

SUBNET RELAY

Ir. Jacco van de Sluis en Ir. Ruud Overduin

Jacco van de Sluis (foto boven) is sinds 2006 werkzaam bij TNO-ICT als onderzoeker op het gebied van tactische netwerken. Hij is sinds de start betrokken bij de Subnet Relay (SNR) activiteiten in Nederland, met vooral een focus op de netwerkaspecten van SNR. Voor TNO werkte hij bij verschillende Defensieonderdelen.

Ruud Overduin (foto onder) werkt sinds 1991 bij TNO in diverse disciplines van tactische draadloze communicatie en is projectleider van de TNO-activiteiten op het gebied van Subnet Relay. Hij ondersteunt de Nederlandse vertegenwoordiging in de V/UHF Radio werkgroep binnen NAVO, het platform waarin ook SNR functionaliteit technisch wordt gestandaardiseerd.

INLEIDING

Sinds enige jaren is Subnet Relay (SNR) in opkomst als maritieme tactische communicatietechnologie. Met SNR wordt het mogelijk om een Mobile Ad Hoc Network (MANET) te vormen die de standaard IP-protocollen ondersteunt met gebruikmaking van de aan boord aanwezige V/UHF- en HF-radio's inclusief de cryptomodules en antennes. Ad hoc betekent dat er geen vaste netwerkstructuur is en het netwerk zelforganiserende eigenschappen heeft. SNR is *masterless*, dat wil zeggen dat het functioneren niet afhankelijk is van een enkel knooppunt (node): er is geen *single point of failure*. Een SNR-verbinding kan bestaan uit meerdere hops, waarbij een willekeurige node tijdelijk kan worden gebruikt als relaispunt (Eng. relay) om informatie over te brengen naar een andere node in het netwerk.

Hierdoor wordt zowel het bereik uitgebreid als de verbindingsbeschikbaarheid vergroot, want als een verbinding niet beschikbaar is via het ene pad wordt een ander pad geselecteerd.

De toegang van de nodes in een SNR-netwerk is op basis van TDMA (Time Division Multiple Access) waarbij in een TDMA-cyclus tijdsloten verdeeld worden over de nodes. De verdeling van tijdsloten kan ook dynamisch plaatsvinden op basis van een individuele bandbreedtebehoefte: bandwidth-on-demand. Deze mogelijkheid is specifiek voor de Koninklijke Marine interessant.

Naast een historische achtergrond van SNR wordt dieper ingegaan op de theorie achter SNR en de nationale activiteiten rond SNR van het Marinebedrijf en TNO. De werkzaamheden van TNO zijn belegd in het V507 onderzoeksprogramma *C4I*. Aan bod komen achtereenvolgens de SNR-apparatuur, diverse laboratoriumexperimenten, field trials, standaardisatieactiviteiten en toekomstige werkzaamheden.

HISTORISCHE ACHTERGROND

SNR komt voort vanuit de C4-vereiste binnen de Angelsaksische AUSCANZUKUS-naties (Australië, Canada, Nieuw Zeeland, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten) om maritieme nationale, geallieerde en coalitie-eenheden te voorzien van een IP-gebaseerd tactisch (data)netwerk tussen schepen en waarbij bestaande cryptoapparatuur en HF t/m UHF-radioapparatuur kan worden hergebruikt. Daarnaast is een winstpunt dat dataverkeer tussen schepen op relatief korte afstand maar buiten bereik van een enkele radioverbinding, toch via terrestriale middelen kan worden afgehandeld en niet meer via dure satcom-verbindingen. Tenslotte zal worden voorzien in een bandwidth-on-demand functionaliteit, die juist ook voor Nederland interessant is. De AUSCANZUKUS Subnet Relay Working Group had in 1997 de taak om een dergelijk systeem te ontwikkelen en te demonstreren waarbij een multi-hop IP data-uitwisseling tussen schepen op zee tot stand gebracht kon worden.

Het oorspronkelijk ontwerp is geproduceerd door SPAWAR Systems Centre in San Diego. Diverse AUSCANZUKUS-landen hebben vervolgens een bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van SNR waarna dit verder verfijnd is door het Communications Research Centre (CRC) in Canada. Het systeem is geproduceerd door IP Unwired in Ottawa, een spin-off bedrijf van CRC. In 2006 is IP unwired overgenomen door Rockwell-Collins als Rockwell-Collins Government Systems Canada.

SNR is voor het eerst gedemonstreerd tijdens Joint Warrior fighter Interoperability Demonstration 2001 (JWID 01). SNR is daarna verder ontwikkeld binnen de volgende JWID oefeningen en Trident Warrior 2005. Deze testen waren succesvol. Voor een breder draagvlak van de SNR-technologie en vanuit een duidelijke behoefte vanuit de operationele maritieme gemeenschap werd de ontwikkelde systeembeschrijving in 2005 aangeboden aan NAVO technische



werkgroepen om een proces te starten om deze als een STANAG te accepteren. Begin 2008 is besloten om binnen NAVO een maritieme ad hoc functionaliteit te standaardiseren waarbij SNR als model werd gebruikt. Op dit moment is dit proces nog steeds gaande en levert Nederland een belangrijke bijdrage. Verder in het artikel wordt hier wat dieper op ingegaan.

Ook binnen NAVO zijn SNR-testen uitgevoerd. De status van de verschillende testprogramma's van de meeste landen is onbekend. Noorwegen is eind 2006 begonnen met testen. In Nederland zijn de testen gestart in 2007 op instigatie van een door CSZK (Commando Zeestrijdkrachten) N6 geïnitieerd SENECA (Simulation Environment for Network Enabled Capabilities Assessment) Concept Development & Experimentation traject, waarbij onder meer met gelden van de NEC regiegroep, een viertal complete SNR nodes is aangeschaft.

De doelstellingen van dit SENECA experiment zijn:

- 1: basisonderzoek voor een eventuele vlootbrede behoeftestelling en
- 2: vormen van een kennisbasis voor NLD (TNO/MB-DSP) die bijdraagt aan NATO/Coalitie-ontwikkeling van SNR-netwerken.

SNR-ONDERZOEK IN NEDERLAND

De SNR-onderzoeksactiviteiten vinden plaats binnen een samenwerkingsverband tussen DMO (WS&B\LA\C3I en WS&B\Z\MB\DSP), CZSK-N6 en TNO. C3I richt zich vooral op de aanschaf van de apparatuur en de TNO-projectbegeleiding, MB\DSP houdt zich vooral bezig met integratie en scheepsapplicaties, CZSK-N6 belicht de operationele gebruikerskant, de internationale (NATO en Coalitie) context en de SENECA-projectinvulling. TNO acteert vanuit de innovatieve hoek, vooral rond routing en standaardisatie.

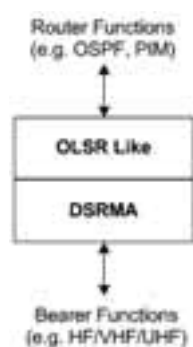
In 2006 is begonnen met kennisopbouw op het gebied van SNR en de verwerving van een viertal SNR-eenheden, waaronder de node controllers. In de tussentijd van levering is een kennisuitwisselingstraject gestart met Noorwegen (FFI/NDRE) die ook over SNR-apparatuur beschikken. Verder heeft opleiding plaatsgevonden in de vorm van een fabrikantcursus voor een eerste kennismaking, bediening en configuratie van de apparatuur. Na de levering van de SNR-apparatuur in begin 2007 zijn de SNR-activiteiten pas echt gestart met diverse experimenten in het C4I lab in Den Helder en het TNO-ICT lab in Delft. Daarnaast zijn verschillende demonstraties gegeven en is deelgenomen aan een aantal trials. Deze activiteiten worden verderop toegelicht, nu eerst een stukje theorie.



Erik Verbeul namens MB/DSP tijdens de afsluitpresentatie van SNR fase 1

THEORIE ACHTER SNR

SNR maakt gebruik van een 'TDMA achtige' medium-toegangslaag en een netwerklaag gebaseerd op OLSR (Optimized Link State Routing), zie figuur OLSR. Deze elementen werken samen en voorzien in mobiliteit en dynamische bandbreedte-toewijzing.

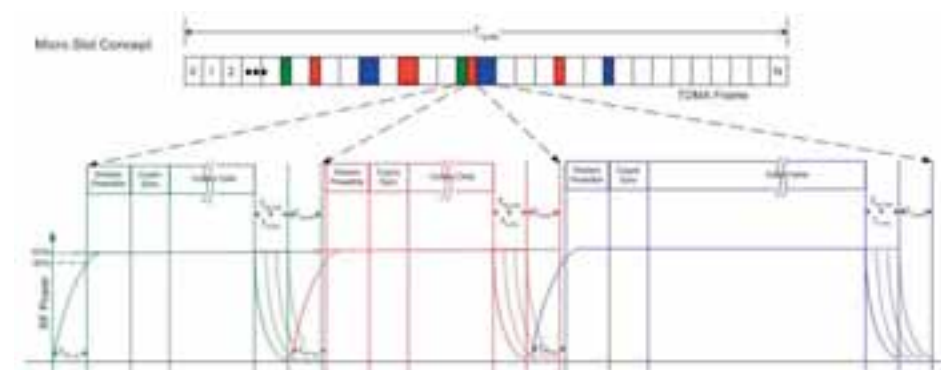


Het TDMA-gedeelte betreft de zogenaamde DSRMA (Distributed Slot Reservation Media Access). Dit is een synchroon TDMA protocol ontwikkeld voor ad hoc RF netwerken. Voor een goede werking is tijdsynchronisatie essentieel (bijvoorbeeld op basis van GPS).

Elk TDMA-slot is een specifiek, vast tijdsinterval waarin een node kan zenden. Alle nodes in een zogenaamd *subnet* bezitten een tijdslot voor het verzenden van data naar de nabuur-nodes (*1-hop neighbors*). Naast de tijdsloten van de nodes zijn er ook nog *random access* (RA) sloten binnen een TDMA-cyclus. Deze zijn te gebruiken voor nieuwe nodes binnen een subnet, die vervolgens een normaal tijdslot kunnen reserveren voor het verzenden van data. Figuur tijdsloten binnen SNR geeft een voorbeeld van een TDMA-cyclus. Het aantal tijdsloten is instelbaar. Ook wordt gebruik gemaakt van *spatial slot reuse*: dit is het toewijzen van een tijdslot aan meerdere nodes die zodanig ver van elkaar verwijderd zijn dat ze elkaar niet via de radioweg beïnvloeden.

Verschiedende algoritmes kunnen gekozen worden voor het toewijzen van de tijdsloten. Belangrijk hierbij is een spreiding van de sloten over de totale cyclus om *latency* te beperken en het samenvoegen van sloten naast elkaar (*merging, verbetering throughput*). In figuur tijdsloten binnen SNR wordt ook een voorbeeld gegeven van merging van twee blauwe sloten. Ook is het mogelijk om een node die meer data te versturen heeft meer sloten toe te wijzen binnen een cyclus en deze ook samen te voegen.

Vooraf vanuit praktisch oogpunt is het aantal nodes binnen een SNR netwerk beperkt.

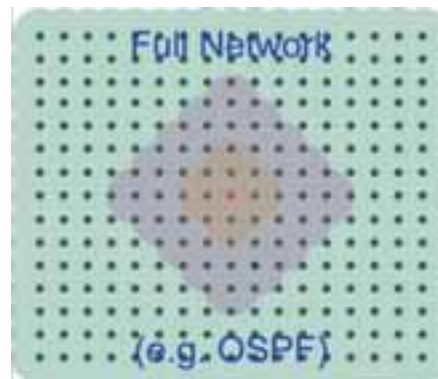


tijdsloten binnen SNR

communicatielagen in SNR (OSPF = Open Shortest Path First; PIM = Protocol-Independent Multicast)

Het TDMA-gedeelte betreft de zogenaamde DSRMA (Distributed Slot Reservation Media Access). Dit is een synchroon TDMA protocol ontwikkeld voor ad hoc RF netwerken. Voor een goede werking is tijdsynchronisatie essentieel (bijvoorbeeld op basis van GPS).

Het aantal nodes heeft een directe invloed op latency. Door deze aanpak is SNR niet geschikt voor een hoge opschaling naar honderden nodes. Hiervoor is SNR dan ook niet ontworpen: het primair gebruik blijft voor de communicatie tussen schepen in een beperkte grootte van een verband met mogelijk wat 'uitlopers' naar land.



SNR-subnets

Naast het DSRMA is er ook een proactief routinggedeelte gebaseerd op OLSR. Deze routing werkt samen met het DSRMA-gedeelte. Topologiemanagement vindt plaats op verschillende lagen:

- DSRMA voor routing binnen N2-omgeving;
- OLSR-achtig voor 1 tot 5 hops-omgeving;
- Routingprotocol voor de resterende omgeving (bijv. OSPF).

Binnen het lokale 1-hop netwerk is geen toestemming nodig voor het verkrijgen van een slot. Om botsingen te voorkomen binnen de lokale 2-hop omgeving wisselen de nodes informatie uit over slottoewijzing. Elke node kiest een aantal 1-hop nodes waarmee zijn 2-hop nodes bereikbaar zijn. Deze worden Multi-Point Relays (MPRs) genoemd. Een node die een MPR selecteert heet Multi-Point Relay Selector (MPRS). Elke MPR verspreidt een lijst met zijn MPRS via een *topology control packet*. Een topology control packet wordt alleen gegenereerd en in het volgende slot verstuurd door een MPR bij een verandering van zijn MPRS of na een instelbaar tijdsinterval (tussen minimaal 10



Foto van een SNR fly-away kit

seconden en maximaal 2 minuten). Het topology control packet wordt via broadcast verspreid naar alle nodes binnen het gehele subnet. De nodes stellen routingstabellen samen voor de nodes buiten het 2-hop gebied.

SNR APPARATUUR

Begin 2007 is de apparatuur bestaande uit vier SNR fly away kits ontvangen in het C4I lab in Den Helder. Een fly away kit is een verplaatsbare complete SNR-node bestaande uit een SNR-node controller en modem (beide gebaseerd op het Software Defined Communications Platform-2000 Mark II), de Self Configuring Relay Network module, een Cisco 2611 router, een 8-port switch en een workstation.

Het bijgeleverde modem is een proprietary modem van de SNR-fabrikant en heeft voor een 25 kHz UHF waveform een maximale transmissiesnelheid van 96 kbit/s. Verder werd een Garmin GPS-receiver meegeleverd voor synchronisatie van de SNR-nodes.

INITIËLE TESTEN IN HET C4I LAB

Deze testen zijn verricht om tot een optimale configuratie van de apparatuur te komen en om te demonstreren dat een netwerk over SNR gedistribueerd kan worden. Hiervoor is een SNR-node voorzien van een internetaansluiting. Met SNR wordt deze internet-connectiviteit gedistribueerd over de andere nodes.

RADIO'S

Op dit moment maakt de Koninklijke Marine het meest gebruik van de Rohde & Sch-



ANEMUL opstelling

warz XD432U5 UHF-radio. Dit is dan ook de ideale radio voor het gebruik in het lab of in field trials. Helaas zijn deze radio's vrijwel niet beschikbaar gedurende de verschillende testperiodes waardoor de testen verlicht zijn met AN/PRC113 V/UHF-radio's. De radio's zijn geschikt om met SNR te werken maar de bandbreedte is beperkt (tijdens de testen gaf de 8,3 kHz waveform het beste resultaat) en heeft zeker niet de 25 kHz kanaal bandbreedte voor het optimaal presteren van het SNR modem. De maximale transmissiesnelheid komt uit op 9,6 kbit/s terwijl SNR maximaal 96 kbit/s aankan. Al is de transmissiesnelheid beperkt, toch is het op deze manier mogelijk om de SNR-apparatuur te onderzoeken.

TOPOLOGIETESTEN IN HET TNO-ICT LAB

TNO heeft voor de experimenten in haar ICT-lab gebruik gemaakt van ANEMUL (Ad-hoc Network Emulator). Dit is een door TNO ontwikkelde ad hoc netwerk emulator. Hiermee wordt het mogelijk een volledig vermaast netwerk op te zetten tussen maximaal negen nodes. ANEMUL is in hoofdzaak ontwikkeld voor WLAN-experimenten maar is geschikt voor het werkgebied van 50 MHz tot 3 GHz. Het is geschikt voor het emuleren van mobiliteit en maakt gebruik van afstandsgebaseerde propagatiemodellen.

In ANEMUL worden de radioverbindingen tussen alle node-paren vervangen door computergecontroleerde variabele verzwakkers. Dit zijn de blauwe units in figuur 6. Het systeem heeft voor elke node een RF-dichte kast. Hierin wordt de te testen apparatuur geplaatst: in dit geval de radio's met daaraan (buiten beeld) de SNR-nodes. De verzwakkers worden aangestuurd volgens een mobiliteitsscenario en het gekozen propagatiemodel. Beide zijn via een grafische gebruikersinterface in te stellen.

De experimenten zijn eenvoudig reproduceerbaar en goedkoop in vergelijking tot een life-test. Zo biedt deze opstelling ook praktische meerwaarde voor de SNR-experimenten omdat deze snel te verrichten zijn, bijvoorbeeld bij het herhalen van een scenario met aangepaste SNR-instellingen en het eenvoudig wijzigen van de netwerktopologie van bijvoorbeeld single-hop naar een multi-hop configuratie.

Het voordeel van deze werkwijze ten opzichte van een volledige computersimulatie is dat het echte systeem wordt gebruikt in plaats van bijvoorbeeld een computer/simulatiemodel.

Diverse dynamische netwerktopologieën zijn getest waarbij vooral gekeken is naar de onderlinge connectiviteit, de onderlinge ping-tijden en de tijd die nodig is voordat een nieuwe node wordt opgenomen in het



Voorbeeld van een topologieweergave binnen de ANEMUL gebruikersinterface

SNR-netwerk. Onderzoeksaspecten zoals transmissiesnelheid en het gebruik van applicaties over SNR worden pas interessant wanneer meer breedbandige radio's beschikbaar zijn en zullen dan ook volgend jaar worden onderzocht.

De meest opvallende conclusie is dat in de huidige versie van SNR het netwerk altijd probeert contact te leggen met een directe node (1-hops verbinding), terwijl er een kwalitatief beter alternatief pad beschikbaar is via een relay (2-hops verbinding). De consequentie is dat in situaties waarbij de directe node niet zichtbaar is er totaal geen data overkomt terwijl dat via een relay wel het geval zou zijn geweest. Daarnaast heeft het netwerk in dat soort omstandigheden de neiging tot 'klapperen': een instabiele situatie waarbij de nodes om de paar seconden afwisselend tot het netwerk toetreden dan wel het netwerk verlaten. Hierdoor valt het IP-verkeer deels of volledig stil.

FIELD TESTS

In december 2007 is in Den Helder een SNR demodag gehouden voor geïnteresseerden binnen Defensie. Ook hier werd een internetverbinding gedeeld via SNR naar de andere nodes. De vier SNR nodes waren opgesteld te Marsitsen, het C4I lab, aan boord van Hr. Ms. Tromp en aan boord van een voertuig (mobiele node).

Door het gebruik van de AN/PRC113 radio's ging het binnenhalen van websites erg langzaam of traden time-outs op. Ook werd de interne chat-functie, beschikbaar binnen SNR, gedemonstreerd zodat de resultaten positief genoemd konden worden.

CWID 2008

Nederland heeft samen met Noorwegen SNR-testen uitgevoerd binnen CWID (Coalition Warrior Interoperability Demonstration) in Lillehammer. De testen waren vooral gericht op: interoperabiliteit tussen de landen en tussen bepaalde applicaties en het testen van verschillende configuraties om te komen tot een 'best practice' en op het beschikbaar maken van situational awareness data binnen CWID. Tevens diende CWID 2008 als operationele voorbereiding voor NRF (exercise Joint Warrior 08).

Het SNR-netwerk bestond uit Camp Jorstadmoen (CTG) met 1 NOR en 2 NLD nodes, 2 NOR nodes in Øyer een dorpje 15



Geografische positionering van SNR nodes tijdens CWID 2008

km ten noorden van de basis en nog een tweetal mobiele nodes. Een HF IP link tussen Bergen en Øyer voorzag in real-time AIS (Automatic Identification Information) data van scheepsposities voor de kust van Bergen. Andere gebruikte applicaties zijn tactical chat (Jchat), Webserver WISE (Web Information Services Environment), XoMail (Military Message Handling System-MMHS) en FTP.

Alle testdoelen werden succesvol afgerond. Uit CWID 2008 volgden belangrijke Lessons Learned. Een grondige voorbereiding en planning van een SNR-netwerk bleek noodzakelijk: niet alleen de SNR-instellingen moeten overeenkomen, maar moeten ook voldoen aan de instellingen voor de langzaamste radio binnen het netwerk. Daarnaast moeten de gebruikte applicaties geschikt zijn voor een MANET omgeving. Zo maakt Jchat gebruik van een logging server voor de chat-sessies. Als deze server niet het netwerk verlaat zal Jchat niet meer werken op de andere nodes.

Ook is succesvol real-time maritieme situational awareness data in de vorm van Blue Force tracking en AIS informatie (NORCIS II) met SNR gedistribueerd. Verder was het mogelijk met IP crypto een stabiel en beveiligd SNR-netwerk te laten werken binnen een maritieme omgeving, hetgeen nog niet eerder door andere landen was gedaan.

In september 2008 is de apparatuur aan boord van Hr. Ms. Johan de Witt geplaatst ter voorbereiding van verdere internationale testen waarbij een waiver is gekregen voor het gebruik van SNR op het NSWAN en CENTRIXS netwerk.

STANDAARDISATIE ACTIVITEITEN SNR

Zoals in de historische achtergronden van dit artikel al gemeld werd in 2005 de door

het toenmalige IP Unwired ontwikkelde systeem beschrijving aangeboden aan NAVO. Binnen de NAVO V/UHF Radio werkgroep heeft op verzoek van de operationele maritieme gemeenschap NLD middels TNO een zogenaamde *peer review* verricht om te beoordelen wat aan deze systeem beschrijving moest worden veranderd om het binnen een relatief korte periode om te vormen tot een STANAG. Een belangrijke conclusie was dat vooral ook het *gebruik* van SNR (de instellingen) goed moet worden gestandaardiseerd. Deze instellingen zijn vooral afhankelijk van de mogelijkheden van radio's en crypto-apparatuur van de coalitiepartners. De noodzaak om dit uit te werken is des te groter omdat in SNR veel ingesteld kan en ook moet worden; de keerzijde van de flexibiliteit van SNR. Deze conclusie wordt ook goed weerspiegeld door de bevindingen van CWID 2008.

Het gehele proces liep parallel met de standkoming van een formeel *Statement of Requirement* van een SNR-functionaliteit binnen NAVO (SHAPE), waarbij USA, NOR, NLD en GBR het initiatief hebben genomen. De acceptatie hiervan vond plaats in maart 2008. In deze periode had TNO tevens de resultaten uit haar onderzoek naar het gedrag van SNR in dynamische ontplooiingen bekend gesteld. Vastgestelde onvolkomenheden van SNR werden gemeld en door de fabrikant ook erkend. Inmiddels is begonnen met aanpassingen.

Met de uitkomsten uit de *peer review* en het ingebrachte commentaar van diverse naties kon in september 2008 de STANAG in eerste *draft* worden vormgegeven. Deze werd, om verwarring met het *systeem* SNR te voorkomen, omgedoopt in MARLIN: Maritime Ad hoc Relay Line-of-Sight Networking. Thans zijn nog de functionaliteiten van het huidige SNR-systeem hierin opgenomen om andere fabrikanten op korte termijn ook de kans te geven om interoperabele SNR-func-

ionaliteit te implementeren. In latere versies van MARLIN zullen deze echter worden uitgebreid met functionaliteiten die steeds meer volwaardige *ad hoc networking* zullen bieden. Nederland heeft daartoe reeds suggesties ingediend.

Naast SNR is in september 2008 nog een andere kandidaat voor opname in MARLIN naar voren gebracht door SPAWAR. Dit betreft de zogenaamde multi-hop Token Ring uit de STANAG 5066 en is door de VS voorgesteld. Deze benadering heeft zowel voordelen als nadelen ten opzichte van SNR. Een volledig beeld bestaat hiervan nog niet. Het is dan ook niet uit te sluiten in hoeverre de twee benaderingen complementair zijn. TNO tracht momenteel meer duidelijkheid hierin te scheppen. De bevindingen daarvan zullen in maart 2009 ingebracht worden in NAVO. Al met al mag worden geconcludeerd dat de standaardisatie van een SNR-functionaliteit binnen NAVO zowel operationeel als technisch voortvarend ter hand is genomen en dat Nederland op dit proces duidelijk positieve invloed heeft.

VERVOLGACTIVITEITEN

Bij de aanschaf van de apparatuur voor fase twee van het SENECA-experiment is meegenomen dat twee SNR-modems (Mark II) vervangen worden door breedbandmodems (Mark III). In september 2008 zijn totaal 3 breedbandmodems geleverd en een extra SNR-nodecontroller. Het breedbandmodem is geschikt voor UHF-radio's met 70 MHz IF interface en 100 kHz kanaal breedte. Hiermee is een maximale transmissiesnelheid van 384 kbit/s mogelijk. Vanuit de operationele kant is er veel interesse in de Mark III modems. De reden hiervoor is dat momenteel en in de nabije toekomst een behoefte bestaat aan het verspreiden van *situational awareness* informatie. Dit gaat gepaard met een groeiende bandbreedte behoefte. Ook wordt het nut van SNR in een amfibisch en joint scenario onderkend.

Binnen TNO is al voorbereidend werk voor het werk in 2009 verricht. Zo is een verkeersgenerator en -analyse tool ontwikkeld waardoor het mogelijk wordt om SNR te testen met de breedbandmodems onder een realistische verkeersbelasting van het SNR-netwerk. Daarbij worden de SNR-nodes aan ANEMUL gekoppeld om mobiliteit te emuleren binnen een operationeel scenario. Het is gebleken dat ANEMUL een zeer geschikt middel is om SNR te testen. Met CZSK is ten behoeve van het vervolgonderzoek dan ook een amfibisch landingscenario uitgewerkt waarbij is ingeschat wat de communicatie tussen de amfibische schepen en eventueel een wallocatie is. Deze zal als invoer worden aangeboden aan de verkeersgenerator.

Vaak is de beschikbaarheid van radio's een

probleem gebleken. Om dit te omzeilen zijn up/down converters ontwikkeld die het mogelijk maken de SNR UHF-modems direct aan ANEMUL te koppelen.

Daarnaast is onderzoek verricht naar fading modellen en de bruikbaarheid van deze modellen binnen ANEMUL om het radiokanaal nog realistischer te kunnen emuleren. Dan zijn er nog activiteiten binnen SNR gericht op het gebruik van HF. Hierbij wordt een vergelijk gemaakt tussen SNR over HF en de STANAG 5066 HF-IP Token Ring protocol. Dit vergelijk is nodig om beslissingen te maken voor toekomstige standaarden voor MANET over HF.

Voor 2009 staat (weer) CWID op het programma. Daarin staan voor wat betreft SNR breedband en HF centraal met als mogelijke deelnemers Finland, Canada, Griekenland, Groot-Brittannië, Duitsland en de VS. NLD en NOR nemen hiervoor het initiatief gebaseerd op de positieve resultaten van CWID 08.

VOORLOPIGE BEVINDINGEN

Met Subnet Relay is het goed mogelijk om ad hoc netwerken te vormen en om daarin nieuwe nodes toe te laten. Wanneer de nodes zich op de rand van het radio bereik be-

vinden, heeft het SNR-netwerk echter moeite met routing van het verkeer. Een directe verbinding van slechte kwaliteit krijgt de voorkeur ook als een alternatieve route over een relaisverbinding met betere kwaliteit beschikbaar is. Aanpassingen van de fabrikant aan het routeringsprotocol gericht op dit probleem kunnen de prestaties van SNR aanzienlijk verbeteren.

De testen met SNR en de smalbandige radio's gaven vaak grote vertragingwaarden. Niet elke applicatie kan hiermee omgaan. Testen met breedbandige radio's zijn nodig om te onderzoeken welke applicaties bruikbaar zijn binnen een SNR-netwerk.

Ook binnen field trials heeft SNR zich bewezen als een waardevolle toevoeging op bestaande communicatiesystemen:

- de mogelijkheid om een netwerk over verschillende locaties te distribueren is gedemonstreerd;
- interoperabiliteit met Noorwegen is gerealiseerd waarbij een werkende set van SNR-parameters settings is vastgesteld;
- de testen van SNR gecombineerd met IP crypto zijn succesvol verlopen.

De standaardisatie van een SNR-functionaliteit binnen NAVO verloopt voorspoedig

waarbij Nederland in het proces zowel operationeel als technisch een actieve rol speelt. De initiële MARLIN standaard is nog op SNR als systeem gericht. Dit zal implementaties door diverse fabrikanten kunnen stimuleren. In de toekomst is evenwel te verwachten dat in toenemende mate additionele functionaliteit zal worden ingebracht met als doel de ad hoc eigenschappen van MARLIN te vergroten. Ook hierin kan Nederland haar invloed blijven uitoefenen zodat ratificatie en, nog belangrijker, implementatie van de STANAG zal kunnen leiden tot het beschikbaar krijgen van deze belangrijke functionaliteit voor de operationele gebruiker.

TOT SLOT

De auteurs bedanken DMO, CZSK en MB voor de goede samenwerking, met name dank aan Roy Tjon a Loi (DMO), Erik Verheul (MB/DSP) en Kltz Henk Rohaan en Ltze1 Peter Freling (CZSK-N6) voor hun bijdrage aan dit artikel en aan Peter Hoef-sloot en Onno Mantel voor hun bijdrage vanuit TNO.

Subnet Relay: trendsetter voor maritieme ad hoc netwerken

EERSTE KERNINSTRUCTEURS BMS GECERTIFICEERD

Met de invoering van de CV90 wordt ook het project Battlefield Management System / DataCommunicatie Mobiel Optreden (BMS/DCMO) bij de gevechts- en ondersteunende eenheden geïntroduceerd. Het project bereikt in 2009 een aantal mijlpalen die het steeds zichtbaarder maken.

Voor de scholing tijdens de invoer van BMS/DCMO heeft het Opleidings- en Trainingscommando (OTCo) een tijdelijk Scholingsteam BMS/DCMO geformeerd met elf functies. Wanneer BMS/DCMO is ingevoerd, zullen opleidingen/trainingen volledig zijn geborgd binnen het OTCo.

Er zijn diverse gebruikers- en onderhoudsopleidingen onderkend, die worden gegeven op het OTCMan, de School Verbindingsdienst en op het OTCLog. Het Scholingsteam BMS/DCMO en de School Verbindingsdienst verzorgen via kerninstructeurs BMS/DCMO de kennisoverdracht aan de eindgebruikers van de parate CLAS-eenheden en verschillende onderdelen van OTCo. Dit gebeurt via een aantal gebruikersopleidingen op basis van het train-de-trainer principe. Binnen de CLAS-eenheden worden functionarissen opgeleid tot kerninstructeur

BMS/DCMO, die vervolgens de eindgebruikers opleiden.

Vier instructeur/trainers van de School Verbindingsdienst in Ede hebben in de afgelopen drie maanden, samen met het Kenniscentrum C2 Ondersteuning Landoptreden, de opleiding 'Kerninstructeur BMS' ontwikkeld en in een pilotcursus hebben zij aan-

getoond over de juiste competenties te beschikken om deze opleiding ook te geven. Het bijbehorende certificaat 'Kerninstructeur BMS' is hen dan ook door de commandant van de SVBDD tijdens een appel op 9 februari uitgereikt.

Hans Vaneman (Kenniscentrum C2 Ondersteuning Landoptreden)

