

De manier van communiceren is door middel van een aantal normen gestandaardiseerd. In deze standaarden worden de technische beschrijvingen weergegeven. Voor contactloze communicatie is dit opgenomen in de norm: NEN-EN-ISO/IEC 10536-1. Voor communicatie door middel van contacten wordt verwezen naar de normen: ISO 7816 en EN 726.

4.3.6.4 Vergelijkbare systemen

De voorganger van de smart card is de magneetkaart (de huidige PIN-pas of GIROMAAT-pas zijn hier voorbeelden van). Naast magneetkaarten zijn er ook labels op de markt. Deze labels hebben vergelijkbare functionaliteiten met de smart card. Echter labels communiceren altijd door middel van contactloze communicatie en de vorm van de labels is niet gestandaardiseerd.

4.3.6.5 Markt: huidige en toekomstige situatie

Er zijn veel pilot projecten opgestart waarbij smart cards gebruikt worden. De toepassingen waarbij de smart cards gebruikt worden lopen sterk uiteen. Dit

varieert van toegangscontrolepasje tot betaalmiddel in kantines of bedrijfsrestaurants. Op dit moment worden twee smart card toepassingen op grote schaal in Nederland ingevoerd. Dit zijn beide elektronische beurzen: de Chipknip en de Chipper. Een derde grootschalige toepassing is de telefoonkaart. Verwacht wordt dat in de nabije toekomst smart cards gebruikt gaan worden voor het combineren van meerdere toepassingen op één smart card, de zogenaamde multi functionele smart card. Er zijn echter nog een aantal punten die de aandacht verdienen voordat een multi functionele kaart nationaal kan worden ingevoerd. Enkele van deze punten zijn:

- beheer van Multi-Functionele SC;
- laden van toepassingen;
- logische scheiding van toepassingen;
- acceptatie door toekomstige gebruikers;
- privacy SC-gebruiker.

4.3.6.6 Voor- en nadelen

De voordelen van smart cards ten opzichte van vergelijkbare systemen zijn:

- de smart card is beter beveiligd tegen kopiëren;
- de smart card kan zelf bewerkingen uitvoeren, waardoor:
 - een betere beveiliging van de data op de kaart mogelijk is;
 - beveiliging van communicatie tussen smart card en randapparatuur mogelijk is;
 - gebruik van een Off-line systeem mogelijk is.

In Tabel 4.3 worden de voor- en nadelen van een on-line en een off-line systeem ten opzichte van elkaar weergegeven.

Tabel 4.3: Voor- en nadelen on-line versus off-line.

	voordelen	nadelen
on-line	• eenvoudig beheer • hoge beschikbaarheid gegevens	• hoge communicatiekosten • real-time verwerking noodzakelijk • complexe infrastructuur • verplaatsen van bewerkingseenheden is niet flexibel
off-line	• geen communicatiekosten • eenvoudige infrastructuur • flexibel verplaatsen van bewerkingseenheden	• complex beheer • lage beschikbaarheid gegevens

4.4 Conclusies en aanbevelingen

In deze paragraaf worden een aantal conclusies gegeven en aanbevelingen gedaan met betrekking tot de in de voorgaande paragrafen beschreven

communicatiesystemen en applicaties. Deze conclusies en aanbevelingen zijn specifiek gericht op de situatie binnen de KL.

4.4.1 Communicatiesystemen

4.4.1.1 DECT

DECT is inzetbaar als interimoplossing. Het is een snelle manier om telefonie te implementeren, als er tijdelijk dan wel snel kantoorruimte ingericht dient te worden. Daarnaast kost implementatie van het draadloze DECT weinig ruimte, hetgeen in bepaalde gebouwen een belangrijke overweging is. Tenslotte is DECT aan te raden in een omgeving waar facility sharing doorgevoerd is. Gebruikers zijn zo altijd bereikbaar onafhankelijk van de locatie van hun werkplek (binnen een kantoor).

4.4.1.2 GSM 900/DCS 1800

GSM/DCS kan militair gezien slechts ingezet worden als unclass systeem voor mobiele gebruikers. Het verdient aanbeveling dit systeem niet te gebruiken in het geval van calamiteiten en/of operationele omstandigheden.

4.4.1.3 ATM in de kantooromgeving

Tot voor kort werd ATM beschouwd als de broadband ISDN techniek bij uitstek. Op dit moment is deze positie binnen de industrie niet meer zeker en doen technieken als Fast Ethernet opgang, met name in de lokale en campus netwerken. Bij het opzetten van breedbandige netwerken verdient dit aspect speciale aandacht.

4.4.1.4 Fast Ethernet

Fast Ethernet is een breedbandige techniek, die een mogelijke oplossing biedt bij capaciteitsproblemen in een switched Ethernet omgeving. Het is voor KLIM een serieuze kandidaat.

4.4.1.5 IEEE 802.6 DQDB

DQDB is in principe een goede oplossing voor de invulling van een breedbandig KLIM, met name door de synchrone faciliteiten die geboden worden (spraak en video). Er is echter eerst onderzoek nodig naar de marktpositie van deze techniek die, in tegenstelling tot in Engeland, in Nederland nihil is. Bij het opzetten van breedbandige lokale en campus netwerken moeten met name de overwegingen die aan die marktpositie ten grondslag liggen, worden meegenomen.

4.4.1.6 IEEE 802.11 Draadloos LAN

De mogelijkheden van een draadloos LAN liggen in hetzelfde vlak van die van DECT, zie paragraaf 4.4.1.1. Als zodanig kan het uitstekend dienen als een interim oplossing voor situaties waarin Hiperlan toepassingen worden voorzien. Daarnaast biedt 802.11 de optie om een LAN dat fysiek gescheiden van het KLIM netwerk is, te implementeren. Dit met het oog op beveiliging bij gewenste aansluitingen naar externe netten. Dit kan voor de Koninklijke Landmacht uitkomst bieden wanneer

er behoefte is aan een netwerk dat toegang geeft tot Internet. Deze techniek kan dan een ontkoppeld net bieden zonder extra beslag te leggen op de aanwezige kabelcapaciteit. Voor mobiele gebruikers is het een zeer goede techniek. Voor mobiele toepassingen binnen de KL zou gezien moeten worden in hoeverre het mogelijk is deze techniek over te hevelen naar een militaire frequentie band, al dan niet met meer bandbreedte.

4.4.1.7 Hiperlan

Hiperlan is een ontwikkeling voor draadloze breedbandige (ATM) netwerken die in het oog gehouden dient te worden. De toekomst van Hiperlan ziet er veelbelovend uit, maar deze techniek zal naar verwachting niet ingevoerd worden binnen 5 jaar.

4.4.1.8 FDDI

FDDI is een bewezen technologie, maar raakt langzamerhand achterop voor wat betreft de geboden mogelijkheden. Upgraden is een relatief dure zaak. Technieken als ATM en Fast Ethernet verdienen de voorkeur.

4.4.1.9 ADSL

Bekabelingsproblemen kunnen er de oorzaak van zijn dat het KLIM netwerk niet tot bij bepaalde eindgebruikers doorgevoerd kan worden (remote lokaties). ADSL biedt in die gevallen de mogelijkheid om de bandbreedte over bestaande koperinfrastructuur te vergroten. Op dit moment zijn ADSL verbindingen nog te duur, maar de verwachting is dat de prijzen binnen 5 jaar aanmerkelijk zullen zakken door grootschalige invoering bij de nationale PTT's.

4.4.2 Applicaties

4.4.2.1 ICT-management

Uit het oogpunt van beheer voldoet WIN95 niet. De keuze tussen NT4.0 en 3.51 zal vooral een financiële zijn, waarbij de meerkosten met een beter beveiligingsconcept als belangrijkste factor zullen meetellen. Hierbij moet dan ook worden gewezen op het feit dat beheer op afstand valt of staat met beveiliging. V-kaarten staan beveiligde overdracht van dit soort management informatie toe. Dit vereist echter wel een 'secure gate' in de firewall.

4.4.2.2 E-mail/X.400

Actueel in het kader van de vervanging van BERDIS. Voor wat betreft beveiliging biedt X.400 betere mogelijkheden en is als zodanig de betere techniek voor BERDIS.

4.4.2.3 Desktop-videoconferencing

Systemen zijn reeds in ruime mate ingevoerd. Bij eventuele schaalvergroting moet duidelijk een afweging worden gemaakt. Enerzijds levert DTVC voordelen op, anderzijds is de belasting voor de ondersteunende netwerken relatief hoog.

4.4.2.4 Intranet

Een Intranet biedt een uniforme toegang tot de informatiebronnen binnen de KL en brengt informatielinks aan op hoog niveau. Een Intranet biedt de mogelijkheid van een andere manier van werken, hetgeen door kortere communicatielijnen kan resulteren in een doelmatiger organisatie. Bij breedbandige koppeling op afstand staat dit een virtual office op een remote lokaties toe.

4.4.2.5 Firewalls

Firewalls zijn niet meer weg te denken uit het arsenaal van beveiligingstechnieken. Voor een organisatie is één firewall doorgaans niet genoeg en zullen er verscheidene geïmplementeerd moeten worden. Overigens maakt de V-kaart, in feite een firewall op kleine schaal, beveiligd beheer op afstand mogelijk middels speciale 'secure gates'.

4.4.2.6 Smart cards

Voor de multifunctionele smart card biedt interessante mogelijkheden voor de Koninklijke Landmacht, zoals bij toegangsbeheer, betaalwijzen en het verstrekken van voeding van rijkswege. Het genoemde toegangsbeheer is een zeer belangrijke toepassing. Met name ook toegang tot de IT infrastructuur is hiermee mogelijk, ongeacht de locatie. Hierbij kan worden gedacht aan uniforme werkplekken maar ook aan systeembeheerders die hiermee op iedere werkplek hun werkzaamheden kunnen uitvoeren.

5. Beleidsadviezen

5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk dient als apotheose van het rapport. Het steunt in hoge mate, maar niet exclusief, op de voorgaande hoofdstukken. Zowel gegevens die kortgeleden beschikbaar zijn gekomen als voortschrijdend inzicht zijn in dit hoofdstuk verwerkt. Er wordt ingegaan op de trends die toegepast dan wel geweerd moeten worden en, daar waar mogelijk, op de maatregelen die hiervoor benodigd zijn. Voor een aantal situaties zal worden aangegeven dat voor het concretiseren van deze adviezen verdere studie c.q. onderzoek vereist is. Deze adviezen betreffende vervolgstudies zijn in de laatste hoofdparagraaf uitgewerkt.

5.2 Doelmatigheid

Uit de interviews is duidelijk gebleken dat het beleid op elk niveau gericht is (dan wel moet zijn) op doelmatigheid. Kort gezegd:

"Alles kan c.q. moet, zolang c.q. indien het (op termijn) budgettair positief uitwerkt."

Dit noodzakelijke budgettaire voordeel kan zowel direct, door besparingen in de personele en/of materiële exploitatie, als indirect worden behaald middels een efficiëntere bedrijfsvoering. Beveiliging van telematica systemen neemt hierin echter een bijzondere plaats in. Als zodanig moet het voorkomen van schade worden gezien als een doelmatigheidseis.

Er zijn al meerdere maatregelen die de doelmatigheids doelstelling bewerkstelligen. Voorbeelden hiervan zijn o.a.:

- de keuze voor beheer op afstand;
- het beleid dat bij aanschaf van hard- en software dwingt tot standaardisatie, zoals vastgelegd in het PHI-DEF. Hierin is middels het BITSDEF een leidraad gegeven voor het al dan niet invoeren c.q. uitfasen van bepaalde standaards.

Het is noodzakelijk om doelmatigheid als dwingende randvoorwaarde bij toekomstige telematica projecten mee te nemen. Hierbij moet breder gekeken worden dan alleen de kosten binnen de telematica-organisatie. Ook in de hieronder neergelegde adviezen is deze doelstelling verdisconteerd. De conclusies die getrokken kunnen worden betreffende trends, systemen en te voeren beleid zijn in een viertal hoofdonderwerpen verzameld samengevat, t.w.:

- Beheer op afstand;
- BKA;
- KLIM;
- Facility sharing en telewerken.

5.3 Beheer op afstand

Eén van de belangrijkste onderwerpen binnen het telematica gebied betreft het netwerkbeheer. Gelet op de doelmatigheid is er terecht gekozen voor beheer op afstand. Hiervoor is het echter noodzakelijk dat de alle te beheren IT-systemen worden uitgerust met WIN NT. Zoals in paragraaf 4.3.1 aangegeven hanteert de Koninklijke Landmacht hiervoor de versie 3.51, in tegenstelling tot de Koninklijke Luchtmacht die versie 4.0 hanteert. Het is aan te bevelen over te gaan op 4.0, zowel uit oogpunt van standaardisatie als vanuit het oogpunt van beveiliging. Versie 4.0 biedt duidelijk betere beveiligingsmogelijkheden, essentieel voor de Defensie-organisatie. Om over alle implicaties echter een concretere inschatting te kunnen geven is een vervolgstudie noodzakelijk. Verder is het op dit moment af te raden om JAVA-based systemen en beheer middels directory services te implementeren. Wel is het aan te bevelen deze ontwikkelingen nauwlettend te volgen.

5.4 BKA

Een doelmatig en doeltreffend beheer van de BKA middelen vereist een vergaande standaardisatie van de te exploiteren apparatuur en programmatuur. Ter invulling van het PHI-DEF beleid verdient het sterke aanbeveling hierbij de reeds eerder naar voren gebrachte strategie (zie par. 3.2.2.3) te volgen. In het kort wordt hiermee het volgende geadviseerd:

- Gebruikers worden op basis van hun profiel onderscheiden in drie categorieën, oplopend van standaard tot zwaar;
- Iedere gebruiker wordt standaard ingedeeld in de laagste categorie. Slechts in uitzonderingssituaties zal indeling in een hogere categorie worden toegestaan;
- Per profiel wordt de standaard configuratie toegekend. Voor de 'lichtste' configuratie betreft dit een standaard hardware platform met daarop generieke software (Office, CD-foon, enz.);
- De configuraties voor de drie profielen worden in de gehele organisatie doorgevoerd;
- Een werkgroep komt regelmatig bijeen om de nieuwe ontwikkelingen betreffende PC's (notebooks en desktops), randapparatuur en software (operating systemen en applicaties) te rubriceren;
- Deze werkgroep bepaalt aan de hand van deze ontwikkelingen wanneer de configuraties gewijzigd moeten worden. Deze configuratiewijzigingen zullen ½ tot 1 jaar voor daadwerkelijke invoering bekend worden gesteld. Deze periode is noodzakelijk teneinde voldoende voorbereidingstijd voor de invoering te hebben. Daarnaast zal personeel bijgeschoold moeten kunnen worden;
- De wijziging wordt op het geplande tijdstip gedurende een zeer korte overgangsperiode van bijvoorbeeld één maand in de gehele organisatie doorgevoerd. Voor ruim 17.500 systemen binnen de Koninklijke Landmacht vergt dit een goede planning en wellicht ondersteuning van de leverancier;

- Teneinde de hierdoor veroorzaakte investeringspieken af te vlakken moet een keuze worden gemaakt voor één 'hofleverancier'. Met deze partner dat zeer waarschijnlijk uit een consortium zal bestaan kunnen dan afspraken worden gemaakt over financiële constructies variërend van gespreide betaling tot operational lease. De verdere consequentie van deze keuze zullen hieronder verder op hoofdlijnen worden toegelicht.

Met het introduceren van een hofleverancier ontstaat een totaal nieuwe situatie in de verwerving. Er wordt éénmalig een contract afgesloten. De wijze waarop dit moet gebeuren moet door juristen worden getoetst. De leverancier wordt daarmee in principe voor zeer lange tijd verantwoordelijk voor de vervangingsslagen, de instandhouding (service contracten) en advisering omtrent het hoe en wanneer van de vervangingen (dit ter ondersteuning van de werkgroep). Ook opleiden van het telematica personeel kan hierin worden meegenomen. Hiermee worden de hofleveranciers betrokken bij het bepalen van de samenstelling van de configuraties en het tijdstip van configuratie wijziging.

Deze 'additionele diensten' van de hofleveranciers kennen een prijskaartje. De besparingen die hier tegenover staan zijn:

- **schaalvergroting.** Leveranciers zullen tot duidelijke kortingen bereid zijn om een dergelijke grote order binnen te kunnen halen;
- **besparingen in het beheer.** Er kan in deze constructie altijd over de modernste management tools worden beschikt, waardoor de personele inspanning kan worden beperkt. Daarnaast kan men bij een dergelijke overeenkomst duidelijke afspraken maken over ondersteuning door de leverancier;
- **een gestandaardiseerde werkplek** door de gehele organisatie. Dit komt de doelmatigheid vooral bij overplaatsingen en verhuizingen ten goede;
- **éénmalige verwervingsoverhead.** Met uitzondering van de werkgroep die bepaalt hoe en wanneer de vervangingsslag wordt doorgevoerd zijn de werkzaamheden voor het verwerven van nieuwe systemen geminimaliseerd.

5.5 KLIM

De auteurs van dit rapport zijn van mening dat binnen de KL onvoldoende wordt onderkend dat invoering van het KLIM een breekpunt in opzet en werkwijze van de organisatie kan betekenen. In de huidige opzet wordt een glasvezelnetwerk gerealiseerd dat 'slechts' tot doel heeft smalbandige datacommunicatie te realiseren op basis van Ethernet. Vergroten van de bandbreedte door toepassing van switched Ethernet of breedbandtechnieken wordt overwogen om KLIM netwerken waarin congestie voorkomt te ontlasten. Vanuit deze startpositie is het technisch gezien echter een kleine stap om het gehele KLIM breedbandig te maken. De technieken die hiervoor toegepast kunnen worden zoals Fast Ethernet, DQDB en ATM zijn in voorgaande hoofdstukken uitvoerig besproken. De mogelijkheden voor het voorzien in de middelen voor een doelmatiger

bedrijfsvoering zijn dermate groot dat nadere bestudering dringend wordt aanbevolen. Deze mogelijkheden vallen in twee hoofdgroepen uiteen en zullen hieronder in het kort worden geschetst.

5.5.1 Facility sharing en telewerken (remote office)

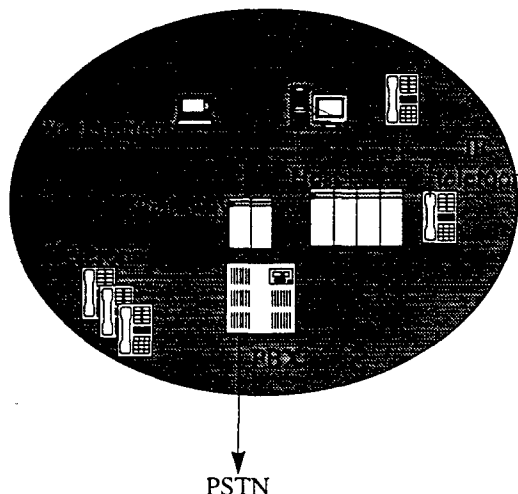
Invoering van breedbandige lokale netwerken is niet, zoals bij voorgaande projecten, een zoveelste evolutionaire stap maar een kwantum sprong voorwaarts. Breedband KLIM netwerken, onderling verbonden door een breedbandige backbone, bieden een organisatie als de Koninklijke Landmacht mogelijkheden tot het invoeren van begrippen als remote office, telewerken, Intranet, videovergaderen, etc. Gecombineerd met facility sharing hebben deze nieuwe begrippen een enorme impact op de organisatie, waarmee veel geld is te besparen. Dit zal in een aparte paragraaf 5.6 in meer detail worden besproken.

5.5.2 Voice over IP

In deze paragraaf wordt verder ingegaan op de mogelijkheden om Internet technieken als voice over IP (VOIP) toe te passen. In de concurrentiestrijd tussen de PABX en het LAN was het LAN lange tijd in het nadeel ten gevolge van de nadelige invloed die real-time toepassingen (zoals telefonie) hebben op packet-switched netwerken, terwijl ISDN centrales wel een data-kanaal bieden. Door invoering van breedband technieken verdwijnt deze fundamentele bottleneck van het LAN voor real-time applicaties. Tegelijkertijd neemt de bandbreedte benodigd voor specifieke data-toepassingen exponentieel toe met als gevolg dat voor een aantal huidige toepassingen en het gros van de toekomstige toepassingen het 64 kbps kanaal van ISDN onvoldoende wordt.

Alhoewel kritisch moet worden gekeken naar VOIP, is het een logisch aanvulling op het accommoderen van video-applicaties op het LAN/WAN. Uit literatuur- en documentatieonderzoek alsmede uit gesprekken met leveranciers is gebleken dat er nu producten beschikbaar (gaan) komen die een volledige integratie van spraak en data mogelijk maken. Onder de titel VOIP worden verschillende systeemopzetten samengevat:

- Koppelen PBX's. Een eerste stap die door bedrijven is gezet is hun PBX's op verschillende locaties te koppelen over de IP-verbindingen welke er al lagen om de LAN's te koppelen. Hiermee worden interlokale (internationale) gesprekskosten tussen eigen vestigingen voorkomen. Ontwikkelingen op het gebied van protocollen die de specifieke telefoniesignaleringen, benodigd voor het transparant doorzetten van alle PBX faciliteiten, maken deze stap ook voor de gebruiker aantrekkelijk.
- Koppelen IP randapparatuur aan PBX. Bij een tweede opzet wordt tussen telefoontoestel en PBX IP als drager genomen. Hiervoor zijn door diverse leveranciers al IP-telefoons ontwikkeld. Tussen het LAN en de PBX wordt dan een gateway geplaatst. Deze optie wordt vooral gepropageerd door de PBX leveranciers.



Figuur 5.1: KLIM met data en spraak geïntegreerd.

- Rechtstreeks koppelen IP randapparatuur. Een derde optie vindt men terug op het Internet. Zogenaamde Internettelefonie pakketten als Speakfreely, Netmeeting e.a. realiseren telefonie tussen twee Internetgebruikers tegen lokale kosten. Hier komt geen telefonietechniek in klassieke zin aan te pas. De kwaliteit van deze optie laat veelal te wensen over. Bovendien zijn de diverse applicaties onderling niet compatibel. Ook de PBX faciliteiten staan niet ter beschikking.

De tweede optie is interessant voor de KLIM omgeving. Zoals blijkt wordt telefonie via het LAN aan de telefooncentrale toegevoerd waarmee het netwerk een volledig multi-mediaal karakter krijgt. Voor de betreffende aansluitingen kan de bekabeling naar de centrale dan vervallen omdat deze functie wordt vervuld door het KLIM. De gateway is een server welke de IP-adressen omzet tot telefoonnummers en vv. Afhankelijk van de gebruikte coderings- en compressietechnieken zal deze server ook moeten interfacen naar de in de telefoniewereld gebruikte signalering en codering. Dit zijn onderwerpen die specifieke aandacht behoeven omdat deze de kwaliteit nadelig kunnen beïnvloeden. Deze integratie van spraak en data op abonnee niveau heeft voor de organisatie het grote voordeel dat een abonnee aansluiting uit één kabel en één stopcontact bestaat.

Voor de gebruiker zijn er ook grote voordelen. Het telefoontoestel wordt een terminal van het KLIM en kan als IP-toestel worden geadresseerd. Bij sessies op het Intranet kan de gebruiker bijvoorbeeld na ontvangst van een e-mail middels een simpele handeling in plaats van een schriftelijk reply een telefoonverbinding tot stand brengen met de afzender. Tegelijkertijd kan bijvoorbeeld whiteboard- of file-sharing in dezelfde sessie worden ondersteund.

5.5.3 Randvoorwaarden

De hiervoor geschetste opzet met VOIP is juist in een organisatie als de Koninklijke Landmacht te realiseren omdat in deze organisatie zowel de interlokale backbone als het lokale netwerk als de abonnees door één instantie worden beheerd. Dit verschaft de KL de mogelijkheid om sneller dan andere organisaties deze geavanceerde bedrijfsopzet te toetsen en eventueel te implementeren.

Natuurlijk zijn de hier geschetste mogelijkheden nog toekomst. Het is echter essentieel om nu de juiste koers uit te zetten. Dit om te voorkomen dat bepaalde diensten later niet kunnen worden geïmplementeerd vanwege een specifieke keuze in het KLIM nu. Dit is de rationale om serieus te bezien of het implementeren van een breedband KLIM dat multi-mediale integratie toestaat, binnen alle randvoorwaarden realiseerbaar is. Het wordt daarom met klem aanbevolen voorgaande in een vervolgo opdracht verder te laten onderzoeken.

5.6 Facility sharing en telewerken

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven, is één van de trends het telewerken en het opzetten van remote of virtual offices. In de civiele wereld ziet men dat een remote office wordt uitgerust met:

- Videoconferencing faciliteiten;
- Internet aansluiting;
- een directe PABX koppeling met het hoofdkantoor.

Een remote office in deze opzet biedt echter voor de werknemer niet de mogelijkheden die hij op het hoofdkantoor heeft. Voornaamste hinderpaal daarbij is dat hij niet of onvoldoende toegang heeft tot de informatiebronnen op het hoofdkantoor. Veelal wordt de toegang tot het Intranet via Internet gezocht. Dit heeft duidelijke beveiligingsrisico's. De bijbehorende beveiligingsmaatregelen in de vorm van firewalls en eventueel encryptie zijn niet goedkoop en vergen continue onderhoud. Daarbij vertragen zij de informatieoverdracht die via het Internet toch al onder de maat is. Een andere oplossing is het koppelen via huurlijnen. Dit is effectiever maar niet goedkoop. Het gevolg is dat het remote office niet als virtueel onderdeel van het hoofdkantoor kan worden gezien. Desondanks kiezen bedrijven voor deze optie om de huisvestings- en reiskosten en vooral de reistijden te beperken.

Voor de Koninklijke Landmacht gelden deze voordelen ook in hoge mate. Veel militairen die in Den Haag zijn geplaatst verkiezen het in de regio te blijven wonen. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de Veluwe. Uitgaande van de introductie van breedbandige KLIM netwerken, gekoppeld via het breedbandige NAFIN tot een multi-mediaal Intranet zoals hiervoor beschreven, kan de

Koninklijke Landmacht op locaties in de regio remote offices realiseren die als volledige virtual offices kunnen werken.

Hierbij kan gedacht worden aan het aanhouden van één of meer kazernes op de Veluwe waarin deze faciliteiten ter beschikking worden gesteld van die werknemers die die dag niet persoonlijk in Den Haag behoeven te zijn voor hun taak. Zij kunnen hun werkzaamheden dan dichterbij huis uitvoeren en de exploitatiekosten van het bedrijf nemen navenant af.

De bezetting van het remote office zal van dag tot dag wijzigen evenals op de staven. Door introductie van facility sharing met universele werkplekken wordt de organisatie doelmatiger en flexibeler. Door in te loggen op een werkplek in het remote office krijgt de werknemer toegang tot zijn bestanden en tot het Intranet. Telefoontjes worden naar zijn workstation gerouteerd etc.

Dit toekomstbeeld vergt technisch weinig extra ontwikkelingen. In principe zijn de meeste systemen hiervoor beschikbaar. Er zijn twee duidelijk knelpunten, t.w.:

- de verbetering en integratie van deze verschillende technieken in één goed gebalanceerd systeem, en;
- het afstemmen van de behuizing, de telematica infrastructuur en de nieuwe opzet en werkwijze van de organisatie.

Voor wat betreft het eerste knelpunt wordt aanbevolen een vervolgstudie te laten uitvoeren. Deze zou binnen drie jaar moeten leiden tot een werkend systeem op een pilot-locatie. Voor het tweede knelpunt is het essentieel dat overleg wordt gevoerd tussen organisatie-deskundigen en specialisten op het gebied van infrastructuur en telematica.

5.7 Vervolgstudies

Zoals eerder in dit rapport aangegeven is het niet mogelijk om binnen de relatief beperkte omvang van dit rapport over het brede telematicagebied, op alle terreinen tot een definitief advies te komen. Op veel aspecten is reeds de goede weg ingeslagen. In voorgaande paragrafen zijn conclusies en adviezen neergelegd. Bij een aantal daarvan werd een vervolgstudie aanbevolen. In de volgende paragrafen wordt aangegeven wat de inhoud van deze studies zou kunnen zijn.

5.7.1 BERDIS nieuwe generatie

Voor Message Handling Systemen zijn meerdere 'Off-the-shelf' producten te koop. Naar verwachting zullen deze in algemene zin aan de te stellen eisen voldoen. Op dit punt is er geen noodzaak tot extra ondersteuning. Een onderwerp dat wel specifiek aandacht vereist is de beveiliging van het nieuwe systeem. Het wordt dan ook sterk aanbevolen hier een vervolgopdracht aan te wijden.

5.7.2 KLIM

Nieuwe applicaties als Intranet en VOIP alsmede facility sharing en telewerken, stellen hoge eisen aan de capaciteit van de ondersteunende netwerken. Zoals in paragraaf 5.5 al aangegeven is een vervolgstudie op dit terrein sterk aan te bevelen.

5.7.3 Facility sharing en Telewerken.

De in paragraaf 5.6 aangegeven noodzaak tot een vervolgstudie zal naar verwachting in de uitvoering gehinderd worden door de noodzaak hiervoor te investeren in systemen voor de pilot. Het lijkt echter haalbaar de industrie hierin te betrekken om op die wijze te kunnen profiteren van de resources van de industrie. Nauw onderling overleg tussen NATCO/I&T en FEL wordt dringend aangeraden.

5.7.4 Opzet en invulling van de Telematica organisatie.

De in de vorige paragrafen geschetste ontwikkelingen hebben voor de NATCO telematica organisatie duidelijk consequenties. Hierbij valt te denken aan:

- **Beheer op afstand.** Vereist voor de organisatie lokaal minder (maar niet nul) medewerkers. Het installeren van de middelen om beheer op afstand mogelijk te maken zal lokaal eenmalig extra werklast opleveren en de centrale beheerders zullen moeten worden opgeleid om met deze middelen te kunnen werken.
- **BKA.** In algemene zin zal na de standaardisatie van de BKA de belasting voor de organisatie minder zijn. Dit is immers het doel van deze operatie. Wel moet een werkgroep met ter zake kundige deelnemers worden ingesteld.
- **KLIM.** Bij uitbouw van het KLIM zal de beheer organisatie worden geconfronteerd met nieuwe systemen waarvoor zij moet worden opgeleid. Qua totale belasting zal naar verwachting een wijziging van een smalbandig netwerk in een breedbandig netwerk het beheer niet verzwaren of verlichten. In hoeverre het personeel een andere achtergrond moet hebben is op dit moment moeilijk aan te geven.
- **Facility sharing en telewerken.** Hierdoor zal zeer zeker een andere verdeling van de werkplekken optreden. De mate waarin en de snelheid waarmee dit gaat is moeilijk te voorspellen. Wel is het mogelijk dit sturen met actief en gericht beleid.

Voor voornoemde ontwikkelingen is een studie naar de gewenste opzet en invulling van de telematica organisatie zeer sterk aan te bevelen om de voordelen optimaal en doelmatig te benutten.

5.8 Samenvatting

Daar het hier een orientatiestudie betreft zijn de vele onderwerpen op het gebied van de telematica niet uitputtend behandeld. De beschikbare tijd was binnen het kader van deze studie hiervoor niet toereikend. Er is een short-list gemaakt van een viertal thema's:

- Beheer op afstand;
- BKA;
- KLIM;
- Facility sharing en telewerken;

Voorts worden aanbevelingen gedaan voor vier vervolgstudies;

- BERDIS nieuwe generatie;
- KLIM;
- Facility sharing en telewerken;
- Opzet en invulling van de Telematica organisatie.

Beheer op afstand. Voor een effectief en veilig beheer op afstand is standaardisatie naar WIN NT 4.0 noodzakelijk. Nieuwe technieken als directory services zijn veelbelovend maar momenteel te onstabiel om in te voeren.

BKA. Naast het ingeslagen pad van standaardisatie van te verstrekken hard- en software wordt aanbevolen te bezien in hoeverre er een keuze kan worden gemaakt voor één hofleverancier die verantwoordelijk is onder supervisie van een KL werkgroep de periodieke vervangingsslag te verzorgen.

KLIM. Het breedbandig maken van KLIM biedt een breekpunt qua mogelijkheden met de huidige situatie. Door invoering van toepassingen als facility sharing en Intranet (zie volgend punt), telewerken, videovergaderen alsmede VOIP wordt een doelmatiger bedrijfsvoering mogelijk.

Facility sharing en telewerken. Op basis van gekoppelde breedbandige KLIM netwerken is het mogelijk werknemers te laten telewerken vanuit een (goedkopere) remote locatie. In combinatie met facility sharing kunnen werkplekken op de staven komen te vervallen en verminderen reistijden en -kosten.

BERDIS studie. Met name de beveiliging van het nieuwe BERDIS systeem vergt speciale aandacht

KLIM. Teneinde een verantwoorde en toekomstvaste keuze te kunnen maken voor een breedband techniek voor KLIM is een vervolgstudie noodzakelijk.

Facility sharing en telewerken. Een vervolgstudie op dit gebied met een pilot zal naar verwachting worden gehinderd door de budgettaire consequenties. In nauw overleg tussen NATCO/I&T en TNO/FEL zou het haalbaar moeten kunnen zijn de industrie hier als partner in te betrekken.

Opzet en invulling van de Telematica organisatie. De hiervoor geschetste ontwikkelingen zullen duidelijke consequenties hebben voor de telematica organisatie. Een vervolgstudie naar deze consequenties is een vereiste.

6. Referenties

- [1] Telecom Outlook Report:1997-2007, Center for Telecommunications Management
- [2] TNO rapport 'Standaardisatie van de Elektronische Snelweg'. FEL-97-C106, juli 1997
- [3] Fortune, #9 en #10,12 en 26 mei 1997
- [4] TNO project 006024290: KOPPELING SYST. & NETWERK
- [5] Lezing Libertel, Maastricht 30 mei 1997
- [6] TNO rapport 'Ontwikkelingen van 3e generatie mobiele communicatienetwerken. FEL-97-C007, januari 1997
- [7] Bitsdef Addendum, februari 1997
- [8] [Http://www.facilitiesnet.com](http://www.facilitiesnet.com)
- [9] Intern memorandum NATEL, maj Louvenberg, april 1997
- [10] Covernota PHI-DEF, februari 1997
- [11] ETSI standaard ETS 300 751
- [12] A.S. Tanenbaum: Computernetworks, 2nd edition ISBN: 0-13-162959-X

7. Ondertekening



D.W. Fikkert
Groepsleider



Ir. E.J. Kwak
Projectleider/Auteur

ONGERUBRICEERD
REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD97-0374	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO FEL-97-A385
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 27082	5. CONTRACT NO -	6. REPORT DATE May 1998
7. NUMBER OF PAGES 96 (excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 12	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Inventarisatie telematica-ontwikkelingen Natco (Inventory telematics developments Natco)		
11. AUTHOR(S) E.J. Kwak, B. Oberndorff		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Physics and Electronics Laboratory, PO Box 96864, 2509 JG The Hague, The Netherlands Oude Waalsdorperweg 63, The Hague, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) KL/NATCO/I&T PO Box 1081, 2800 BB Gouda, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) This report intends to support the NATCO Telematics organisation of the Dutch army in setting up their mid-term policy on telematics. It looks into the new developments in this area and describes many communication systems and applications. Leads are given for new policies on four main topics: • remote IT management; • standardisation of hard- and software; • broadband campus networking facilitating Intranet and Voice over IP; • facility sharing and remote offices. Based on the report findings, four proposals for new studies are given: • security in message handling systems; • broadband campus networking facilitating Intranet and Voice over IP; • facility sharing and remote offices; • modelling the management organisation.		
16. DESCRIPTORS Military communications Development Telematics Communication systems	IDENTIFIERS NATCO	
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited distribution	17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd	

Distributielijst

1. DWOO
2. HWO-KM*
3. HWO-KL
4. HWO-KLu*
5. HWO-CO*
- 6 t/m 45. KL/NATCO/I&T, t.a.v. Ir. V.J.M. Emmen
46. DM&P TNO-DO
47. Directie TNO-PML*
48. Directie TNO-TM*
49. TNO-TM, t.a.v. dhr. Van Rooij
50. Accountcoördinator KL*
- 51 t/m 53. Bibliotheek KMA
54. KMA, t.a.v. Prof.ir. P.C. van der Geest
55. WorldComm, t.a.v. Ir. B. Oberndorff
56. Directeur TNO-FEL
57. Adjunct-directeur TNO-FEL, daarna reserve
58. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan MPC*
59. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Accountmanager KL*
60. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. P.J. van Vliet
61. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. P.H. Zwaard
62. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. J.P. Dezaire
63. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. R. Overduin
64. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. P.H.J. Hupkens
65. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. E.M. Hemelaar
66. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Dr.ir. C. van Dam
67. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ing. R.J.G.M. Langeveld
68. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. E.C.C. van Woerkens
69. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Dr.ir. M. Struik
70. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. R.N. van Wolfswinkel
71. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ing. T.G.A. van Rhee
72. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ing. M. Veltman
73. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ing. P.J.A. Verhaar
74. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. T.N. Gratama
75. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. H.A.M. Luijff
76. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan A.F. Beijik
77. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. A.H. van den Ende
78. Archief TNO-FEL, in bruikleen aan Ir. E.J. Kwak
79. Documentatie TNO-FEL
80. Reserve

Indien binnen de krijgsmacht extra exemplaren van dit rapport worden gewenst door personen of instanties die niet op de verzendlijst voorkomen, dan dienen deze aangevraagd te worden bij het betreffende Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek of, indien het een K-opdracht betreft, bij de Directeur Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling.

* Beperkt rapport (titelblad, managementuittreksel, RDP en distributielijst).