

VURIG VERLANGEN NAAR DRAADLOZE AD HOC NETWERKEN

Luitenant-kolonel ing. Theo Sierksma en de heer ing. Teco Boot

Lkol ing. Theo Sierksma en ing. Teco Boot zijn werkzaam bij het C2SC respectievelijk als Hoofd bureau Ontwerp & Bouw en als netwerkarchitect. Zij zijn al lange tijd werkzaam op het snijvlak van het (hoog) mobiele operationeel optreden en de beperkingen van de natuurwetten en de techniek. Zij hebben aan de basis gestaan van diverse innovatieve ontwikkelingen en de recente toekenning van de *Cisco Innovation Award* vormt de internationale erkenning van het baanbrekende werk dat zij hebben verricht. Mede door de toepassing van deze bekroonde technieken in Battlefield Management Systemen worden onze eenheden ten opzichte van de tegenstanders in een positie van operationeel voordeel gebracht.

INLEIDING

In Intercom 2010-2 is een artikel gepubliceerd over de bijdrage van het C2SC aan een bosbrandbestrijdingsoefening. Tijdens deze oefening is het concept *ad hoc-netwerken* (AHN) succesvol gedemonstreerd, waarbij diverse door het C2SC met bestaande *commercial-of-the-shelf* technologie gebouwde prototypes zijn ingezet. In genoemde Intercom is aangekondigd dat in een volgende uitgave een uitgebreider artikel verschijnt, waarin genoemd concept meer in detail zal worden uitgelegd, alsmede de achtergrond van de samenwerking met de Openbare Orde en Veiligheid (OOV).

SAMENWERKING MET OOV-SECTOR

Het aspect informatiemanagement tijdens rampen en crises is één van de onderwerpen dat bij vele evaluaties van incidenten terugkomt als een onderwerp dat verbetering behoeft. Een snelle en adequate hulpverlening is gebaat bij een zo snel en volledig mogelijk overzicht van en over de situatie. In dit kader werken Defensie en Binnenlandse Zaken (BZK) nauw samen in het kader van Intensivering Civiel Militaire Samenwerking Informatievoorziening (ICMS). Het grootst onderkende risico is de mobiele infrastructuur om dataverkeer op de Plaats Incident en tussen commandocentra mogelijk te maken. Verbindingen voor datatransmissie zijn bij zowel Defensie als in de OOV-sector altijd één van de grootste uitdagingen geweest. Of het nu gaat om een missie in een ver land of een natuurbrand op de Veluwe: de natuurwetten zijn gelijk en werken niet in ons voordeel.

Momenteel zijn voor de OOV-sector vaste verbindingen noodzakelijk voor datatransmissie, maar indien deze tijdelijk of plaatselijk niet aanwezig zijn moet er een alternatief zijn op basis van 'mobiele' verbindingen. Binnen Defensie is deze probleemstelling al

KNOOPPUNTVOERTUIGEN

Hulpverlening Gelderland-Midden heeft twee, van Defensie afkomstige, Iveco legervoertuigen overgenomen. Hun taak is om MANET constant goed in de lucht te houden. De wagens, overgespoten in het brandweerrood, zijn daartoe voorzien van een pompmast en satellietterminal(s). Met behulp van de Ad Hoc Router wordt het totale netwerk ontsloten via GPRS / UMTS met een antenne in de hoge mast, of via satellietssystemen.



Tweede leven voor Iveco legervoertuig: knooppuntvoertuig brandweer

veel langer onderkend en is informatie-uitwisseling (in het bijzonder positie-informatie) op lokaal niveau vaak cruciaal. De oplossing voor de verbindingproblematiek rond datacommunicatie is geniaal in zijn eenvoud: zorg voor een netwerk dat door mobiele platformen zelf wordt gecreëerd, dus géén afhankelijkheid van vaste infrastructuur. Daarbij geldt dat hoe meer platformen, des te groter is het netwerk. Een dergelijk zelfopbouwend, zogenaamd '*self forming en self healing*' netwerk, wordt een AHN genoemd.

Binnen het landelijke innovatieprogramma *Veiligheid* is het project *Intelligent Bridge* (i-Bridge) opgenomen, dat werkt aan oplos-

singen voor communicatie tijdens crisissituaties, voor gebruik door Defensie, de OOV-sector en eventueel andere hulporganisaties. In eerste instantie wordt er gewerkt aan een voorziening voor het onderling verbinden van aanwezige communicatienetwerken van verschillende disciplines door middel van gateways. Natuurlijk is het ook van belang dat de netwerken op de Plaats Incident op een juiste manier blijven functioneren, ook gedurende het incident. In de praktijk is gebleken dat de systemen van de vaste infrastructuur, zoals UMTS, niet altijd beschikbaar zijn. Dit kan door een overbelasting, maar ook door uitval. Het AHN-concept is dus ook voor de OOV sector van groot belang, aangezien ook satellietssystemen worden ingezet als uitwijkmogelijkheid. Met andere woorden, het AHN-concept voor Defensie is één op één inzetbaar bij brandweer, politie en de ambulancediensten.

Om deze reden is het uitwerken van het AHN-concept als module opgenomen in het i-Bridge programma/Time Box 3, onder regie van IVENT. In dit programma leverde C2SC expertise voor het netwerk ontwerp en er is ook ondersteuning verleend bij de regionale brandweerkorpsen Gelderland-Midden om de netwerkapparatuur te installeren en te testen. De geïnstalleerde apparatuur functioneert zodanig, dat Paul Joosten (Regionaal Commandant Hulpverlening Gelderland-Midden) heeft besloten dat het succes van het AHN niet bij een demonstratie blijft. Het systeem wordt in brandseizoen 2010 operationeel gehouden, klaar voor een grootschalige natuurbrand.

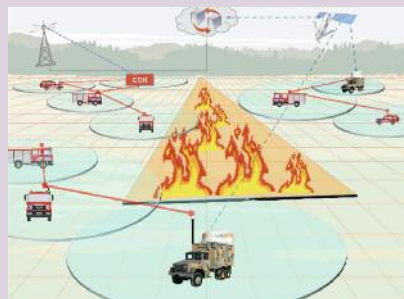
GEEN VASTE INFRASTRUCTUUR

Het toepassen van AHN komt van pas, daar waar er een gebrek is aan vaste infrastructuur. Voor Defensie is dit gesneden koek, immers, onze organisatie wordt alleen ingezet daar waar de normale gang van zaken niet van toepassing is! Dus, géén 'schone' 230V uit het stopcontact, géén keuze uit internetten via de kabel of via ADSL en géén dekking van GSM-netwerken. Defensie gebruikt sinds jaar en dag haar eigen communicatiehulpmiddelen, zoals de FM200 of de nieuwe MRRS-straalverbindingen tussen commandoposten en de FM9000 of de nieuwe F@stnet radio's voor voertuigen onderling. Eigenlijk is AHN binnen onze organisatie helemaal niet nieuw.

Toch is er wel wat te zeggen over gebruik

COÖRDINATIE TIJDENS NATUURBRANDBESTRIJDING

De brandweerkorpsen regio Gelderland-Midden gebruiken al een langere tijd een geografisch informatiesysteem voor natuurbrandbestrijding. Sinds 2008 is Eagle-One Mobiel in gebruik en daarmee is het systeem tot op het voertuig beschikbaar. Voertuigen zijn uitgerust met een laptopcomputer, GPS-ontvanger en nu ook de Ad Hoc Router. Het systeem projecteert de actuele situatie op een kaart, met bijvoorbeeld welke wegen (nog) begaanbaar zijn, wat voor begroeiing er is en waar bluswatervoorzieningen zijn. Ook de aanwezigheid van kwetsbare objecten, zoals campings, zijn zichtbaar. Alle rijdende voertuigen in het gebied zijn te zien en kunnen met een muisklik naar bepaalde plekken worden gestuurd. Paul Joosten, Regionaal Commandant Hulpvereniging Gelderland-Midden: "Het bestrijden van een bosbrand bestaat voor een derde uit rijden, een derde uit blussen en een derde uit water tanken. Op de digitale kaart kun je zien of er tankplaatsen overbelast zijn. In dat geval kun je de tankautospuiten naar een andere plek sturen. Het regelt dus een belangrijk logistiek proces. En een digitale kaart geeft je bovenal controle. Voor de eenheden is het ook veel veiliger. Ze zien zelf waar ze rijden en naar welk kant de brand zich uitbreidt".



Ad Hoc Netwerk bij natuurbrandbestrijding

van vaste infrastructuur, maar dan alleen in situaties dat deze ook beschikbaar zijn. Er mag bij AHN nooit een afhankelijkheid zijn van derden en deze eis gaat verder dan alleen het netwerk. Ook voor applicaties, beveiliging en management geldt dat afhankelijkheid van een vaste infrastructuur vermeden moet worden. Wat heb je immers aan een computer als je niet kunt aanloggen, omdat de verbinding naar een server het niet doet? Of als je je eigen gegevens, opgeslagen op een onbereikbare server, niet kunt benaderen?

Voor radiosystemen is de oplossing de zogenaamde *ad hoc mode*. Hierbij is het mogelijk dat elke radio direct contact heeft met elke andere radio, mits in bereik en mits de juiste instellingen zijn geselecteerd, zoals fre-

quentie, modulatie en beveiliging. Niets nieuws onder de zon, Defensie doet dit al jaren. Toch lijkt het wel uit de mode te raken. Nieuwe technologie gebruikt meer en meer de zogenaamde infrastructuur-mode, waarbij een basisstation alle verkeer tussen de mobiele radio's coördineert. Dit is het geval bij GSM en UMTS, het C2000-systeem, de WiFi-verbindingen thuis en ook bij nieuwe standaarden zoals WiMAX. De systemen zijn ontworpen vanuit de gedachte dat alles onder controle is. Werkt het even niet, dan heeft iedereen pech! Dit is natuurlijk niet geschikt voor Defensie, en ook niet voor crisismanagementsystemen in de OOV-sector. Vandaar de behoefte de *ad hoc mode*, die nu door Defensie wordt gebruikt te behouden. Maar Defensie wil natuurlijk wel gebruik maken van de voordelen van nieuwe technologie. Deze biedt immers veel meer bandbreedte dan waar we nu over beschikken. Iedereen kent inmiddels het gemak van WiFi naar onze laptops, of het (on)gemak van 7 x 24 uur mailtjes lezen op ons mobieltje. Punt is: het is van deze tijd, we zijn altijd verbonden met het internet of ons eigen MULAN-netwerk. Maar lukt dit ook met onze FM9000 of Personal Role Radio (PRR)?

NATUURWETTEN

Helaas werken de natuurwetten niet mee. Vanuit Defensie kan een blik technenuten worden opengetrokken, maar zeer weinig kans dat de bandbreedte van radio's toeneemt zonder dat het bereik beperkt wordt. Met UMTS is het al duidelijk merkbaar, het bereik is veel minder dan GSM en in vergelijking met onze FM9000-radio's stelt het bereik van een WiFi-radio niets voor. Er zijn twee keiharde oorzaken:

- bij verdubbeling van de bitrate of de frequentie neemt het bereik met 30% af. Dit verklaart het verschil in bereik van FM9000 en WLAN, het is een factor van ongeveer 64;
- de radiopropagatie verslechtert bij hogere frequenties, wat erg nadelig is in heuvelachtig, bebost of verstedelijkt gebied. Het slechte nieuws is dat we hogere frequenties nodig hebben voor meer bandbreedte.

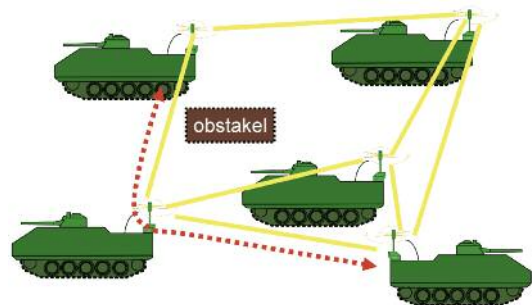
Als remedie worden bij een vaste infrastructuur de basisstations op hoge masten geplaatst. Met richtantennes en flinke vermogens lukt het vrij goed een redelijke dekking te

bieden. Echter, dit is zeer kostbaar. De UMTS-providers hebben grote moeite hun verplichtingen bij afname van de peperdure licenties na te komen, landelijke dekking blijft achter bij de verwachtingen. Hierdoor is er een toenemende interesse in gebruik van lagere frequenties, vrijgekomen door de overgang van analoge naar digitale TV-uitzendingen.

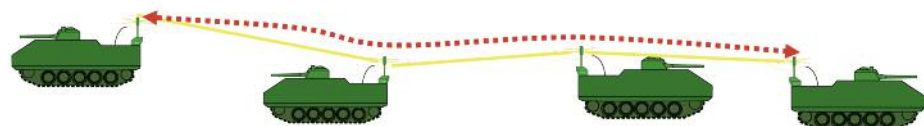
DYNAMISCH ROUTEREN

Een andere oplossing voor het beperkte bereik is het gebruik van tussenstations (relays). Bij het *Mobile Radio Relay System* (MRRS) wordt dit principe ook gebruikt. Echt mobiel is MRRS overigens niet, aangezien het systeem werkt met hoge masten en richtantennes. Voor gebruik op voertuigen is gebruik van rondstralende antennes noodzakelijk. Wel kan het relaymechanisme gebruikt worden, waarbij een voertuig het bericht ontvangt, eventueel benut voor eigen gebruik en dan doorstuurt naar andere voertuigen.

Er is wel een uitdaging: wanneer dient een voertuig een bericht door te zetten? Hiervoor wordt een routingprotocol ingezet. Het voertuig bevat naast de radiocomponent nu ook een router. Deze router heeft twee belangrijke taken, allereerst wordt er een netwerktopologie opgebouwd, hiervoor wordt een MANET routingprotocol gebruikt. MANET staat voor *Mobile Ad hoc Network*. Het gaat hier over echt mobiel, dus ook tijdens bewegingen blijft het totale systeem, met alle stations in gebruik. Deze voortdurend wijzigende topologie is lastig te plannen, het MANET-protocol moet dan ook volledig zelfstandig de netwerktopologie onderhouden. Daarnaast heeft de router de taak pakketten door te sturen, of in het Engels *forwarden*. Dit vindt plaats aan de hand van de opgebouwde netwerktopologie.



Routeren rondom obstakel



Multi-hop communicatie voor vergroten bereik



C2 SUPPORT CENTER WINT EUROPESE CISCO INNOVATION AWARD

Amsterdam/Barcelona, 29 januari 2010

– Tijdens *Networkers at Cisco Live!* heeft Cisco de Europese Innovation Awards uitgereikt. Het Nederlandse *C2 Support Center*, onderdeel van de Defensie Materieel Organisatie, won de Mobility Award, een prijs voor het meest innovatieve Europese mobiliteitsproject van het jaar. In totaal werden zeven awards uitgereikt en waren per categorie drie projecten genomineerd. *Networkers* vond deze week plaats in Barcelona. Cisco heeft de Mobility Award toegekend aan het *C2 Support Center* vanwege zijn buitengewone prestaties in de ontwikkeling en implementatie van innovatieve oplossingen en technologieën op het gebied van mobiliteit.

De Nederlandse Defensie loopt voorop met een volledig IP-gebaseerd netwerk. Cisco heeft samen met Defensie gewerkt aan een oplossing voor ad hoc networking. Hiertoe zijn voertuigen van Defensie onder meer uitgerust met een Cisco Mobile Access Router en Cisco's Ad-Hoc Mobility Protocol, waardoor een van de meest urgente problemen kan worden aangepakt: het delen van informatie (bijvoorbeeld posities) tussen rijdende voertuigen tijdens militaire missies met wisselende organisatie-samenstellingen.

Coks Stoffer, Algemeen Directeur Cisco Nederland: "Het *C2 Support Center* heeft Cisco's nieuwste technologieën gecombineerd met zijn eigen inhoudelijk functionele kennis om deze innovatieve oplossing te ontwikkelen. Het *C2 Support Center* is hiermee een toonbeeld voor innovatie, en welverdiend winnaar van de Cisco Innovation Award."

Hoe werkt nu een MANET-protocol? Het protocol levert de communicatiepaden voor berichten in het radionetwerk, via de tussenstations. Een belangrijke eigenschap van MANET is het *multi-hop* karakter, dus 'met tussensprongetjes'. Door de juiste tussenstations te kiezen is er een evenwicht tussen te grote sprongen en daardoor een grotere kans op verlies van het bericht, en te veel tussensprongen waardoor de capaciteit van het netwerk onnodig belast wordt. En er is een risico van een netwerkloop, waarbij een groepje stations alsmaar de berichten naar elkaar stuurt zonder bij de eindbestemming te bereiken. Met MANET kan dit worden voorkomen.

Er zijn twee families MANET-protocollen, proactieve en re-actieve. De proactieve pro-

tocollen lijken sterk op wat in vaste netwerken wordt gebruikt; de topologie van het netwerk wordt continu onderhouden. Er bestaan MANET-varianten van het in TITAN gebruikte OSPF-protocol. De *Internet Engineering Task Force* (IETF) werkt daarnaast aan een nieuw protocol voor MANETs: *Optimized Link State Routing* (OLSR). De eerste versie van OLSR is experimenteel, maar werkt best goed. Daarom heeft de IETF gekozen OLSR te verbeteren met versie 2, en dan als een echte internetstandaard te publiceren. Of OLSRv2 veel gebruikt gaat worden is niet zeker, mogelijk kiezen fabrikanten voor alternatieven, omdat ze denken dat dit beter functioneert of mogelijk uit commercieel belang. Bijvoorbeeld, kiest Cisco voor het uitbreiden van OSPF zodat het geschikt is voor MANET, of geeft het bedrijf de voorkeur aan het Cisco-eigen EIGRP-protocol?

Er zijn ook alternatieven uit de tweede familie, de re-actieve protocollen. Een voorbeeld is *Ad hoc On-demand Distance Vector* (AODV), en zoals de naam al aangeeft werkt het 'op verzoek', de route in het MANET wordt pas bepaald als het nodig is. Dit geeft rust in het netwerk, zeker als er weinig verkeer is. Hierdoor is het erg geschikt voor systemen die gevoed worden met batterijen. Echter, er zijn ook flinke nadelen aan deze aanpak, want het bepalen van een route kost tijd en gedurende deze periode werkt het netwerk niet voor de berichten over de nog te bepalen route. Ook werkt het opzetten van de routes niet erg efficiënt, en zal door beweging van de tussenstations de route minder optimaal worden.

MANET is lange tijd een dankbaar onderwerp geweest voor diverse (inter-)nationale

onderzoeks- en afstudeerprojecten. Het optimaliseren van protocollen voor het automatisch opbouwen van een ad hoc netwerk-topologie is een hele uitdaging. Veelal worden de netwerken gesimuleerd, en hiermee de bedachte MANET-protocollen getoetst. Inmiddels zijn er tientallen MANET-protocollen, de een nog mooier dan de ander. Daar heeft Defensie (en de OOV-sector) natuurlijk niets aan, want we hebben een protocol nodig dat praktisch goed bruikbaar is, en waar we de eigenschappen, inclusief de zwakke plekken, goed van kennen. Het C2SC heeft zich bij het uitwerken van AHN gericht op het inzetten van Cisco OSPF-MANET en de Open Source variant van OLSR. Laatstgenoemde wordt onderhouden door enthousiastelingen in Duitsland en de Alpenlanden, daar wordt OLSR gebruikt voor gratis draadloze toegang tot internet (*FreiFunk, FunkFeuer*).

SAMENSPEL MET SATELLIETSYSTEMEN

MANET is prima bruikbaar in netwerken met hogere bandbreedtes, waarbij de beperkingen van het bereik van de radio's grotendeels worden opgelost met doorsturen van pakketten door tussenstations. Maar wat als er geen tussenstations zijn? Hoe kan een remote-netwerk ontsloten worden met een rear-link naar de commandopost, of via een home-link naar commandocentra in Nederland? Hiervoor worden satellietssystemen gebruikt, bij voorkeur van het type *on-the-move*. Gebruik van satellietssystemen is qua gebruik en exploitatie relatief erg duur en dient alleen gebruikt te worden als het echt nodig is. Dit geldt zeker voor de *on-the-move* systemen, bij dit type is de beschikbare bandbreedte vaak zeer beperkt.



Ad Hoc Router, onder de motorkap

Het MANET-protocol zorgt er voor dat de satellietssystemen niet gebruikt worden voor onderlinge communicatie tussen de stations. Het maakt ook slimme keuzes over welke satellietterminals gebruikt worden, want het gaat hierbij over de combinatie van de kwaliteit of beschikbaarheid van het kanaal over het satellietstelsel en de nabijheid van de terminal in het netwerk. Het is beter een lokale satellietterminal met iets minder capaciteit te gebruiken dan een terminal verder weg. Op deze manier ontstaat er een verdeling van belasting over de beschikbare satellietterminals, waarbij er ook naadloos wordt geschakeld bij uitval van een terminal of satellietverbinding. Met name dit laatste is van groot belang bij de on-the-move terminals.

Helaas kunnen satellietverbindingen regelmatig uitvallen gedurende verplaatsingen, bijvoorbeeld door schaduwen van de *footprint* ten gevolge van obstakels.

Op dit moment is het samenspel van MANET en satellietssystemen nog niet volledig uitgekristalliseerd. Dit komt mede door het inbrengen van technologie uit geheel verschillende richtingen. Vanuit de MANET-onderzoeksprojecten is er nooit zoveel interesse geweest in satellietcommunicatie, dit viel dan buiten het onderzoek of de simulatiesoftware ondersteunde deze technologie niet goed. En voor de leveranciers van satellietssystemen is de kennis van MANET-technologie niet altijd op het juis-

te niveau, of ze zijn er wat minder een fan van. Waarom een klant helpen met een reductie van het gebruik van het satellietstelsel? Dit zal alleen een lagere rekening tot gevolg hebben, en dat is niet best voor de omzet! Gelukkig komen de leveranciers tot inkeer, ze zien nu in dat het beperken van het verkeer over de satelliet zal leiden tot meer tevredenheid bij de gebruiker, die daarop graag gebruik maakt van het systeem 'als het niet anders kan'. Daarbij wil de klant best wat meer betalen per afgenomen hoeveelheid, wat dan resulteert in een betere winstgevendheid voor de satellietoperator. Zo ontstaat er een win-win situatie.

GEBRUIK VAN UMTS

Ook bij geoptimaliseerd gebruik van satellietcommunicatie blijft dit een duur middel. Een andere manier om kosten te besparen is het gebruik van UMTS-systemen, mits beschikbaar. Tijdens oefeningen in Nederland of andere delen van West-Europa is dekking van GPRS / UMTS netwerken doorgaans geen probleem, en er kan een zogenaamd *flat-fee* abonnement worden afgesloten. Deze verbinding wordt dan ingezet als een alternatief voor een satellietkanaal, waardoor bij inzet tijdens voorbereidingen en daadwerkelijke inzet gelijke mogelijkheden wordt geboden. Ook kan er gedacht worden aan inzet van GPRS / UMTS-netwerken in een inzetgebied, bijvoorbeeld door het plaatsen van een of meerdere basisstations in een commandopost. Deze dienen dan een tweeledig doel: het gebruik van GSM-toestellen in de commandopost en het ontsluiten van voertuigen in of nabij de commandopost.

Ook hier geldt dat het samenspel van MANET en de GPRS / UMTS-verbindingen geoptimaliseerd moet worden. Het is eigenlijk iets ingewikkelder, want in dit geval gaat het om zowel de WLAN-verbindingen, GPRS / UMTS en verschillende satellietssystemen.

Vaak geven de satelliet en GPRS / UMTS-systemen toegang tot het internet. Een punt van aandacht is dat dit natuurlijk allerlei beveiligingsaspecten met zich meebrengt. Toch is het goed mogelijk de datacommunicatie via internet te laten verlopen, bijvoorbeeld door gebruik van onze militaire verscijferapparatuur. De beschikbaarheid van internet blijft een punt van aandacht, internet is van iedereen en niemand heeft de volledige controle. Dit baart nog wel de nodige zorgen, want wie bellen we op als het niet goed meer werkt?

Bovengenoemde protocollen en systemen zijn (deels) opgenomen in de AHN-router, die tijdens de bosbrandbestrijdingsoefening in april 2010 is ingezet.

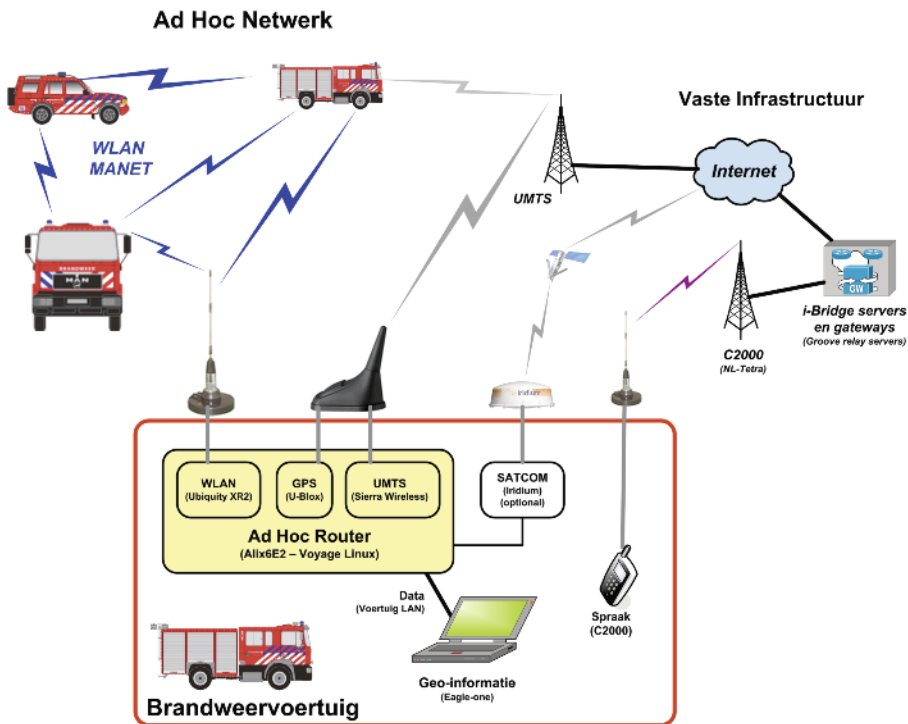


MANET in actie



Jeep met laptop





Schematische weergave Ad Hoc Router

AFRONDING

In dit artikel is uiteengezet hoe het AHN-concept de communicatievoorziening helpt te verbeteren in militaire inzetgebieden en tijdens crisissituaties binnen Nederland. Op dit moment verkeert dit concept in het sta-

dium van een bewezen technisch concept, waarbij in vervolgfases de industrie meer betrokken zal moeten worden voor het verder 'vermarkten' van deze technologie. Hiermee komt deze voorziening dan gereed voor een grootschalige commerciële introductie voor

NEC AMBITIES

De totstandkoming van NEC is gericht op de innovatie van het militaire vermogen van de Nederlandse krijgsmacht. Met NEC wordt beoogd de inzetbaarheid en de interoperabiliteit van de Nederlandse krijgsmacht te verbeteren. Dit geldt zowel voor deelname aan operaties in NAVO- en EU-verbanden, als ook voor nationale taken in samenwerking met civiele partijen. Voor de samenwerking met civiele partijen in het kader van Openbare Orde en Veiligheid (OOV) wordt aansluiting gezocht op en worden koppelvlakken gerealiseerd met de (toekomstige) OOV-infrastructuur (C2000, OOV-net, Netcentrisch Werken, etc.). Hierbij is Defensie –ook in de rol van leverancier– nauw betrokken bij projecten die zijn gericht op digitale samenwerking tussen de verschillende OOV-partners.

zowel Defensie als de OOV-sector. Ook andere marktsegmenten, zoals transport, grondstoffendeling en grootschalige evenementen kunnen dan gebruik maken van het AHN-concept.

CARTOON

WIM RIETKERK



"Cybersoldaten op patrouille"

www.wr-cartoons.nl

WR