



Fase 3 rapport

Teknologivurdering i forbindelse med et landsdækkende radiosystem for beredskabsmyndighederne

9. marts 2006
Version 1.5

1	Formål med delanalysen	5
2	Sammenfatning	6
2.1	Det videre forløb	8
2.2	Læsevejledning	8
3	Gennemgang og evaluering af relevante teknologier	9
3.1	TETRA	10
3.1.1	Beskrivelse	10
3.1.2	Vurdering	11
3.2	MESA	11
3.2.1	Beskrivelse	11
3.2.2	Vurdering	11
3.3	GSM	12
3.3.1	Beskrivelse	12
3.3.2	Vurdering	12
3.4	GSM-R	12
3.4.1	Beskrivelse	12
3.4.2	Vurdering	13
3.5	UMTS	14
3.5.1	Beskrivelse	14
3.5.2	Vurdering	14
3.6	Mobilradiofunktionalitet på mobiltelefoninet GSM/UMTS/CDMA	14
3.6.1	Beskrivelse	14
3.6.2	Vurdering	15
3.7	TetraPol	16
3.7.1	Beskrivelse	16
3.7.2	Vurdering	17
3.8	APCO Project 25	17
3.8.1	Beskrivelse	17
3.8.2	Vurdering	17
3.9	Mesh Wi-Fi	18
3.9.1	Beskrivelse	18
3.9.2	Vurdering	18
3.10	Beredskabsmyndighedernes nuværende radiosystemer	18
3.10.1	Beskrivelse	18
3.10.2	Vurdering	19
4	Scoring af teknologier mod brugerkrav	21

4.1	Indledning	21
4.2	Sammenfatning.....	21
4.2.1	TETRA	22
4.2.2	GSM-R	22
4.2.3	GSM og UMTS.....	23
5	Opstilling af scenarier	24
5.1	Indledende forudsætninger.....	24
5.2	Konklusion	25
5.3	Scenarier.....	26
5.3.1	Scenarium1 – Basalt TETRA netværk.....	26
5.3.2	Scenarium 2 – Basalt TETRA netværk suppleret med datatjenester på kommercielle netværk.....	26
5.3.3	Scenarium 3 – Basalt TETRA netværk med TETRA2 "data overlay"	27
6	Bilag 1 - Generel beskrivelse af teknologier	29
6.1	TETRA	29
6.1.1	Generel beskrivelse	29
6.1.2	Funktionalitet.....	32
6.1.3	Integrering med IT systemer og applikationer	34
6.1.4	Fremtidig udvikling - TETRA release 2.....	36
6.2	MESA.....	37
6.3	Global System for Mobile Communication (GSM).....	38
6.3.1	Generelt	38
6.3.2	Funktionalitet og services i GSM fase 2	41
6.3.3	GSM fase 2+	42
6.3.4	General Packet Radio Service (GPRS).....	44
6.3.5	Fremtidig udvikling.....	49
6.4	GSM-R	50
6.4.1	Generel beskrivelse	50
6.4.2	Funktionalitet i EIRENE GSM-R	52
6.5	UMTS.....	55
6.5.1	Generel beskrivelse	55
6.5.2	Funktionalitet.....	55
6.6	Mobilradiofunktionalitet på mobiltelefoninet GSM/UMTS/CDMA	56
6.6.1	Rivada.....	57
6.7	TetraPol.....	59
6.8	APCO Project 25.....	59
6.9	Mesh Wi-Fi.....	60
6.9.1	Hvad er Mesh Wi-Fi	60

6.10	Integrationssystemer til at forbinde mobilradiosystemer	61
7	Bilag 2 – Scoring af teknologier mod brugerkrav	63
7.1	TETRA	64
7.2	GSM-R	70
7.3	GSM og UMTS.....	77
8	Bilag 3: Beskrivelse af konkrete henvendelser	83

1 Formål med delanalysen

Denne rapport er en delleverance i projektet "Analyser til forberedelse af et landsdækkende radiosystem" (aftale version 3.0 af 20. september 2005).

I denne rapport beskriver og vurderer Gartner og Devoteam Fisher & Lorenz (herefter blot Gartner) en række teknologier, der kan anvendes i forbindelse med etablering af et landsdækkende radiosystem for beredskabsmyndighederne. Baseret på disse vurderinger beskrives et antal scenarier for opbygningen af et mobilradiosystem. Gartner anbefaler i denne rapport en teknologi og et scenarium. Dette giver mulighed for efterfølgende at gennemføre en detaljeret "netværksplanlægning" og opstille omkostningsestimater for etablering og drift af et sådant netværk.

2 Sammenfatning

De danske nød- og beredskabsorganisationer har beskrevet en række behov for funktionalitet i forbindelse med etablering af et nyt mobilradiosystem til understøttelse af deres operationelle arbejde.

Myndighederne har i dag typisk ældre mobilradiosystemer, der understøtter det basale operationelle arbejde, primært med funktioner til tale, og begrænsede eller ingen funktioner til transmission af data. Systemerne er designet med fokus på sikkerhed og enkelthed, og de er typisk indrettet, så de både kan håndtere det daglige brug og samtidig kan anvendes i forbindelse med ekstraordinære situationer som større ulykker, egentlige katastrofer og planlagte begivenheder, hvor mange personer skal have radiodækning indenfor et begrænset område.

Alternativerne til disse ældre teknologier kan groft opdeles i tre grupper:

- Radiosystemteknologier der er udviklet til beredskabsmyndighederne, og hvor der findes et velfungerende marked med flere konkurrerende leverandører af infrastrukturteknologi og services. TETRA er et eksempel på en sådan teknologi.
- Kommercielle mobiltefonteknologier med etablerede markeder og kommercielle operatører. GSM, UMTS og GPRS er eksempler på denne type teknologier.
- Nye radiosystemteknologier udviklet til beredskabsmyndigheder samt blandings-scenarier, hvor flere teknologier bringes i anvendelse. Typisk for disse teknologier og teknologiscenarier gælder det, at der ikke findes et egentligt etableret marked, og at der er betydelig risiko forbundet med at være den først større bruger.

Moderne radiosystemer udviklet specifikt til nød- og beredskabsbrugerne (første gruppe ovenfor) opfylder de behov, der er defineret for basale talefunktioner, men savner de datatransmissionsmuligheder, der tilbydes i kommercielle systemer til konsummarkedet (f.eks. GSM og UMTS).

Gartners analyse viser, at der ikke er kommercielle mobilkommunikationssystemer (anden gruppe ovenfor), der på tilfredsstillende vis kan opfylde de definerede specialiserede funktionelle behov for talekommunikations funktionalitet. De vigtigste mangler er funktioner som nødopkald, gruppekald og mobil-til-mobil opkald udenom infrastrukturen. Desuden er det et problem, at kommercielle mobiloperatører ikke kan garantere den pålidelighed, som beredskabsmyndighederne kræver.

Det er Gartners anbefaling, at det danske beredskab afholder sig fra at anvende umodne teknologier, og teknologier hvor der ikke er en vis "forsyningssikkerhed" og en vis sikkerhed for et velfungerende marked de næste 10- til 15 år. Gartner kan derfor ikke anbefale, at man vælger teknologier, der falder i den tredje gruppe ovenfor.

Gartner anbefaler beredskabsmyndighederne at basere deres fælles radio-kommunikation på TETRA teknologien. Anbefalingen er baseret på den konkrete vurdering af de enkelte teknologiers markedspostion og er desuden baseret på en vurdering af teknologiernes opfyldelse af de behov, beredskabsmyndighederne har defineret.

De danske nød- og beredskabsbrugere har (i tråd med den trend Gartner ser i andre lande), beskrevet en række behov i forhold til muligheden for datatransmission. På dette område kan et radionetværk alene baseret på TETRA på længere sigt vise sig at være utilstrækkeligt. TETRA giver mulighed for datatransmission med en moderat båndbredde, og dette vil være tilstrækkeligt for en lang række af de systemer, der påtænkes anvendt. Det gælder bl.a. alle politiets eksisterende systemer.

Systemer til levende video transmission fra ulykkesstedet, systemer til overførsel af billeder i høj opløsning (f.eks. i forbindelse med elektroniske patientjournaler) er eksempler, hvor der typisk stilles krav til en højere båndbredde, end man kan få med TETRA.

Den basale kommunikation har høje krav til sikkerhed i leverancen af services, der leveres af de specialiserede systemer. Denne sikkerhed kan de danske nød- og beredskabsmyndigheder ikke gå på kompromis med, hvorfor TETRA bør udgøre ryggraden i det fremtidige kommunikationssystem.

Gartner ser en begyndende "best practice" blandt udenlandske nød- og beredskabsbrugere, hvor alle eller udvalgte datatunge funktioner placeres i et kommercielt netværk, hvor service så leveres efter "best effort" – altså "så godt som forholdende tillader". En sådan todelt strategi mener vi også, at de danske nød- og beredskabsmyndigheder kan gøre brug af.

Man kan efterfølgende vælge at supplere en TETRA løsning med teknologier, der giver ekstra båndbredde på datasiden. Her kan en række teknologier som datadelen af GSM (GPRS), UMTS og Mesh Wi-Fi komme på tale.

2.1 Det videre forløb

Den detaljerede netværksplanlægning beskrives i senere delaflevering og vil yderligere beskrive forskellige tekniske varianter af scenarier, f.eks. virkningen ved forskellige krav til dækning og redundans.

Omkostningsberegningerne beskrives ligeledes i en senere delaflevering og tager resultaterne fra den detaljerede netværksplanlægning som input. Her vil der bl.a. yderligere blive vurderet forskellige økonomiske scenarier, f.eks. eget vs. operatørdrevet netværk.

2.2 Læsevejledning

I kapitel 3 gennemgås de teknologier, Gartner har vurderet at være relevante som mulige mobilradiosystemer for de danske beredskabsmyndigheder.

Baseret på en samlet vurdering foretages en udvælgelse af de teknologier, der danner udgangspunkt for udarbejdelsen af en række scenarier beskrevet i kapitel 5 .

Vurderingen består af:

- En generel vurdering af teknologierne, f.eks. teknologiens manglende modenhed, åbenlyse mangler samt markeds- og leverandørmæssige forhold.
- En specifik vurdering op imod de krav de danske beredskabsmyndigheder har opstillet i nærværende projekt (gennemført i kapitel 4) for udvalgte teknologiers vedkommende.

I kapitel 4 er udvalgte mobilradioteknologier vurderet op imod de krav, de danske beredskabsmyndigheder har opstillet i nærværende projekt.

I kapitel 5 beskrives en række scenarier for, hvordan et mobilradiokommunikationssystem teknisk kan opbygges for de danske beredskabsmyndigheder baseret på vurderingerne foretaget i de foregående kapitler. Disse scenarier vurderes indbyrdes.

Resultatet er en anbefaling fra Gartner af, hvilket scenarium der efterfølgende skal gennemføres detaljeret netværksplanlægning og økonomiske beregninger for.

3 Gennemgang og evaluering af relevante teknologier

Dette kapitel indeholder en gennemgang af de teknologier, der efter Gartners vurdering er relevante at inddrage i forbindelse med etablering af et sammenhængende radionetværk for beredskabet.

Vi har udvalgt teknologier og teknologiske koncepter, der alle kan udgøre et bud på løsningen af det overordnede problem radioudvalget skal løse: nemlig at ”udarbejde et oplæg til et nyt landsdækkende radiokommunikationssystem for det samlede beredskab” (radioudvalgets kommissorium).

Vi har således udeladt en række teknologier og løsninger, der f.eks. kan tilvejebringe radiodækning lokalt ved at fremføre udstyr til et skadested f.eks. Ericsson QuicLink og tilsvarende. Disse løsninger kan efterfølgende evalueres som mulige udvidelser til et egentligt landsdækkende radiosystem.

I forbindelse med vurderingen af en teknologi inddrages en række forskellige kriterier, der har betydning for den risiko, der er forbundet med at vælge teknologien:

- Markedets modenhed (herunder konsolideringsgrad i forhold til leverandører).
- Markedets samlede størrelse.
- Markedet for terminaler – herunder antallet af leverandører der udbyder terminaler.
- Servicemarkedets størrelse.
- Gennemsnitlig overskudsgrad for leverandørerne.
- Antallet af leverandører.
- Leverandørernes finansielle styrke og stabilitet.
- Størrelsen af supportorganisationerne.
- Antallet af længerevarende kontrakter i markedet.

I denne gennemgang foretages en række fravalg af teknologier bl.a. på baggrund af manglende teknologisk modenhed, åbenlyse mangler i funktionalitet samt markeds- og leverandørmæssige forhold.

I gennemgangen af teknologier tages der udgangspunkt i den ”typiske” implementering – altså den måde som teknologien typisk er implementeret her og/eller i andre lande. Når vi ser på GSM, er det altså GSM som operatører og løsningsleverandører typisk vil etablere et GSM-netværk. Kun på den måde kan man tale om et marked, hvor der er konkurrerende alternative leverandører og mulighed for vurdere ”forsyningsikkerheden” på længere sigt.

Det vil være muligt at etablere et netværk baseret på GSM-komponenter hvor man ved hjælp af tilretninger og særlige opsætninger får tilfredsstillet mange af de kritiske behov opstillet i fase 1-rapporten. Et sådant netværk betragter vi som en specialudviklet løsning, hvor der ikke findes et veldefineret marked. Danmark ville i givet fald

være markedet, og en sådan løsning falder derfor udenfor de tekniske scenarier Gartner mener det er relevant at inddrage.

3.1 TETRA

3.1.1 Beskrivelse

TETRA (Terrestrial Trunked Radio) er et mobilradiosystem standardiseret i Europa af ETSI og rettet mod nød- og beredskabsbrugernes behov.

TETRA har en fuld palette af mobilradiofunktioner f.eks.:

- Gruppe- og individuelle kald.
- Hurtig opsætning af gruppekald (under 300 ms).
- Nødopkald og prioritering af opkald.
- Kryptering af transmission.
- Operatørpladser.
- Datatransmission.
- Statusmeldinger og tekstbeskeder.
- "Direct Mode" eller "DMO" hvor man kan tale sammen direkte mellem to håndsæt - udenom infrastrukturen.

Der er omkring 600 TETRA netværk i operationel drift i 70 lande. Det største marked har været nød- og beredskabsbrugere, efterfulgt af transportsektoren. Gartner vurderer, at TETRA er en moden og gennemprøvet teknologi, der har vist sin anvendelighed for nød- og beredskabsbrugere over hele verdenen.

De største TETRA netværk er O2 Airwaves i England med 3600 basestationer og 140.000 radioer efterfulgt af C2000 i Holland med 950¹ basestationer.

TETRA markedet er et marked i fortsat vækst. Der tegnes fortsat nye kontrakter på TETRA netværk. Der udvikles ny funktionalitet, senest den udvidede standard TETRA2, der vil give mulighed for højere datahastigheder end i dag. Gartner vurderer, at leverandørerne i dette marked investerer mellem 650 og 900 millioner Euro om året på udvikling af TETRA produkter

TETRA er et velfungerende marked, med flere leverandører på såvel terminalsiden som infrastrukturensiden. I de fleste udbud, hvor TETRA har været en mulighed, har der været flere uafhængige TETRA leverandører, der har budt, både på håndsæt og infrastrukturensiden.

Promovering af TETRA standarden promoveres af organisation TETRA MoU (www.TETRAMou.org).

¹ På ca. 400 antennepositioner
consulting

Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Med et globalt marked i stadig vækst og flere uafhængige leverandører på både infrastruktur og håndsæt vurderer Gartner, at der også vil være et fungerende marked for TETRA terminaler, infrastrukturkomponenter og services de næste 15 år.

3.1.2 Vurdering

Gartner vurderer, at TETRA lever op til kravet om et velfungerende profitabelt multi-leverandørmarked, der vil give høj "forsyningssikkerhed" for beredskabsmyndighederne de næste 10-15 år.

Jfr. afsnit 4.2.1 vurderer Gartner, at TETRA som teknologi i alt væsentlighed opfylder de krav de danske nød- og beredskabsbrugere har fremsat. TETRA vil således kunne indfri brugernes behov for funktionalitet, især på den basale "mission critical" kommunikation, der hovedsageligt er baseret på tale.

Gartner anbefaler derfor TETRA som en mulighed for det videre scenariewarbejde.

3.2 MESA

3.2.1 Beskrivelse

MESA¹ er et standardiserings samarbejde mellem europæiske ETSI² og amerikanske TIA³ der blev etableret i år 2000. Efterfølgende er samarbejdet udvidet til også at omfatte andre standardiseringsorganisationer, f.eks. fra Canada og Asien.

Målet er at skabe næste generation mobilradiosystemer for nød- og beredskabsmyndighederne. I Europa vil det være efterfølgeren for TETRA.

MESA skal altså ikke opfattes som en eksisterende teknologi på markedet på linie med TETRA eller GSM.

3.2.2 Vurdering

Det er Gartners vurdering, at MESA tidligst efter 2010 (hvis nogensinde), vil være klar med færdigstandardiserede systemer. Vurderingen er bl.a. baseret på fraværet af klare tilsagn fra de kommercielle kræfter i markedet. Arbejdet og fremdriften har hidtidig været drevet af brugerne, og før de producenterne i markedet viser vilje til at investere i udviklingen af teknologi og services, vil MESA forblive en skrivebordsøvelse.

På denne baggrund har vi valgt ikke at lade MESA indgå i de videre overvejelser om et nyt landsdækkende mobilradiosystem.

¹ Mobility for Emergency and Safety Applications

² European Telecommunications Standards Institute

³ Telecommunications Industry Association

3.3 GSM

3.3.1 Beskrivelse

GSM (Global System for Mobile Communication) er det mest udbredte mobiltelefonisystem, med netværk i over 200 lande. Der findes GSM netværk over det meste af verden. GSM er også kendt som 2G (anden generation) mobiltelefoni.

Systemet tilbyder telefoniservices som individuelle kald, SMS tekstbeskeder, tredjepartssamtaler. De mere specialiserede radioservices som beskrevet for f.eks. TETRA mangler dog.

GSM tilbyder datatjenester i form af kredsløbskoblet og pakkekoblet data (GPRS), hvor de reelle datahastigheder kan komme op på 40-50 kbit/s. Med EDGE teknologien (der er ved at blive introduceret i Danmark) kan datahastighederne under særligt gunstige forhold komme op på 384 kbit/s, men mere realistisk skal man nok forvente ca. 1/3 af denne hastighed.

GSM kom på markedet i starten af 1990, og man rundede bruger nummer en milliard i starten af 2004. GSM teknologien er således meget moden og velafprøvet teknologi.

Der findes en række infrastrukturleverandører og endnu flere leverandører af hånd-sæt, der kan bruges på forskellige netværk. Der findes således et stærkt og konkurrencepræget flerleverandør marked.

Med fremkomsten af næste generations mobiltelefonisystemer (UMTS/CDMA) må det dog forventes, at markedsfokus vil skifte på sigt. På trods af dette er det Gartners vurdering, at der stadig vil være et levende GSM marked om 10 år.

3.3.2 Vurdering

Når funktionaliteten i GSM holdes op mod de behov beredskabsmyndighederne har defineret står det klart, at GSM som teknologi har en række væsentlige mangler i form af manglende essentielle services som nødopkald, gruppekald og mobil-til-mobil opkald udenom infrastrukturen.

På baggrund af disse funktionelle utilstrækkeligheder kan Gartner ikke anbefale GSM som primær teknologi til de danske nød- og beredskabsbrugeres radionetværk.

GSM tilbyder dog datatjenester, der kan være interessante som supplement til et primært nød- og beredskabsnet.

3.4 GSM-R

3.4.1 Beskrivelse

GSM-R er et mobilradiosystem baseret på GSM standarden med funktioner udviklet

consulting

Gartner

specifikt mod de europæiske jernbaners behov.

Foruden de almindeligt udbredte GSM tjenester (f.eks. individuel tale og SMS'er) omfatter specifikationerne også de såkaldte "GSM fase 2" og "GSM 2+" standarder med en række ekstra funktioner: "broadcast (voice)", hvor én bruger kan tale til en række andre brugere (envejskommunikation), gruppekald (voice), hvor personer indenfor en gruppe kan tale, forbedret prioritetsfacilitet med nødopkald og afbrydelse af igangværende teletrafik ("pre-emption") samt "General Packet Radio Service" (GPRS), der giver mulighed for at sende data over nettet.

Herudover er der udviklet en række jernbanespecifikke funktioner, f.eks.:

- Funktionel og positionsafhængig adressering af opkald baseret på en entydig tog-identifikation.
- To typer nødopkald.
- Rangérfunktion med toneindikation.
- "Direct Mode" og områdebestemt gruppekald, f.eks. lokomotivfører-til-lokomotivførere indenfor samme lokalområde.
- Detaljerede funktions- og systemkrav for tre typer mobilterminaler: Kabineterminaler til trækraftenheder/lokomotivfører (Cap-radio), Operationelle radioer til driftspersonale og General Purpose Radios til mere administrativt orienteret personale, herunder passagerorienterede tjenester og tjenesteområder.

Hovedparten af de europæiske lande har implementeret GSM-R (14 lande), hvoraf Siemens har leveret hovedparten af systemerne. Den anden betydende GSM-R infrastruktur-leverandør Nortel har kun en ubetydende markedsandel i Europa.

I Europa er GSM-R et marked præget af meget få nyinvesteringer. Leverandørernes markedsfokus må forudses at skifte hen imod vedligeholdelses opgaver på bekostning af nyudvikling af funktionalitet.

3.4.2 Vurdering

Markedssituationen i Europa er præget af et de-facto monopol med Siemens som den altdominerende spiller og lille udsigt til større nyinvesteringer. Gartner mener, at dette udgør et betydeligt kommercielt risikomoment for en eventuel investering i et landsdækkende mobilradiosystem for den danske nød- og beredskabsbrugere.

Gennemgangen af GSM-R teknologien mod de behov de danske nød- og beredskabsbrugere har opstillet viser en række alvorlige mangler ved GSM-R.

Markedssituationen i Europa kombineret med den manglende kravopfyldelse af den danske nød- og beredskabsbrugers krav på væsentlige områder bevirker, Gartner ikke kan anbefale GSM-R som en mulig teknologi til et landsdækkende mobilradiosystem for de danske nød- og beredskabsbrugere.

3.5 UMTS

3.5.1 Beskrivelse

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) er et europæisk udviklet "tredje generations mobilt netværk" (3G). Som standard henregnes UMTS til familien af 3G standarder benævnt International Mobile Telecommunications 2000 eller forkortet IMT-2000 familien

UMTS er et mobiltelefonisystem rettet mod samme markedssegment som GSM og med sammenlignelige services, dog med mulighed for højere datahastigheder.

UMTS er i operationel drift i Danmark ved selskaberne 3 og TDC. Derudover har Teli en UMTS licens i Danmark. En fjerde licens er i udbud og forventes tildelt inden årets udgang.

Der er ca. 40 millioner 3G brugere i verden, hvoraf ca. 17 millioner anvender europæiske UMTS systemer. 3G markedet er således langt fra så udbygget som GSM, men er et marked i vækst.

Der findes adskillige leverandører af både infrastruktur og terminaler, og det er generelt Gartner vurdering, at der eksisterer et velfungerende og konkurrencepræget flerleverandørmarked.

3.5.2 Vurdering

I scoringen af UMTS op imod kravene fra de danske nød- og beredskabsbrugere har det vist sig, at UMTS som teknologi har en række væsentlige mangler i form af manglende essentielle services som nødopkald, gruppekald og mobil-til-mobil opkald udenom infrastrukturen.

På den baggrund kan Gartner ikke anbefale UMTS som primær teknologi til de danske nød- og beredskabsbrugeres radionetværk.

UMTS tilbyder dog datatjenester, der kan være interessante som supplement til et primært nød- og beredskabsnet. Dette behandles selvstændigt under scenariebeskrivelserne.

3.6 Mobilradiofunktionalitet på mobiltelefonet GSM/UMTS/CDMA

3.6.1 Beskrivelse

"Voice over IP" (VoIP) er en teknologi, der benyttes til at tale via en dataforbindelse (IP forbindelse), f.eks. over internettet eller over en virksomheds interne netværk. VoIP er en forholdsvis moden og gennemprøvet teknologi.

VoIP har også fundet anvendelse i mobile net. Princippet er, at man benytter datamulighederne i en radioteknologi til at transmittere tale som data. VoIP kører således

helt udenom mobilkommunikationssystemets normale tale services og er i princippet at betragte som enhver anden dataapplikation. Gevinsten ved en sådan arkitektur er, at man kan bygge nye funktioner, der ikke findes i det underliggende mobilkommunikationssystem.

Der er lanceret services under navnet PoC¹ med funktionalitet til gruppekald på GSM systemer. Gruppekaldet initieres ved tryk på en tast på GSM mobiltelefonen og routes ud til medlemmerne af den pågældende gruppe.

Det er Gartners vurdering, at denne service er positioneret til konsummarkedet og til små og mellemstore virksomheder. En målgruppe kunne være en gruppe af unge mennesker, der ønsker at tale sammen i en gruppe, eller den lille vognmand, der har behov for simpel gruppekommunikation.

P.t. er PoC ikke en standardiseret teknologi, men der pågår arbejder i 3GPP² på at standardisere teknologien og services. Gartner vurderer, at de første stabile standarder vil blive frigivet medio 2006. Herefter skal der udvikles udstyr, hvilket erfaringsmæssigt vil tage mellem 1 og 2 år.

PoC er på kort og mellemlangt sigt en uprøvet og ikke-standardiseret teknologi.

Markedssituationen er ligeledes usikker. Det er uklart, om teknologien vil blive understøttet af betydende leverandører, og om der vil være udbydere af tjenester. Dette vil i vid udstrækning afhænge af, om der findes et tilstrækkeligt antal interesserede brugere.

Som tjenesterne er lagt op, vil de blive afviklet på offentlige mobiltelefoninettet som GSM, UMTS og CDMA. Det betyder at tjenesterne:

- Er sårbare overfor nedbrud i mobiltelefonisystemet, f.eks. ved strømsvigt.
- Vil blive afbrudt af manglende kapacitet – f.eks. ved overbelastning af nettet i en ulykkesituation (et tidspunkt hvor nød- og beredskabsbrugere netop har brug for tjenesten).
- Mangler prioritet af bestemte brugergrupper – de "almindelige" brugere kan tage kapacitet på lige fod med nød- og beredskabsbrugeren.
- Ikke kan fungere direkte mellem to mobilterminaler udenom infrastrukturen, det understøtter mobiltelefonisystemerne ikke.

3.6.2 Vurdering

PoC tjenesterne tilbyder ikke de essentielle funktioner krævet af de danske nød- og beredskabsbrugere.

Det er en ny og uprøvet teknologi, og standarden er stadig er under udvikling.

¹ PoC – Push-to-talk over Cellular

² 3GPP – Third Generation Partnership Project – samarbejdsorgan hvorunder 3G mobiltelefoni standardiseres

Den baseres på offentlige mobiltelefonitjenester.

Af ovenstående grunde kan Gartner ikke anbefale de danske nød- og beredskabsmyndigheder at basere det landsdækkende mobilradiosystem på PoC eller tilsvarende VoIP tjenester.

3.7 TetraPol

3.7.1 Beskrivelse

Tetrapol er en mobilradio teknologi udviklet af det franske firma EADS (tidligere Matra). Funktionerne er rettet mod nød- og beredskabsbrugere og inkluderer:

- Individuelle og gruppekald.
- Nødopkald.
- Operatørpladser.
- Kryptering af tale og data.

Der er ca. 80 netværk i 34 lande, der benytter TetraPol, primært af nød- og beredskabsbrugere i de enkelte lande. Senest har det nationale politi i Brasilien besluttet at anskaffe et Tetrapol baseret netværk. Andre kunder er lufthavne og transportfirmaer.

Markedet for Tetrapol er domineret af den franske producent EADS. EADS er med sine over 100.000 ansatte (heraf ca. 23.000 er indenfor forsvars- og kommunikationssegmentet) en spiller med betydelig vægt.

Det er imidlertid Gartners vurdering, at EADS er den eneste reelle Tetrapol leverandør af både infrastruktur og terminaler. Gartner følger løbende alle større kontrakter, der indgås mellem operatører og leverandører, og vi har ikke kendskab til bud, hvor der har været flere uafhængige Tetrapol bydere. Markedet er således reelt monopoliseret.

EADS har købt Nokias TETRA division i 2005. Det kan vise sig, at dette vil ændre EADS markedsfokus fra Tetrapol til TETRA. Hvis det sker, vil det svække Tetrapol markedet og investeringerne i udvikling af teknologien.

Tetrapol systemer fremkom i slutningen af 1980'erne som led i et udviklingsprogram under den franske regering. Senere forsøgte EADS at få anerkendt Tetrapol som en standard på linie med TETRA via den såkaldte PAS¹ procedure i ETSI. Dette endte dog med at blive afvist af ETSI.

Tetrapol er således ikke en standard og er ikke anerkendt som en sådan af nogen standardiseringsorganer i verden.

¹ Publicly Available Specifications
consulting

Citat kun med tydelig kildeangivelse.

3.7.2 Vurdering

Tetrapol ser ud til i store træk at kunne løse de tekniske krav de danske nød- og beredskabsmyndigheder har opstillet.

Tetrapol er imidlertid ikke en standardiseret teknologi og leveres udelukkende af ét firma, EADS. Der er således ikke tale om et fler-leverandørmarked i konkurrence. Endelig har EADS yderligere spredt sit markedsmæssige fokus ved købet af Nokias TETRA division.

Gartner vurderer derfor, at der er en ikke ubetydelig risiko ved at basere det nationale netværk på et Tetrapol løsning. Det er i høj grad usikkert, om der stadig om 10-15 år vil være et Tetrapol marked i udvikling, eller et Tetrapol marked overhovedet.

Derfor kan Gartner ikke anbefale de danske nød- og beredskabsmyndigheder at anskaffe et Tetrapol baseret system.

3.8 APCO Project 25

3.8.1 Beskrivelse

"APCO¹ Project 25" (eller blot "APCO25") er et sæt af industristandarder for digital mobilradio rettet mod nød- og beredskabsbrugere.

Standarderne er defineret af en række interesseorganisationer, både nød- og beredskabsbrugere samt private virksomheder. Organisationerne kommer i langt overvejende grad fra USA. USA er også det primære marked for APCO25.

Funktionerne omfatter de typiske mobilradiosystem-funktioner som individuelle samtaler, gruppesamtaler, nødopkald, kryptering af samtaler, mulighed for operatørpladser etc.

3.8.2 Vurdering

Markedet for APCO 25 udgøres alt overvejende af myndigheder og virksomheder i Nord Amerika. Der er praktisk taget ingen installationer i Europa. Der er derfor heller ingen reelle kompetencer på APCO 25 i Europa, f.eks. til opsætning, konfiguration og drift af netværk og terminaler, eller udvikling af applikationer.

Selvom denne kompetence findes i Nord Amerika, er det Gartners vurdering, at det vil være risikofyldt at være den første bruger med et stort landsdækkende APCO25 mobilradiosystem på et nyt kontinent.

Den manglende reelle tilstedeværelse i Europa bevirker, at Gartner ikke kan anbefale APCO 25 som en teknologi til et landsdækkende mobilradiosystem for de danske nød- og beredskabsbrugere.

¹ APCO – Association of Public-Safety Communications Officials
consulting

Citat kun med tydelig kildeangivelse.

3.9 Mesh Wi-Fi

3.9.1 Beskrivelse

Meshed Wi-Fi er en teknologi og tilhørende protokoller, der tillader enheder udstyret med trådløst datatransmissionsudstyr at forbinde sig i ad-hoc trådløse netværk. De mobile enheder bør kunne:

- Kommunikere med fastnet infrastrukturen via basestationer – hvis en sådan infrastruktur er implementeret.
- Oprette trådløse ad-hoc netværk med andre mobile enheder.
- Afvikle brugerapplikationer.

3.9.2 Vurdering

Mesh Wi-Fi er baseret på Wi-Fi (trådløs LAN), hvor de enkelte celler har en begrænset rækkevidde, typisk et par hundrede meter under ideelle forhold. Den begrænsede rækkevidde betyder, at det ikke på kort sigt er realistisk at etablere Wi-Fi netværk, der garanterer landsdækkende infrastrukturbaseret dækning.

Der kan i bedste fald blive tale om isolerede "ø-dækninger" i særligt udvalgte områder.

Gartner ser, at det markedsfølsomme fokus på applikationssiden ligger på dataapplikationer. F.eks. transmission og visning af videooptagelser indenfor et trådløst meshed netværk på et skadested, eller transmission af bygningstegninger eller andre datatunge informationer fra et kommandostade til indsatsstyrkerne i området.

En konsekvens af den manglende realistiske mulighed for at lave landsdækning (der er et krav fra nød- og beredskabsbrugere), sammenholdt med det markedsfølsomme fokus på dataapplikationer, gør, at Gartner mener, at det er usandsynligt, at der vil blive udviklet taleapplikationer, der understøtter de behov nød- og beredskabsbrugere har opstillet.

Gartner mener derfor ikke, at Mesh Wi-Fi er en mulighed som et landsdækkende mobilradiosystem for de danske nød- og beredskabsbrugere.

Mesh Wi-Fi kan derimod godt tænkes anvendt i tillæg til et mobilradiosystem, hvor mobilradiosystemet varetager den basale vigtige ("mission critical") talekommunikation og Mesh Wi-Fi systemet, eventuelt i samspil med andre datatransmissionsteknologier, som GPRS eller UMTS, varetager udvalgte datatunge applikationer baseret på "best effort" kvalitet. Dette behandles under scenarier.

3.10 Beredskabsmyndighedernes nuværende radiosystemer

3.10.1 Beskrivelse

Her tænkes på muligheden for fortsat at anvende nød- og beredskabsmyndighedernes nuværende (analoge) mobilradiosystemer, evt. tilføjet funktionalitet, der muliggør

consulting

Gartner

kommunikation mellem de forskellige netværk.

3.10.2 Vurdering

En række undersøgelser af de danske nød- og beredskabsmyndighedernes nuværende radiosystemer, senest ved Accentures rapport maj 2003, har konkluderet, at de danske nød- og beredskabsradionet står overfor en udskiftning på kortere og længere sigt. Specifikt noterer Accenture sig at:

De eksisterende interne radiokommunikationssystemer for de analyserede beredskaber er meget forskellige med hensyn til funktionalitet, ydeevne og alder. Det betyder, at flere aktører på beredskabsområdet står overfor at skulle udskifte deres nuværende radiokommunikationssystemer i løbet af de næste 10 år af følgende årsager:

- Systemet er forældet og kan ikke repareres.
- Det er ikke længere muligt at skaffe reservedele til reparationen af systemet, fordi leverandøren ikke længere er forpligtet til at levere reservedele.
- Man har behov for nye funktionaliteter, blandt andet datafunktionalitet, for at opretholde et tidssvarende og effektivt beredskab

Gartner har i interviewene med de danske nød- og beredskabsbrugere specifikt noteret sig, at politiet som en væsentlig spiller står overfor et akut behov for at skulle udskift sit nuværende Thor mobilradiosystem.

Det betyder, at mindst en stor beredskabsmyndighed vil skulle anskaffe et nyt landsdækkende mobilradiosystem indenfor en kortere tidshorisont. Dette uanset om der i øvrigt introduceres integrationssystemer, der kan forbinde de nuværende mobilradiosystemer og dermed give mulighed for øget tværgående radiokommunikation.

Gartner mener derfor ikke, at der er en option at bibeholde de nuværende mobilradiosystemer for alle de danske nød- og beredskabsmyndigheder. Der vil skulle anskaffes et nyt landsdækkende mobilradiosystem.

Integration af mobilradiosystemer vha. integrationsprodukter kan være en mulighed i forbindelse med introduktion af et nyt landsdækkende moderne mobilradiosystem:

- I en overgangsfase både for den enkelte beredskabsmyndighed og mellem beredskabsmyndighederne, hvor der vil være brugere på de eksisterende radiosystemer og på det nye radiosystem.
- Som en permanent foranstaltning der tillader nogle beredskabsmyndigheder at bibeholde deres nuværende mobilradiosystemer i længere tid ved at muliggøre kommunikation med et nyt landsdækkende mobilradiosystem, dog ikke med det nye mobilkommunikationssystems fulde funktionalitet.
- Som en mulighed for at forbinde andre, for beredskaberne, perifere radiosystemer til det nye landsdækkende mobilradiosystem.

Beslutningen om eventuel anskaffelse af et integrationssystem, og hvordan det i givet fald skal anvendes, jfr. ovenstående, vil imidlertid ikke være styrende for det aktuelle valg af nyt mobilradiosystem.

Gartner anbefaler derfor, at overvejelserne omkring eventuel introduktion af et inte-

grationssystem udsættes, til der er truffet beslutning om et nyt landsdækkende mobilradiosystem.

4 Scoring af teknologier mod brugerkrav

4.1 Indledning

Gartner har i projektet gennemført en indsamling og dokumentation af krav til et nyt nød- og beredskabs radiosystem hos de danske nød- og beredskabsbrugere. Dette er blevet dokumenteret i rapporten "Fase1 rapport - Beredskabsmyndighedernes behov til et landsdækkende radiosystem". Som tidligere nævnt er der tale om teknologierne som de typisk er implementeret, således at man kan tale om et egentligt marked med flere alternative leverandører.

I nærværende teknologivurdering er udvalgte teknologier vurderet i forhold til de ovennævnte brugerkrav.

I "Bilag 2 – Scoring af teknologier mod brugerkrav" har Gartner vurderet opfyldelsen af hvert enkelt krav for den pågældende teknologi og dokumenteret dette på skemaform. I afsnit 4.2 vises de den samlede behovsopfyldelse for de teknologier, hvor der findes et reelt marked. Vi har således udeladt teknologier, der vurderes som umodne eller særligt risikobetonede. Resultatet af denne scoring af brugerkrav benyttes i vurderingen og udvælgelse af teknologier i kapitel 3 .

4.2 Sammenfatning

Teknologi	Vægtning	Opfyldt	Delvist opfyldt	Ikke opfyldt	Udenfor vurdering
TETRA	Kritisk	31	2	0	8
	Vigtig	7	1	1	2
	Mindre vigtig	2	0	0	1
	Total	40	3	1	11
GSM-R	Kritisk	21	5	8	7
	Vigtig	7	1	1	2
	Mindre vigtig	1	0	1	1
	Total	29	6	10	10
GSM	Kritisk	14	4	17	6
	Vigtig	7	1	1	2
	Mindre vigtig	1	0	1	1
	Total	22	5	19	9
UMTS	Kritisk	14	4	17	6
	Vigtig	8	0	1	2
	Mindre vigtig	1	0	1	1
	Total	23	4	19	9

4.2.1 TETRA

Når man ser på de basale "mission critical" services, hovedsageligt koncentreret omkring tale, vurderer Gartner, at TETRA teknologien i tilstrækkelig og tilfredsstillende grad opfylder de opstillede brugerkrav.

Der er to kritiske krav, der er delvist opfyldt:

1. Roaming til Sverige – Id 10. Afhænger af valgte leverandører i Sverige og Danmark.
2. Gruppekald kan afbryde individuelle og gruppekald – Id 25. Almindelige gruppekald kan kun afbryde andre gruppekald, ikke individuelle kald.

Gartner vurderer, at vil være muligt for de danske nød- og beredskabsbrugere at arrangere deres arbejdsgange og brug af den valgte teknologi, så den ønskede brugerfunktionalitet alligevel kan opnås.

TETRA tilbyder en datatjeneste med en båndbredde, der kan udgøre en begrænsning i forhold til visse fremtidige applikationer. Dette forventes i et vist omfang at blive løst med den kommende opgradering af til TETRA2, hvor datahastighederne forøges. Herudover vil der være mulighed for at inddrage andre trådløse kommunikationsteknologier som supplement til TETRA for afvikling af datatunge applikationer.

Scoringen af TETRA op imod brugerkravene har således ikke givet Gartner anledning til at fravælge teknologien som en mulig løsning til de danske nød- og beredskabsbrugere.

4.2.2 GSM-R

GSM-R teknologien har 5 kritiske krav, der kun er delvist opfyldt, og 8 kritiske krav der ikke er opfyldt.

F.eks. er DMO – dvs. mobil til mobil samtaler udenom infrastrukturen ikke muligt. Denne funktionalitet har de danske nød- og beredskaber tillagt afgørende betydning, f.eks. i brandvæsnets kommunikation med røgdykkere, som ekstra kapacitet på skadesteder eller forbedring af dækningen, f.eks. ind i bygninger.

Hvis de danske nød- og beredskaber skulle basere deres mobilradiosystem på GSM-R ville der skulle findes en løsning på dette problem. F.eks. ved udvikling af specielle GSM-R radioer med DMO option i form af transmission på andre frekvenser i walkie-talkie mode. Det vil potentielt være dyrt og være en proprietær løsning.

Opsætningstiden af gruppesamtaler tager i størrelsesordenen "et par sekunder" hvilket de danske nød- og beredskabsmyndigheder har tilkendegivet er alt for lang tid. Herudover mener Gartner ikke, at gruppekald implementeret i GSM-R er praktisk muligt til de anvendelser, som de danske nød- og beredskabsmyndigheder kan forudses at gøre brug af. Det skyldes, at hver deltager i en gruppesamtale vil beslaglægge en kanal. Hvis et GSM-R skal dimensioneres, så det kan klare bare medium store

grupper på et geografisk afgrænset område, vil det kræve så stor kapacitet, at netværket ville blive urealistisk dyrt.

Samlet set mener Gartner, at de funktionelle mangler ved GSM-R er så store, at teknologien ikke vil kunne finde anvendelse som mobilradiosystem for de danske nød- og beredskabsbrugere.

4.2.3 GSM og UMTS

GSM og UMTS er behandlet under et i bedømmelsen, da de to teknologier scorer ens på nær spørgsmålet omkring videotransmission (punkt 43), hvor UMTS i modsætning til GSM tilbyder denne mulighed.

For GSM er vurderingen foretaget med de funktionaliteter, der findes i et typisk traditionelt operatørdrevet netværk. Dvs. uden GSM fase 2+ funktionerne for gruppekald, idet netværk med GSM fase 2+ funktionerne for gruppekald er behandlet under afsnittet om GSM-R.

GSM og UMTS har manglende kravopfyldelse på 17 af 41 kritiske krav. Det er f.eks. ikke muligt at kommunikere mobil til mobil udenom infrastrukturen (DMO), gruppekald er ikke understøttet og prioritering og nødopkald er ikke muligt.

Dette er fundamentalt væsentlige funktionaliteter for de danske nød- og beredskabsbrugere, der mangler. Det betyder, at GSM og UMTS ikke vil kunne finde anvendelse som mobilradiosystem for de danske nød- og beredskabsbrugere.

GSM og især UMTS har imidlertid stærke datatransmissionsfaciliteter, der oplagt vil kunne finde anvendelse for en række af nød- og beredskabsbrugernes ønskede applikationer, givet det sker i situationer, hvor "best effort" er tilstrækkelig leverancesikkerhed.

5 Opstilling af scenarier

I dette kapitel opstilles en række scenarier for, hvordan et mobilradiosystem kan opbygges til de danske nød- og beredskabsmyndigheder.

Gartner vurderer disse scenarier og kommer med en begrundet anbefaling af, hvilket scenarium de danske nød- og beredskabsmyndigheder bør vælge. Det vil så være det scenarium, der vil blive udarbejdet en netværksplan og detaljerede omkostningsberegninger for.

5.1 Indledende forudsætninger

Udgangspunktet i valget af mulige teknologier er den teknologigennemgang og vurdering, der er angivet i kapitlerne ovenfor.

Her var konklusionerne, at:

- TETRA er den eneste teknologi, Gartner kan anbefale til det primære nød- og beredskabsradionet.
- Andre teknologier som Mesh Wi-Fi og kommercielle mobiltelefonnetværk (GSM, GPRS, UMTS) kan tilbyde datafaciliteter med en højere båndbredde, hvilket kan blive nødvendigt i forhold til kommende applikationer.

Gartner har i interviewene med de danske nød- og beredskabsbrugere specifikt noteret sig, at politiet som en væsentlig spiller står overfor et akut behov for at skulle udskifte sit nuværende Thor mobilradiosystem. Det betyder, at mindst en stor beredskabsmyndighed vil skulle anskaffe et nyt landsdækkende mobilradiosystem indenfor en kortere tidshorisont.

Gartner har ikke vurderet, at der er økonomiske eller funktionelle fordele, der har kunnet pege på scenarier med et landsdækkende TETRA mobilradiosystem til politiet og evt. andre beredskabsbrugere og herudover en række andre TETRA mobilradionet, landsdækkende eller udbredt i geografisk afgrænsede områder, til andre danske nød- og beredskabsbrugere.

Gartner har derfor vurderet, at det kun vil være relevant at se på scenarier med ét landsdækkende mobilradiosystem til det primære nød- og beredskabsradionet. Dvs. et TETRA baseret landsdækkende mobilradiosystem, jfr. ovenstående.

Gartner ser en reel mulighed i en flerstrengt løsning af kommunikationsbehovet, baseret på et specialiseret mobilradiosystem, der opfylder de basale "mission-critical" funktioner, suppleret med datatjenester afviklet på kommercielle netværk, efter "best effort" service.

De opstillede scenarier har ikke taget stilling til, hvilken migreringsplan de danske nød- og beredskabsbrugere eventuelt bør følge. Herunder hvilken rækkefølge og

hastighed de enkelte myndigheder skal tilslutte sig det nye mobilradiosystem og økonomiske konsekvenser herfor. Der er i det følgende heller ikke taget hensyn til, hvilken integration (hvis nogen) der skal etableres mellem de eksisterende mobilradiosystemer og det nye fælles mobilradiosystem.

Med et nyt fælles mobilradiosystem vil de danske nød- og beredskabsbrugere have mulighed for at ændre og udvikle deres samarbejde og generelle beredskabsstruktur. Der er i udformningen og valget af scenarier ikke taget stilling til, hvordan sådanne eventuelle strukturelle tilpasninger skal se ud, idet dette er udenfor opgavens kommissorium. Gartner mener dog generelt, at de beskrevne scenarier giver vide muligheder for netop at foretage sådanne tiltag.

Endelig er der her ikke taget stilling til, hvilke ejerskabs- og driftsformer de opstillede scenarier skal operere indenfor.

5.2 Konklusion

Gartner har fundet det relevant at opstille tre scenarier, hvor et landsdækkende TETRA netværk er gennemgående for nød- og beredskabsbrugernes basale kommunikation. Forskellen i scenarierne ligger således i hvilke dataservices og dermed applikationer, der gives mulighed for

	Scenarium 1	Scenarium 2	Scenarium 3
Kompleksitet i anskaffelsen	<i>Lavest</i> , anskaffelse af et TETRA netværk.	<i>Midt</i> . Anskaffelsen af data-tjenester sker decentralt.	<i>Højst</i> , ny teknologi med TETRA2 eventuelt med introduktion i faser.
Risiko i anskaffelsen	<i>Lavest</i> , kendt teknologi.	<i>Midt</i> , flere datatjenester til enkelt nød- og beredskabsmyndigheder.	<i>Højst</i> , ny teknologi med TETRA2.
Pris på anskaffelsen	<i>Lavest</i> , anskaffelse af et TETRA netværk.	<i>Midt</i> – kun datatjenester til specifikke brugergrupper.	<i>Højst</i> , fuldt datanetværk for alle brugere.
Kravopfyldelse udover basis-funktionalitet i TETRA	<i>Lavest</i> , ingen dataapplikationer udover hvad der er muligt i TETRA.	<i>Højst</i> , højt ydende datatjenester i mobiltelefoni nettene.	<i>Midt</i> , TETRA2 tilbyder ikke så høje datahastigheder som kommercielle telefoni-netværk eller Mesh Wi-Fi.
Fremtidssikring	<i>Lavest</i> , ingen dataapplikationer udover hvad der er muligt i TETRA.	<i>Midt</i> , mangler leveringssikkerhed for "mission critical" dataapplikationer.	<i>Højst</i> , har leveringssikkerhed for "mission critical" dataapplikationer.

Tabel 1 Sammenligning af scenarierne

De tre scenarier indebærer forskellige investeringer og naturligt også forskellige muligheder.

Scenarium 1 er det simpleste og billigste, men med dårligst understøttelse af datatunge applikationer. Scenarium 3 er det dyreste og mest komplekse, men giver den største sikring af fremtidige vigtige datatunge applikationer. Scenarium 2 er et kompromis mellem de to yderpunkter repræsenteret af scenarium 1 og 3.

Styregruppens valg af scenarium vil således være et valg mellem et ønske om billigst nu eller bedst mulig fremtidssikring.

Gartner mener, at de danske nød- og beredskabsbrugere med skiftet til et fælles mobilradiosystem får en enestående chance for også at tilrettelægge beredskaberne organisation og brugen af mobilradiosystemet som et ledelsesværktøj, i en tid hvor der i øvrigt sker store og løbende forandringer på beredskabsområdet.

Dette vil føre til udstrakt brug af datatransmission og fælles applikationer. Denne brug ser Gartner som så essentiel for et fremtidigt effektivt beredskab, at det vil være forbundet med en risiko at basere disse på kommercielle operatørdrevne netværk.

Derfor er det Gartners anbefaling, at der arbejdes videre med beregninger på omkostningerne forbundet med scenarierne 2 og 3.

5.3 Scenarier

5.3.1 Scenarium1 – Basalt TETRA netværk

I dette scenarium anskaffer de danske nød- og beredskabsbrugere et landsdækkende TETRA netværk i en udbudsforretning. Det vil reducere kompleksiteten i anskaffelsesprocessen sammenlignet med de to andre scenarier.

Dette scenarium ligner den anskaffelse andre nød- og beredskabsbrugere har gennemført i Europa og baserer sig på kendt og moden teknologi og procedurer. Gartner vurderer derfor, at risikoen i dette scenarium er mindre end andre to scenarier, der enten omfatter ny teknologi i form af TETRA2 eller decentrale anskaffelser af separate datatjenester.

Den udgift de danske nød- og beredskabsmyndigheder skal forholde sig til, er således udelukkende for et landsdækkende TETRA netværk.

De dataapplikationer de danske nød- og beredskabsbrugere kan gøre brug af, skal kunne afvikles indenfor TETRA's tilbudte datahastigheder, dvs. 3 kbit/s eller derunder. Det vil udelukke muligheden for streaming video.

Dette scenarium har en svaghed, hvis der efterfølgende viser sig behov for dataapplikationer, udover det der kan afvikles på det anskaffede TETRA netværk.

Det kan der dog kompenseres for ved efterfølgende at udvide scenarium1 til scenarium 2 eller 3.

5.3.2 Scenarium 2 – Basalt TETRA netværk suppleret med datatjenester på kommercielle netværk

I dette scenarium anskaffer de danske nød- og beredskabsbrugere et landsdækkende TETRA netværk.

De enkelte nød- og beredskabsmyndighed vil så have mulighed for at supplere de services, der tilbydes på TETRA netværket med datatjenester fra kommercielle mobiltelefoninettværk, eller egne Mesh Wi-Fi netværk, i det omfang det er nødvendigt.

Vertikale applikationer, dvs. applikationer, der kun skal benyttes af en myndighed, kan planlægges og idriftsættes uafhængigt af de andre myndigheder. Hvor flere myndigheder skal bruge samme applikation, kan der være behov for, at de alle benytter den samme bæretjeneste, f.eks. UMTS fra en bestemt leverandør. Hvis en nærmere analyse af nød- og beredskabsmyndighedernes behov viser, at der er en overvægt af fælles applikationer, bør man sikre, at alle vælger samme datatjeneste. Herved mistes dog den dynamik der ligger i, at alle kan vælge uafhængigt af de andre.

Den udgift de danske nød- og beredskabsmyndigheder skal forholde sig til er således udelukkende for et landsdækkende TETRA netværk. Før det samlede behov for dataapplikationer nu og på sigt kendes, og de enkelte myndigheders specifikke valg af transmissionsteknologi ligger fast, kan det være vanskeligt at prissætte datadelen.

Dette scenariums svaghed er, at dataapplikationerne afvikles over kommercielle netværk, dvs. efter "best effort" kvalitet. Der er derfor en reel risiko for at tjenesten ikke er tilgængelig, f.eks. ved netværksnedbrud efter strømsvigt eller er overbelastet af andre kommercielle brugere. Hvis de danske nød- og beredskabsmyndigheder efterfølgende oplever, at der er vigtige datatunge applikationer, f.eks. i forbindelse med understøttelse af nye integrerede beredskabssammenhænge og ansvarsområder, der ikke kan afvikles efter "best effort" kvalitet, bliver man alligevel nødt til at investere i et scenarium 3.

5.3.3 Scenarium 3 – Basalt TETRA netværk med TETRA2 "data overlay"

I dette scenarium anskaffer de danske nød- og beredskabsbrugere et landsdækkende TETRA netværk samt som en del af anskaffelsen et TETRA2 datanetværk.

Gartners markedsforudsigelser indikerer, at TETRA2 kan være klar på markedet allerede i 2007, forudsat at der afgives bestillinger herpå i løbet af 2006. Dette er en realistisk mulighed med de aktuelle mobilradioudbud, der p.t. kører i Europa.

Det betyder, at de danske nød- og beredskabsmyndigheder har mulighed for at udforme en samlet anskaffelse evt. med TETRA2 datanetværket som en prissat option, der kan effektueres, når teknologien er klar, modnet tilstrækkeligt, eller når behovet skønnes at være til stede hos brugerne.

Fordelen ved en samlet anskaffelse er, at man som tilbudsgiver har forhandlingsstyrken og dermed mulighed for at påvirke den samlede pris og øvrige vilkår, for både TETRA og TETRA2 delen.

Hvis TETRA2 skulle anskaffes efterfølgende, når en TETRA løsning fra en valgt leverandør var i drift, er det Gartners vurdering, at forhandlingspositionen ville være svækket.

Hvornår en TETRA2 option skal iværksættes kan afhænge af kriterier som:

- Forskel i pris på en samlet udrulning vs. en faseopdelt udrulning.
- Hvornår det kan forudses, at der kommer et reelt behov for de øgede databånd-

bredder der er mulige i TETRA2 i forhold til udrulningen af TETRA netværket.

- Udviklingen af TETRA2 og de datahastigheder der tilbydes, f.eks. implementering af TETRA2 med det samme vs. at vente til en senere generation af udstyr der tilbyder højere datahastigheder.
- Hvornår der er terminaler på markedet, eventuelt koordineret med afskrivningen af de første terminaler og anskaffelsen af nye.

Med et TETRA2 datanetværk installeret vil de danske nød- og beredskabsbrugere have mulighed for at afvikle de dataapplikationer¹ der er beskrevet i de opstillede krav på ét netværk og i én og samme terminal.

Det vil være muligt simpelt at udvikle applikationer, der opererer på tværs mellem de enkelte nød- og beredskabsmyndigheder i modsætning til en situation, hvor hver myndighed har baseret sin datatransmission på hvert sit netværk, f.eks. UMTS fra flere operatører og Mesh Wi-Fi.

Endelig vil det være muligt at fastlægge prioritetsniveauer og dermed sikkerhed for levering for de forskellige applikationer og brugere. Det vil især have værdi for "mission critical" dataapplikationer.

¹ Det er dog Gartners vurdering, at overførsel af streaming video ikke vil være af særlig god kvalitet i mange år frem, selv på TETRA2, da båndbreddekravene til video i god kvalitet ligger højere end det, der tilbydes.

6 Bilag 1 - Generel beskrivelse af teknologier

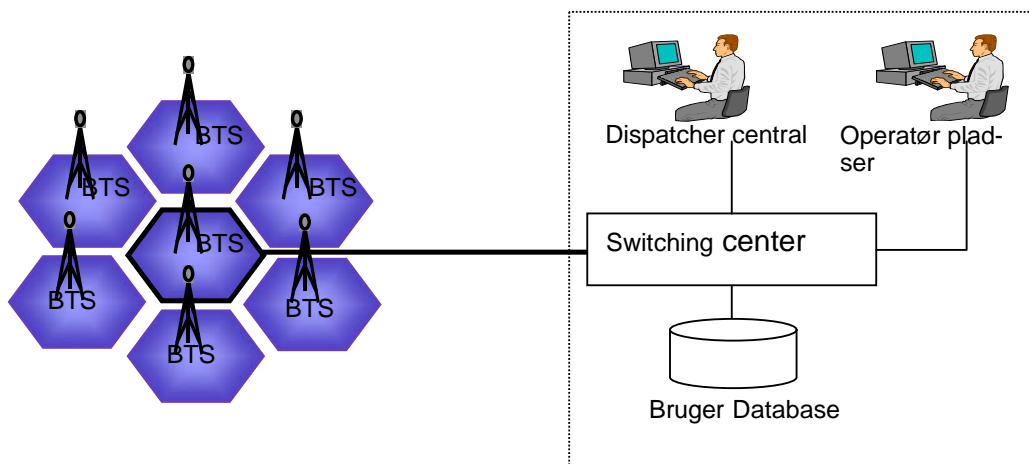
6.1 TETRA

Dette afsnit belyser TETRA teknologien, samt de forskellige funktionaliteter og muligheder teknologien stiller til rådighed.

TETRA (Terrestrial Trunked Radio) er en åben europæisk standard for mobilradio-kommunikation, som er designet med henblik på at opfylde de krav professionelle brugere som politiet, brandvæsnet, beredskabstjenesten med flere, har til et moderne radiokommunikationssystem.

6.1.1 Generel beskrivelse

TETRA radio infrastrukturen er baseret på en cellulær teknologi, der i lighed med GSM og andre mobile radiokommunikationssystemer anvender basestationer til udbredelse og modtagelse af radiosignalerne. Basestationerne (BTS) er forbundet via et net af faste linier og "routere" til "switching" centre med tilhørende databaser over brugere, dispatcher centraler til overvågning af trafik, brugernes operatørpladser mm. som illustreret i Figur 1.



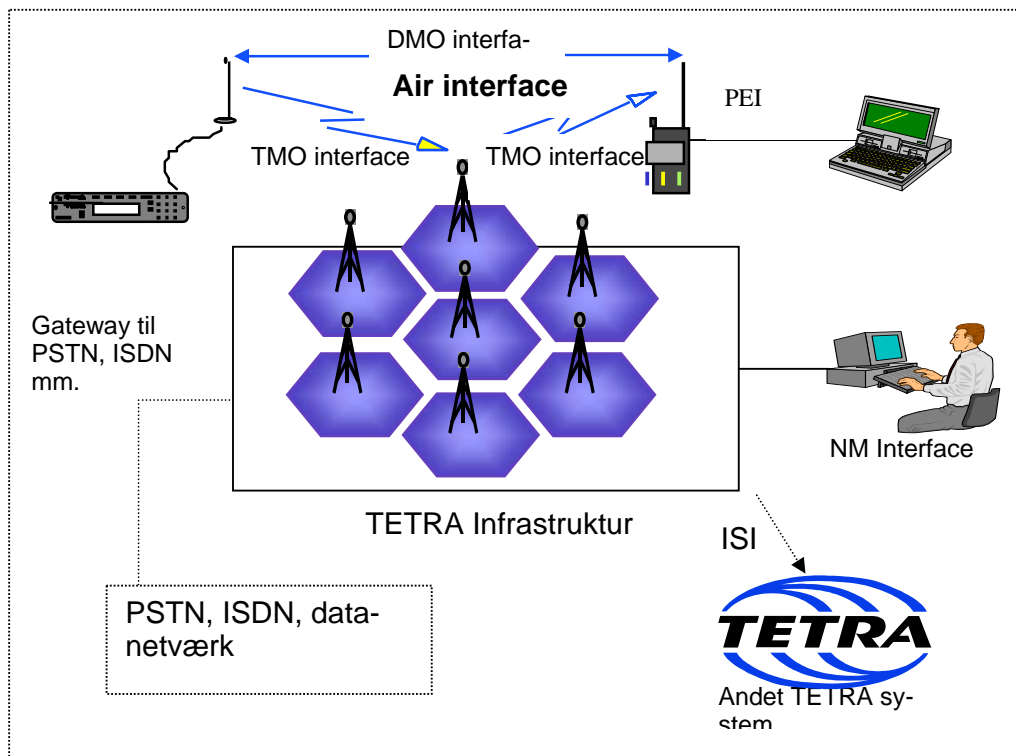
Figur 1 TETRA netværket og dets opbygning

Dimensionerne af et TETRA system kan være fra en basestation dækkende et begrænset område til et nationalt system bestående af mange basestationer og mobile brugere. I princippet er der ingen begrænsninger for, hvilken geografisk dækning der kan opnås med et TETRA system.

Frekvensområdet, som TETRA opererer i, er primært 380-400 MHz til nød- og beredskabsbåndet og 410-430 MHz til civilbåndet. TETRA's brug af lave frekvensområder betyder bedre dækning sammenlignet med andre cellulære systemer som GSM og UMTS, der anvender højere frekvenser.

6.1.1.1 Interfaces

TETRA standarden definerer flere interface, der bl.a. muliggør kommunikationen i selve TETRA systemet, overvågningen og kontrol af TETRA systemet og kommunikation til eksterne netværk. Figur 2 illustrerer disse interfaces.



Figur 2 Typisk Tetra system med tilhørende Interfaces og Gateways

Air Interfacet

Den del af TETRA standarden, som omhandler Air interfacet, definerer, hvorledes selve kommunikationen i TETRA systemet skal foregå, og i den forbindelse er der to vigtige definitioner:

1. "Trunked Mode" interface (TM)
 "Trunking" er en teknik, der effektivt tildeler ressourcer til TETRA brugerne, og "Trunked Mode" interfacet definerer, hvorledes selve kommunikationen mellem en TETRA basestation og en TETRA terminal skal foregå. TETRA teknologien og TM interfacet er et "trunked" system, der gør brug af "Time Division Multiple Access (TDMA)" teknologien, hvor hver TETRA "carrier" deles op i fire tidsenheder. Disse "timeslots" udgør hver især en logisk trafikkanal, der kan anvendes til transmission af tale eller data alt efter behov. TDMA teknologien samt en frekvensafstanden på 25 kHz gør, at TETRA udnytter frekvensressourcerne effektivt.

Standardiseringen af "Air interfacet" har skabt mulighed for, at der kan anvendes TETRA mobilterminaler fra forskellige leverandører i det samme TETRA system, og i ETSI regi foretages der blandt TETRA leverandørerne interoperabilitetstest

(IOP), som har til opgave at sikre, at den enkelte leverandørs mobilterminaler kan kommunikere med andre leverandørers infrastruktur og basestationer.

2. "Direct Mode" interface (DMO)

"Direct Mode" interfacet beskriver, hvorledes to mobilterminaler kan kommunikere direkte med hinanden uden at gøre brug af TETRA infrastrukturen og basestationerne. Også på dette område foretages der interoperabilitetstest blandt TETRA leverandørerne i ETSI regi.

Der er flere leverandører af DMO udstyr.

"Direct Mode" er primært til kommunikationsbrug, når radioerne er udenfor infrastrukturens og basestationernes rækkevidde.

Der er 4 forskellige operationsformer for DMO:

- 1) *Direkte mellem to terminaler (back-to-back).*
- 2) *Via DMO repeater.* En DMO "repeater" modtager kommunikationen fra terminal A og videresender den til terminal B og øger derved rækkevidden for kommunikationen.
- 3) *Via DMO gateway.* En DMO "gateway" kommunikerer på den ene side via infrastrukturen i "Trunked Mode" og videresender via DMO på den anden side og øger derved dækningen af det faste netværk.
- 4) *Dual watch* – terminalen skanner for kommunikation både på DMO og det "trunkede" netværk.

"Peripheral Equipment Interface" (PEI)

"Peripheral Equipment Interfacet" omhandler grænsefladen mellem TETRA terminaler og eksternt udstyr. PEI'en medvirker til, at TETRA brugere kan tilslutte computere, on-board computere, databoxe, faxmaskiner m.m. til mobilterminalen og modtage data fra TETRA systemet på disse eksterne enheder.

Kommunikationen foregår v.h.j.a. IP-protokollen, og data kan således nemt routes fra den centrale switch i TETRA systemet videre til brugerapplikationer.

Standardisering af PEI'en har medført, at forskellige applikationsudviklerne har fået mulighed for at udvikle applikationer til TETRA systemet.

"Inter System Interface" (ISI)

"Inter System Interface" standarden sammenkobler forskellige TETRA systemer og medvirker, at f.eks. samtaler og gruppesamtaler kan sættes op mellem to forskellige TETRA systemer. TETRA brugerne kan således stadig være i kontakt med "dispatcher" centralerne og andre brugere, selv hvis netgrænserne er overskredet.

ISI sikrer dog ikke en fuldstændig transperens i funktionalitet, når man "roamer" mellem forskellige netværk. Der vil være forskelle på funktioner, der er implementeret og tilbydes i de forskellige netværk, og der er funktionaliteter, der ikke er implementeret i ISI, f.kes. merging af grupper.

ISI standarden er dog ikke helt på plads endnu, og det er således ikke muligt at kommunikere på tværs af to TETRA systemer. Det er dog et område, som har stor fokus fra leverandørernes side. F.eks. er der ønsket ISI funktionalitet i de tre TETRA netværk, der grænser op imod hinanden i "trekanten" Holland, Belgien og Tyskland. Indikationer fra betydende leverandører af TETRA infrastruktur peger på, at ISI vil være implementeret omkring 2009.

"Gateway" til eksterne netværk

"Gateways" til andre eksterne netværk giver TETRA brugerne mulighed for at kommunikere med brugere på GSM nettet, det faste telenet, datanet m.fl.

"Network Management Interfacet" (NM)

"Network Management Interfacet" forestår alt kontrol og overvågning af TETRA nettet, og giver således operatørerne mulighed for at overvåge TETRA systemets driftstilstand, kapacitet m.m.

6.1.2 Funktionalitet

TETRA standarden er udarbejdet i ETSI regi, og den indeholder, udover den funktionalitet der kendes fra GSM systemerne, en række vigtige funktioner, som skal tilgodesese professionelle brugeres specifikke behov for radiokommunikation. Vigtig funktionalitet i TETRA standarden er:

- Gruppekommunikation – med tilhørende mulighed for dynamisk opsætning af grupper.
- Individuel kommunikation mellem to terminaler via infrastrukturen.
- "Direct Mode" - til brug ved kommunikation direkte mellem de enkelte mobilradioer uden om infrastrukturen.
- Datatransmission.
- Kryptering af tale og data.
- Nødopkald – med dedikeret nødopkaldsknap indbygget i radioerne.
- Hurtig opkobling af alle former for samtaler – den maksimale opkoblingstid er specificeret til 300 millisekunder.
- Opretholdelse af kommunikationen under vanskelige forhold – herunder kørsel ved høje hastigheder.
- Prioritering af kommunikationen – dvs. at nogle opkaldstyper kan have højere prioritet i TETRA systemet end andre og vil altid blive tildelt den fornødne radio-kapacitet.

Generelt set kan funktionaliteten i TETRA beskrives ud fra 3 overordnede services:

6.1.2.1 Teleservices

Teleservices inkluderer individuelt kald, gruppekald til definerede brugergrupper og "broadcast". Disse teleservices eksekveres fra mobilterminalerne på baggrund af "Push To Talk" (PTT) princippet, som giver mulighed for omgående kommunikation. Opsætningen af et gruppekald sker ved, at der fra mobilterminalen vælges den gruppe, der skal kaldes til, efterfulgt af et tryk på PTT knappen. Sædvanligvis er grupperne indprogrammeret i mobilterminalen, men såfremt det er nødvendigt, kan der i TETRA systemet dynamisk opsættes grupper, hvor brugere fra forskellige bru-

gergrupper kan indgå.

6.1.2.2 Dataservices

Mulighederne for datatransmission i et TETRA system strækker sig fra "Circuit Switched Data" over "Short Data" til "Packet Data" med mulighed for integration til andre eksisterende IP baserede systemer.

"Circuit Switched" data

"Circuit Switched" data er en kredsløbskoblet datatransmission, som der kendes fra GSM.

TETRA tilbyder en kredsløbskoblet datatransmission på teoretisk 7,2 kbit/s. Den teoretiske hastighed varierer i takt med graden af den kryptering, der anvendes til transmission af data, og tre niveauer er tilgængelige:

- 7,2 kbit/s ved ingen krypteringsbeskyttelse af data.
- 4,8 kbit/s ved en medium beskyttelse af data.
- 2,4 kbit/s ved en høj beskyttelse af data.

TETRA standarden foreskriver, at der kan transmitteres på op til fire samtidige timeslots, og der kan således opnås datahastigheder på maksimalt 28,8 kbit/s.

Gartner har dog ikke kendskab til terminaler på det europæiske marked, der understøtter multislott datatransmission. Det er også tvivlsomt om der kommer sådanne terminaler, da markedsfokus nu ligger på udviklingen af TETRA2.

"Short Data Service" (SDS)

SD servicen anvendes primært til små beskeder som tekst og status beskeder. SD servicen har en øvre grænse på 255 byte ad gangen (flere leverandører har 140 bytes som grænse), og kan således ikke transmittere større datamængder.

SDS svarer til SMS i GSM verdenen dog uden store-and-forward.

"Packet Data" (PD)

PD er en pakkekoblet dataservice baseret på IP protokollen, hvilket giver TETRA brugere en mulighed for integration med andre pakkekoblede netværk, herunder IP netværk som internettet.

PD servicen er en pakkekoblet transmissionstjeneste, der kan tilbyde datahastigheder fra 7,2 kbit/s ved brug af et timeslot til 28,8 kbit/s ved samtidig brug af fire "timeslots".

Overhead og signalering mindsker dog hastigheden væsentligt, og den effektive datahastighed starter ved ca. 2,4 kbit/s per "timeslot".

Beskyttelsesniveauerne ved den kredsløbskoblede service er ligeledes gældende for "Packet Data" servicen, hvilket betyder lavere datahastigheder jo stærkere krypteringen af data.

De datahastigheder, der kendes i dag, ligger på ca. 2.4 kbit/s. Det er også tvivlsomt, om der kommer terminaler med højere pakke-datahastigheder i TETRA1, da markedsfokus nu ligger på udviklingen af TETRA2.

PD servicen har ingen begrænsninger for hvor store datamængder, der kan sendes, og i tilfælde af store filer eller lign. deles filen op i mindre pakker af 1500 bytes, som derefter transmitteres via TETRA systemet.

Applikationer udviklet til TETRA baseres oftest på PD servicen grundet den velkendte IP protokol, som giver TETRA brugerne en simpel adgang til IT systemerne på fastsiden.

6.1.2.3 Supplementære services

De supplementære services inkluderes i TETRA som supplement til de nævnte tele-services og dataservices. Der er 30 supplementære services, herunder:

Prioritering.

TETRA tilbyder en flerniveau prioriteringsfacilitet af opkald ved hjælp af de supplementære tjenester. Prioriteringen træder i kraft, hvis radio og netværksressourcerne er trængte, og når en bruger med høj prioritet ønsker at udføre et opkald. Det betyder dog også, at brugere med lavere prioritering, vil opleve en længere opkoblingstid (kø), spærring for opkald eller afbrydelse af igangværende trafik.

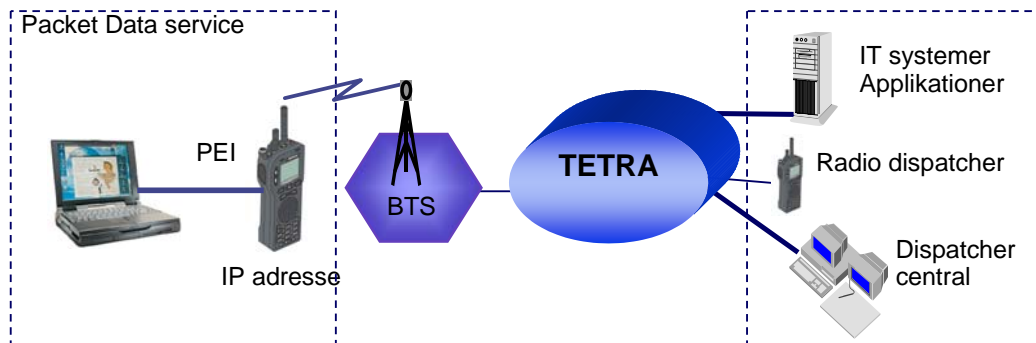
En "pre-emptive priority" er også indbygget i TETRA standarden. Bruges denne prioritet betyder det, at brugere, som kaldes op, får afbrudt deres igangværende trafik og automatisk bliver koblet op mod den kaldende bruger.

Derudover definerer de supplementære tjenester også telefoni tjenester, som kendes fra GSM.

6.1.3 Integrering med IT systemer og applikationer

TETRA tilbyder TCP/IP, og kan integreres med de øvrige IT- og telekommunikationssystemer, som findes i virksomheden. Det kræver dog, at mobilterminalen har adgang til TETRA's "Packet Data" servicen, samt at mobilterminalen tildeles en IP adresse. Figur 3 illustrerer denne opsætning.

Under tilmeldingsproceduren (PDP "context") til "Packet Data" servicen får TETRA terminalen tildelt en IP adresse via TETRA systemet, og herefter opretholder terminalen en virtuel "Packet Data" forbindelse i TETRA netværket. Den virtuelle forbindelse medfører, at TETRA terminalen har en "always on" forbindelse til "Packet Data" servicen, og brugerne kan hermed få hurtig adgang til de IT-systemer og applikationer, som skal anvendes, ligesom GPRS.



Figur 3 Integration med IT systemer

Til TETRA terminalen kan der via PEI'en tilsluttes eksterne enheder som bærbare computere, "on-board" systemer med bedre brugergrænseflader end selve mobilterminalen. Den eksterne enhed forestår så afviklingen af applikationen via brugerinterfacet, og mobilterminalen fungerer principielt som et modem, der transmitterer data over TETRA systemet.

Typiske applikationer, der anvendes som et supplement til TETRA er positioneringsapplikationer, databaseopslag, Wap services, "messaging" services og mange flere.

6.1.3.1 Sikkerhed

Kryptering af radiotrafikken er ligeledes muligt i TETRA. Der tilbydes sikkerhed i form af kryptering på tre sikkerhedsniveauer samt "end-to-end" kryptering.

"Authentication" er en del af TETRA netværkets sikkerhedsfunktioner. I princippet er "Authentication" en registreringsprocedure, der verificerer, at den pågældende terminal er registreret i TETRA netværket og har tilladelse til at benytte netværket.

6.1.3.2 Terminaler

Efterhånden er der kommet en del terminalleverandører på markedet, og der findes i dag et bredt udvalg af terminaler fra Nokia (nu EADS), Motorola, Sepura m.fl.

Der findes to former for TETRA terminaler:

- Mobile terminaler til installation i biler, tog, busser m.m.
- Håndbårne terminaler – personlige terminaler som kan medbringes overalt.

Figur 4 på efterfølgende side illustrerer forskellige typer af terminaler.



Figur 4 TETRA terminaler

Anden funktionalitet ses også implementeret i terminalerne udover TETRA funktionaliteten f.eks. Wap-browser eller Bluetooth.

6.1.4 Fremtidig udvikling - TETRA release 2

TETRA er i dag en moden teknologi, der er implementeret og i operationel drift i flere lande i Europa. Det betyder dog ikke, at udviklingen af standarden er færdig, f.eks. er standardiseringsarbejdet med TETRA2 netop blevet færdiggjort.

TETRA release 2 (eller bare TETRA2) skal forbedre TETRA standarden på en række områder, ved at tilbyde TETRA højere data hastighed end i de nuværende TETRA systemer, kaldet Tetra Enhanced Data Service (TEDS).

Datahastighederne der vil blive tilbudt i Tetra2 vil gå fra 54 kbit/s til 691 kbit/s og afhænge af den benyttede modulationsform og den båndbredde, man afsætter.

Gartner vurderer, at hvis der skrives kontrakter på TETRA2 systemer i løbet af 2006 vil vi kunne se TETRA2 systemer på markedet i løbet af 2007.

Udover TETRA release 2 vil udviklingen af terminaler og applikationer til TETRA fortsætte i mange år endnu. Tendensen på terminalsiden er et bredt udvalg med vægt på mindre terminaler med mange funktionaliteter, samt de velkendte robuste terminaler, som anvendes af politiet brandvæsenet m.fl.

6.2 MESA

MESA¹ er et standardiseringssamarbejde mellem europæiske ETSI² og amerikanske TIA³, der blev etableret i år 2000. Efterfølgende er samarbejdet udvidet til også at omfatte andre standardiseringsorganisationer, f.eks. fra Canada og Asien.

MESA har en hjemmeside på adressen www.MESA.org.

Målet er at skabe næste generation mobilradiosystemer for nød- og beredskabsmyndighederne. I Europa vil det være efterfølgeren for TETRA.

MESA standardiseringsarbejdet tager udgangspunkt i brugernes behov, dvs. primært nød- og beredskabsbrugerne. Arbejdet indtil nu har koncentreret sig om udarbejdelsen af en række SoR⁴ ("Statement of Requirement") dokumenter, der beskriver brugernes krav på funktionelt niveau.

Her kan henvises til "MESA TS 70.001 V3.1.2 (2005-01)":

The SoR comprises the following major sections:

- *Mission description and technology needs by PPDR discipline. Describes the how various technologies are used to support the operational requirements of each PPDR discipline. Documents the details of PPDR scenarios, describing the types of information that are routinely required to support PPDR activities.*
- *General technology requirements. Describes general Project MESA technology requirements and guidelines applicable to all PPDR disciplines.*
- *Project MESA general, functional, and operational requirements. Describes specific Project MESA technical requirements.*
- *Technology and applications. Discusses general guidelines for implementing specific technologies.*
- *Use of technologies and compatibility requirements. Discusses several practical aspects, which should be considered when implementing various technologies for PPDR⁵ applications.*

Visionen er selvhelende selvkonfigurerende netværk med mulighed for både tale og bredbåndsdata.

¹ Mobility for Emergency and Safety Applications.

² European Telecommunications Standards Institute.

³ Telecommunications Industry Association.

⁴ Disse dokumenter kan findes på MESAs hjemmeside.

⁵ Public protection and disaster relief

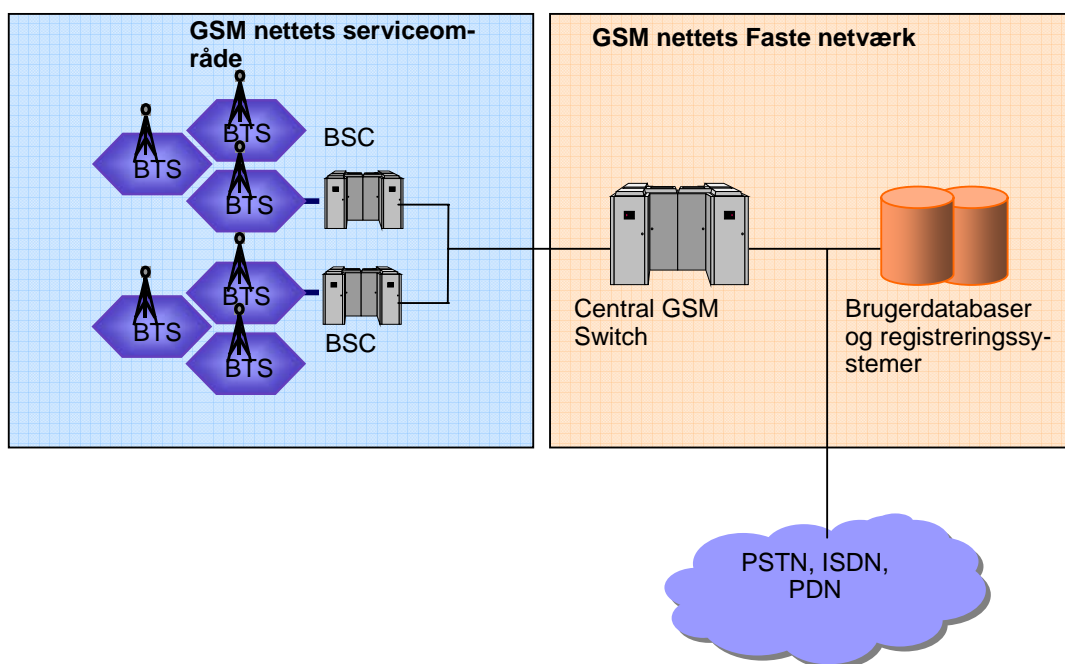
6.3 Global System for Mobile Communication (GSM)

GSM standarden blev oprindeligt udviklet som en europæisk standard for mobilkommunikation med henblik på tale og data. Standardiseringsprocessen blev sat i gang under navnet Groupe Speciale Mobile tilbage i 1982 men udviklede sig senere hen til Global System for Mobile Communications, som den kendes i dag.

GSM systemet er i dag en kæmpe succes, der er implementeret i over 200 lande og med mere end 1 milliard brugere på verdensplan.

6.3.1 Generelt

Et GSM system er et cellulært netværk bestående af basestationer (BTS) og tilhørende basestationskontrollerer (BSC) samt et fast netværk med brugerdata-baser, registreringssystemer og centrale switche til dirigering af opkald m.m. Figur 5 illustrer overordnet opbygningen af et GSM system.



Figur 5 GSM systemet

Hvert GSM system har et eller flere serviceområder, der alt efter dimensioneringen, dækker fra lokale til nationale områder. For at holde styr på de GSM abonnenter, der befinder sig inden for GSM systemets serviceområde samt opsætte kald til disse, indeholder ethvert GSM system nogle centrale switche og kontroller til styring af kald m.m. og databaser til registrering af abonnenter og disses lokation.

6.3.1.1 GSM Radionettet – kapacitet og dækning

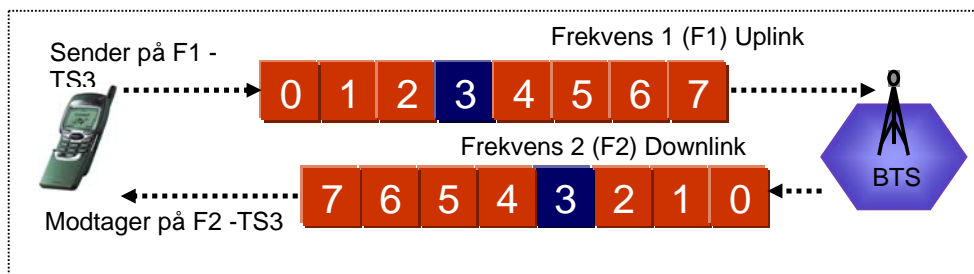
Radiodelen af GSM nettet og dimensioneringen heraf er fra brugernes synspunkt den vigtigste del af GSM nettet, idet det er via dette, at GSM brugerne får adgang til de abonnerede services. Samtidig er det radiodelens kapacitet og dækning, der er bestemmende for den oplevelse, GSM brugerne får ved brug af GSM nettet.

Radiofrekvenserne, som GSM systemerne anvender, befinder sig i 900 MHz, 1800 MHz området i Europa og 1900 MHz området i USA.

I Danmark har GSM operatørerne hver fået tildelt to licenser, en i 900 MHz båndet der skal sørge for en tilstrækkelig dækning og en i 1800 MHz, der skal sørge for en tilstrækkelig kapacitet.

Hver enkelt radiokanal ("carrier") er på 200 kHz, som deles op i 8 timeslots (TS) ved brug af "Time Division Multiple Access" (TDMA) teknologien. Disse "timeslots" repræsenterer hver især en logisk kanal, der kan anvendes til trafikafvikling (tale og data) eller til signalering, opsætning af kald og afsendelse af SMS og "broadcast" beskeder. Det betyder med andre ord, at der principielt kan foregå op til otte samtidige samtaler eller datatransmissioner per radiokanal.

Derudover sender og modtager GSM mobilterminalen på to forskellige frekvenser, hvilket giver mulighed for både at sende (snakke) og modtage (lytte) på engang, som illustreret i Figur 6 herunder.



Figur 6 Fordeling af timeslots på en radiokanal

6.3.1.2 Operatørdrevne GSM netværk og problemer ved dækning og kapacitet

GSM nettet er et offentligt operatørdrevet mobil telefonnetværk, som alle i princippet kan abonnere på. GSM brugere har alle samme rettigheder til at anvende GSM radionettet ressourcer, og det kan opleves, at GSM nettet afviser selve opkaldsforsøget, eller at opkaldet afbrydes under en igangværende samtale.

Afvises opkaldsforsøget kan det være pga. af manglende kapacitet i radiodelen, hvilket betyder, at alle radiokanalerne udnyttes fuldt ud til igangværende samtaler, transmission af data eller signalering. En dårlig dækning i GSM kan ligeledes være årsag til en afvisning af opkaldsforsøget. For at imødekomme dette problem følger GSM

operatørerne løbende med i trafikudviklingen, herunder antallet af afviste opkald, og forsøger at dimensionere GSM netværkets kapacitet, så alle GSM brugere kan få adgang til GSM nettet.

Det kan ligeledes ske, at en igangværende samtale eller datatransmission nedbrydes, hvilket kan hænge sammen med GSM operatørens manglende dækning. GSM operatørerne forsøger at optimere deres GSM dækning, men trods landsdækkende GSM net hos operatørerne, er der enkelte steder i landet, områder hvor ingen eller begrænset dækning forekommer. Disse områder gælder især i tunneller og ved specielle terrænformer og kyster.

Derudover kan katastrofer, trafikproblemer og andre situationer medføre en overbelastning af enkelte celler på GSM nettet, hvilket også medfører afvisninger og mistede opkald.

6.3.1.3 Sikkerhed og SIM kort

Sikkerheden i GSM systemet er primært baseret på verifikation af GSM terminalerne og GSM abonnementet samt kryptering af transmissionen.

For at blive abonnent hos en GSM operatør kræver det, at man modtager et SIM kort ("Subscriber Identity Module") fra operatøren. SIM kortet indeholder alle abonnementsvilkårene samt en unik bruger identitet IMSI ("Individual Mobile Subscriber Identity").

Brugeridentiteten anvendes af operatørerne, når GSM brugeren tilmelder sig GSM nettet, f.eks. når GSM terminalen tændes, og PIN koden indtastes. Det er således på baggrund af brugeridentiteten, at GSM brugerne får tilladelse (autoriseres) til brug af GSM netværket og de abonnerede services. Er brugeridentiteten ikke gyldig, nægtes abonnenten adgang til GSM nettet og de abonnerede services.

En anden vigtig identitet er GSM terminalernes "serienummer" IMEI (International Mobile station Equipment Identifier). Serienummeret allokeres i GSM terminalerne fra leverandørens side og registreres i GSM operatørernes databaser.

På baggrund af serienummeret kan operatøren således lukke for stjalne mobilterminaler og forhindre brugen af disse i GSM nettet.

Andre fordele ved SIM kortet er dets lagerplads til telefonnumre, SMS beskeder, opkaldslistor m.m.

For yderligere at øge sikkerhedsniveauet anvendes der kryptering af de transmitterede data i GSM nettet.

Sikkerhedsfunktioniteterne implementeret i GSM gør, at det ikke er muligt at aflytte transmissionerne, og GSM kan anvendes ved transmission af følsomme data.

6.3.2 Funktionalitet og services i GSM fase 2

Den primære service i et GSM system er en bæretjeneste, som transporterer bits mellem to enheder. Denne basale bæretjeneste udgør teknisk set fundamentet i GSM og kan udnyttes til at transportere tale eller data i selve GSM nettet og via interfacet til andre eksterne systemer. På bæretjenesten er tilføjet teleservices og supplementære services, som yderligere udbygger funktionaliteten i GSM.

6.3.2.1 Teleservices

De mest kendte og brugte teleservices er:

Tale

Tale er implementeret i fuld dupleks, hvilket giver GSM brugerne mulighed for at sende og modtage samtidigt. GSM inkluderer opkald mellem to parter, men ikke gruppekald

"Short Message Service" (SMS beskeder)

SMS beskeder kan sendes til andre GSM terminaler samt fastnet applikationer, og GSM operatørerne har mulighed for at sende SMS "broadcast" beskeder til definerede brugergrupper.

SMS er små tekstbeskeder på maksimalt 160 karakter, hvorimod SMS "broadcast" beskederne maksimalt er på 93 karakter.

Kan SMS beskeder ikke afleveres til den påtænkte GSM terminal f.eks. ved lukket GSM terminal, gør operatørerne brug af "store and forward" funktionaliteten, som bevirker, at SMS beskeden sendes til GSM terminalen, når den tændes. Typisk er der en maksimal "store and forward" tid på 72 timer men afhænger af operatørens aktuelle setup.

SMS beskeder sendes på signaleringskanalen, og forsinkelser i forbindelse med modtagelse af SMS kan forekomme.

Kredsløbskoblet datatransmission

Den kredsløbskoblede datatransmission giver mulighed for transmission af data ved maks. 9,6 kbit/s eller ved 14,4 kbit/s ved brug af ny kodning. Ved en kredsløbskoblet datatransmission etableres en forbindelse mellem to enheder, over hvilken data transmitteres.

Kredsløbskoblet data virker ved, at GSM telefonen ringer op, etablerer forbindelse, sender sine data og nedkobler forbindelsen igen.

Opsætningstiden ved et kredsløbskoblet opkald til analoge linier i GSM kan være op til ca. 10 sekunder og svarer til opsætningstiden for et analogt dial-up modem. Dette betyder, at en kredsløbskoblet datatransmission ikke er egnet til mange små data-transmissioner.

For kredsløbskoblede opkald til ISDN liner ved brug af V.110 protokollen nedsættes

opkoblingstiden til ca. 1 sekund.

GSM bruger skal betale for varigheden af datatransmissionen og ikke for den transmitterede data mængde.

6.3.2.2 Supplementære services

Som en ekstra funktionalitet til GSM systemets teleservices er der i GSM fase 2 tilføjet en række supplementære services. Disse services omfatter f.eks.:

- Spærring af kald – såvel indkomne som udgående kald.
- Viderestilling af indkomne kald.
- Identifikation af nummer – A nummervisning.
- Konference kald – sammensætte flere abonnenter i et kald.
- Mulighed for at man sætter kald på hold.
- M.fl.

6.3.3 GSM fase 2+

Den videre udvikling af GSM standarden er kendt under navnet GSM fase 2+. Flere områder og funktionaliteter er inkluderet i fase 2+, og disse kan i de fleste tilfælde implementeres uafhængigt af hinanden. Et typisk eksempel på implementering af en af disse funktioner er GPRS, som er selvstændigt beskrevet i afsnit 6.3.4.

Ideen bag GSM fase 2+ er, at GSM operatørerne gradvist kan implementere de forskellige funktionaliteter alt efter markedsefterspørgslen, og GSM brugerne kan således finde funktionaliteter hos en operatør, som nødvendigvis ikke findes hos en anden operatør.

6.3.3.1 Funktionalitet og services i GSM fase 2+

GSM systemets fase 2 tilbyder tilfredsstillende muligheder for avanceret gruppe kommunikation, som er efterspurgt af mange offentlige instanser som politi, og brandvæsenet, men også af mange andre virksomheder eksempelvis inden for transportsektoren. Derfor definerer GSM fase 2+ nogle avancerede tale services med hovedvægten lagt på gruppekommunikation. Disse services er:

- "Voice Broadcast Service"
En GSM bruger kan vha. denne service adressere flere GSM brugere på en gang. Servicen giver ikke modtagerne mulighed for at svare på opkaldet, og de kan altså kun lytte til "broadcastet".
- "Voice Group Call" service
Denne service giver mulighed for gruppekommunikation i lukkede brugergrupper, hvor retten til at tale kan gå på skift.
Der skal dog allokeres en trafikkanal pr. deltager i gruppekaldet. Det betyder, at netværket skal dimensioneres til en meget høj trafikmængde, hvis der er mange deltagere i en gruppe, især hvis disse er koncentreret i et lokalområde.

- “Enhanced Multilevel Precedence and Pre-emption”
Disse services tilføjer et prioriteringsprincip til GSM systemet, der bevirker, at opkald med høj prioritet altid vil få adgang til GSM systemet, selvom kapaciteten er knap. Der er fem prioriteringsniveauer fra 0-4 for opkald foretaget fra GSM terminaler i fase 2+, hvoraf den højeste prioritet 0 tildeles nødopkald.

Ingen af operatørerne på det danske marked har indført disse funktionaliteter endnu.

Nye data services tilføjes også til GSM systemet i fase 2+.

“High Speed Circuit Switched Data” (HSCDS)

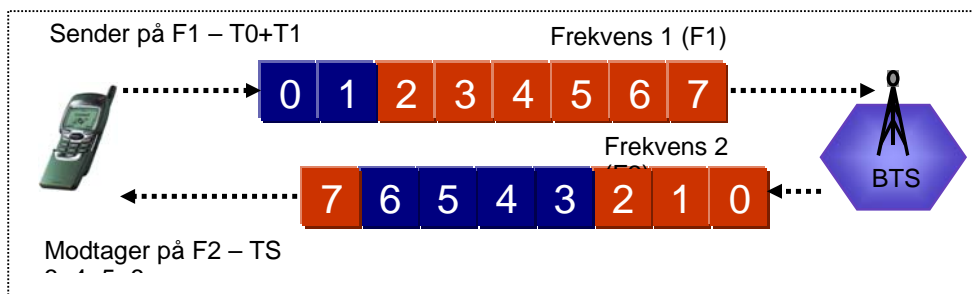
HSCSD udbygger den kredsløbskoblede datatransmission, som allerede findes i GSM systemet. HSCSD muliggør højere hastigheder per trafikkanal/timeslot (14,4 kbit/s), og giver GSM brugerne mulighed for at modtage data på op til otte samtidige “timeslots” og sende på fire samtidige timeslots.

I Danmark udbydes HSCSD typisk efter princippet om tilgængelig båndbredde. Det betyder, at brugerne er garanteret et timeslot til transmission af data, og hvis der urther er ledige timeslots til rådighed i netværket, stilles disse til rådighed for brugerne.

Figur 7 viser muligheden for at modtage data ved fire samtidige timeslots og at sende ved to samtidige timeslots.

Ved brug af HSCSD kan der modtages data ved 57,6 kbit/s, og sendes data ved 28,8 kbit/s. Det kræver dog, at der er ledig kapacitet i GSM systemet, henholdsvis fire og to “timeslots” til rådighed, da tale har prioritet over data.

HSCSD er især anvendelig ved transmission af større filer og lign, da man her udnytter den tilgængelige båndbredde mest effektivt.



Figur 7 HSCSD transmission

HSCSD er derimod mindre effektiv ved en løbende overførsel af små mængder af data som tekstbeskeder, e-mails mm. Årsagen skal primært findes i den forholdsvis lange opkoblingstid, som er kendetegnet ved en kredsløbskøbet forbindelse i forhold til overførselen af de små mængder af data.

Betalingsformen for HSCSD er baseret på tid og ikke den overførte datamængde.

"General Packet Radio Service" (GPRS)

GPRS er en anden form for datatransmission, som GSM fase 2+ tilføjer. GPRS forklares i afsnit 6.3.4.

En anden vigtig feature som GSM fase 2+ omhandler, er en forbedring af tale kvaliteten og en optimering af radioressourcerne. De fleste af GSM operatørerne har i dag implementeret "Enhanced Full Rate" kodning (EFR), der har bevirket en forbedring af talekvaliteten og bedre udnyttelse af radioressourcerne.

6.3.3.2 Supplementære services

Til GSM standarden tilføjes derudover en række ekstra supplementære services, som SMS "forwarding" og "Call transfer".

6.3.4 General Packet Radio Service (GPRS)

Følgende afsnit beskriver GPRS teknologien, der er en del af GSM fase 2+, samt de muligheder teknologien medfører.

GPRS er en åben europæisk standard designet i ETSI regi, der skal tilvejebringe en pakkekoblet datatransmission mulighed til GSM, UMTS og andre typer af cellulære netværk.

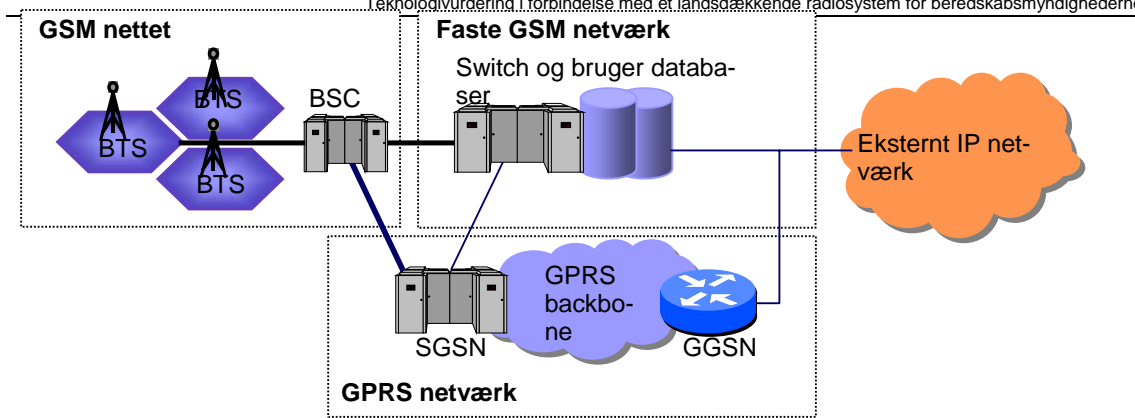
GPRS er en tilbygning til de eksisterende cellulære netværk, som kombinerer mobil adgang med Internet Protokol (IP) baserede services. GPRS tilføjer et pakkekoblet radio princip, der effektivt transporterer datapakker mellem mobile GPRS terminaler og eksterne IP netværk f.eks. internettet eller virksomhedens intranet.

6.3.4.1 Generelt

GPRS anvendes af de danske teleoperatører som en tilbygning til GSM nettet, og det er altså via deres GSM net med basestationer (BTS'er) og tilhørende infrastruktur, at brugerne får adgang til GPRS netværket og de tilhørende services.

Det betyder, at hvis de danske GSM operatører har dækning for deres 900 MHz netværk såvel som 1800 MHz netværk, vil der således også være GPRS dækning og mulighed for brug af denne service.

GPRS nettet og infrastrukturen udgøres af et GPRS "backbone", en "Serving" GPRS, "Support Node" (SGSN) og en "Gateway" GPRS Support Node GGSN. Figur 8 på efterfølgende side illustrerer GPRS infrastrukturen samt tilbygningen til GSM nettet.



Figur 8 GPRS infrastrukturen

De nye enheder i forhold til GSM nettet er:

- Serving GPRS "Support Node" (SGSN).
- "Gateway" GPRS Support Node (GGSN).

SGSN enheden, der er koblet direkte til GSM infrastrukturen, sender og modtager data pakker fra og til GPRS mobilterminalen. Skal datapakkerne ud til eksterne datanet, videresender SGSN'en datapakkerne til GGSN'en, som sørger for den videre afvikling af datapakkerne og interfacet til de eksterne datanetværk.

SGSN'en og GGSN'en er forbundet via et IP "backbone" og kommunikerer med hinanden vha. en GPRS "Tunneling Protocol" (GTP). GTP sørger i princippet for en tunnel, i hvilken transmission af data fra eksterne pakkedatanet via GGSN og SGSN til GPRS terminalen kan foregå og vice versa.

6.3.4.2 GPRS funktionalitet

GPRS er en pakkekoblet dataservice, hvilket betyder, at datapakker sendes via radiosignaler til infrastrukturen, hvorfra datapakkernes sendes via forskellige forbindelser til en destination.

En vigtig funktionalitet i GPRS er, at man som bruger kan opretholde en virtuel forbindelse i netværket. Den virtuelle forbindelse eliminerer dele af opkaldsprocedurerne, og der kan således sendes data inden for ca. et ½ - 1 sekund ved brug af GPRS.

GPRS er altså på nogle punkter en klar modsætning til den kredsløbskoblede forbindelse, som beskrevet i afsnit 6.3.2.1, hvor datapakkerne sendes via en forbindelse til destinationen, og hvor tidskrævende opkaldsprocedurer er krævet.

GPRS standarden definerer følgende former for funktionalitet:

- En punkt til punkt forbindelse – hvor der transmitteres data fra en GPRS bruger til en anden GPRS bruger, server eller lignende.

- En punkt til multipunkt forbindelse – hvor datatransmissionen foregår fra en bruger til mange brugere.
- Transmission af data enten med retransmission eller uden retransmission af data.

Den funktionalitet som er tilgængelig i operatørernes net er en punkt til punkt datatransmission uden retransmission af data. GPRS operatørerne tilbyder derudover værdiforøgende services til GPRS, som internetadgang, e-mail, adgang til databaser og virksomheders intranet m.fl.

Før den ønskede datatransmission er mulig, skal GPRS terminalen være "tilmeldt" GPRS nettet og dets services, hvilket foregår vha. en "Packet Data Protocol Context" (PDP Context)

PDP Contexten definerer karakteristikken ved den forestående datatransmission og indeholder følgende elementer:

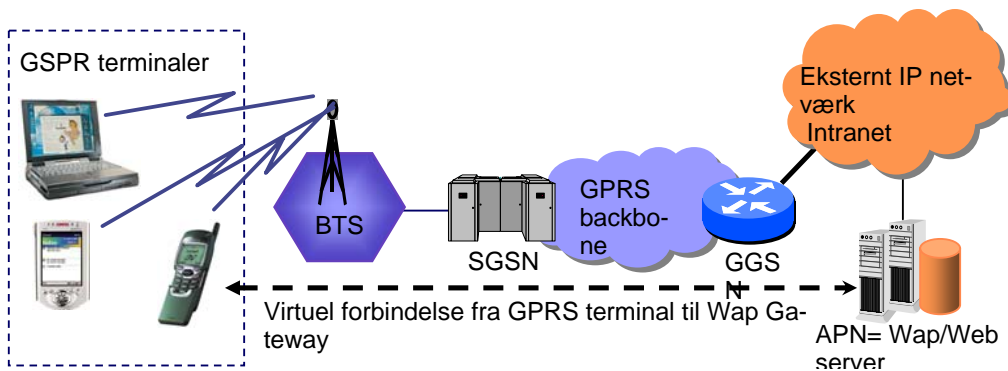
- Et "Access Point Name" (APN) - Et APN fungerer som et referencepunkt til det eksterne datanetværk, f.eks. en "Wap gateway", internettet eller virksomhedens intranet, som terminalen ønsker adgang til.
- En IP adresse som tildeles GPRS terminalen - GPRS terminalen skal have tildelt en IP adresse, før den har mulighed for at modtage data fra GPRS netværket.
- En IP adresse på det adgangsgivende GGSN'en - GPRS terminalen skal ligeledes kende adressen på den GGSN, der anvendes til datatransmissionen, og som GPRS terminalen skal sende sine data til.
- En "Quality of Service" (QoS) – som specificerer niveauet for datatransmissionen herunder garanteret båndbredde og prioritet for den pågældende transmission.

APN'et specificeres fra GPRS terminalen, hvorimod specificering af QoS og udvekslingen af IP adresserne sker dynamisk via GPRS netværket.

Efter en velgennemført PDP "Context" har GPRS terminalen oprettet en virtuel forbindelse i GPRS netværket.

Den virtuelle forbindelse medfører en "Always On" funktionalitet, og GPRS terminalen vil hurtigt, effektivt og "altid" have adgang til de ønskede services og tjenester, og kan initierer en datatransmission inden for ½-1 sekund, såfremt der er kapacitet til rådighed i netværket.

Slukkes GPRS terminalen eller afbrydes GPRS servicen er "Always On" funktionaliteten ikke længere tilgængelig. Figur 9 på efterfølgende side illustrer opkoblingen til et APN.



Figur 9 Opkobling til APN

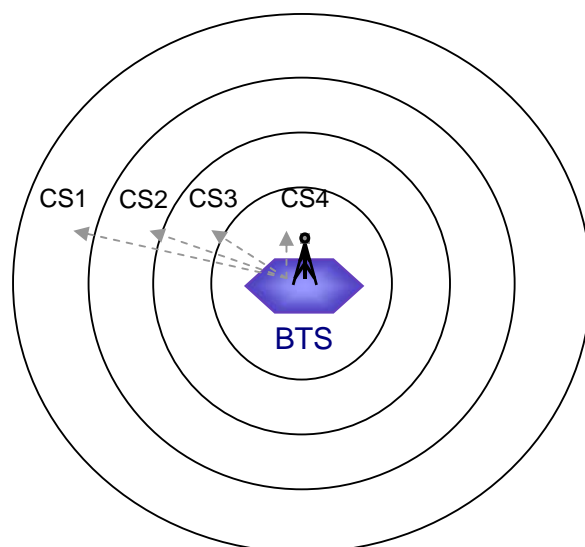
GPRS terminalen kan dog også tildeles en statisk IP adresse, som terminalen gør brug af til de ønskede services. I forbindelse med adgang til virksomhedens intranet, kan denne tilgang ofte være en fordel. Virksomheden vil da have mulighed for at "lukke" for IP-adressen, og på den måde nægte GPRS terminalen adgang til intranettet, hvis relevant.

GPRS er via sin "Always On" effekt særdeles anvendelig til en løbende modtagelse af e-mail, tekstbeskeder m.m., da den virtuelle forbindelse medfører, at man som bruger altid kan være forbundet til GPRS netværket. Dette betyder, at GPRS brugerne ikke skal tilmeldes servicen og etablere en ny forbindelse med tilhørende lange opkoblingstider, når data skal sendes eller modtages.

Betalingsmåden for GPRS foregår typisk efter transmitteret datamængde. Med dette princip kan GPRS brugerne altid være tilkoblet GPRS services, men stadig kun betaler for den mængde data, der sendes og modtages.

6.3.4.3 GPRS og datahastigheder

GPRS netværket deler de samme "timeslots", der anvendes til tale i GSM nettet, som beskrevet i afsnit 6.3.1.1. GPRS standarden giver mulighed for samtidigt at benytte alle 8 trafikkanaler til transmission af data, hvilket medfører højere hastigheder.



Figur 10 "Coding schemes" i GPRS

Datahastigheden for GPRS transmissionerne er også afhængig af, hvilket kode ske ma (CS) der anvendes ved brugen af GPRS. Der er fire CS'er, som specificerer antal kbit/s per "timeslot":

- CS1 9,2 kbit/s ved en trafikkanal og 73,6 kbit/s ved otte trafikkanaler.
- CS2 13,4 kbit/s ved en trafikkanal og 107,2 kbit/s ved otte trafikkanaler.
- CS3 15,6 kbit/s ved en trafikkanal og 124,8 kbit/s ved otte trafikkanaler.
- CS4 21,4 kbit/s ved en trafikkanal og 171,2 kbit/s ved otte trafikkanaler.

Radiosignalet herunder signal/støj forholdet spiller yderligere ind på kvaliteten af de transmitterede data, og jo længere væk en bruger befinder sig fra BST'en, jo dårligere sende og modtage forhold opleves der. Det medvirker, at man skal være forholdsvis tæt på BTS'en for at udnytte CS3 og CS4, som illustreret i Figur 10.

Størrelsen af de enkelte "CS celler" er meget afhængig af de givne radioforbindelser. Det er således ikke muligt at opgive den eksakte afstand til BTS'en for de respektive CS'er. I dag vil man dog uanset afstande til BTS'en befinde sig i et CS1 eller CS2 område, da operatørerne ikke tilbyder CS3 og CS4.

I travle perioder eller områder med begrænsede "timeslots" til rådighed for GPRS kan flere GPRS brugere deles om det samme "timeslot" til transmission af data. Såfremt flere brugere transmitterer data samtidigt, resulterer dette i en nedsat hastighed, og som bruger kan man således risikere, at den forventede datahastighed ikke stemmer overens med den reelle datahastighed.

6.3.4.4 GPRS terminaler

GPRS terminaler er naturligvis en forudsætning for, at brugerne kan få adgang til GPRS nettet, og i GPRS standarden er der specificeret forskellige klasser af GPRS

terminaler:

- Klasse A - understøttende GSM funktionalitet samt GPRS funktionalitet, og samtidig brug af disse funktionaliteter.
- Klasse B - understøttende GSM funktionalitet samt GPRS funktionalitet men ingen samtidig brug af funktionaliteterne.
- Klasse C – understøttende GPRS funktionalitet.

GPRS terminalerne kan konfigureres til anvende et forskelligt antal "timeslots" til transmission og modtagelse af data, og kan således være en begrænsende faktor mht. hastigheden af datatransmissionen. I dette øjemed er der for hver GPRS terminal specificeret en "Multislot Klasse", som definerer antallet af "timeslots", den givne GPRS terminal kan anvende til transmission af data (uplink) og modtagelse af data (downlink). I alt er der defineret 29 "multislot" klasser

Den effektive datahastighed nedsættes dog væsentligt pga. signalering og overhead ved brug af GPRS, og den effektive datahastighed ligger på ca. 20-30 Kbit/s ved brug af fire "timeslots".

6.3.5 Fremtidig udvikling

Den fremtidige udvikling inden for området pakkekoblet datatransmission baserer sig på teknologien "Enhanced Data rates" for GSM "Evolution" (EDGE).

EDGE er en højhastigheds data standard, som tillader transmissionshastigheder på 384 kbit/s ved samtidig brug af otte "timeslots". EDGE er baseret på en anden modulationsform end GPRS og kan herigennem opnå de højere datahastigheder per "timeslot".

6.4 GSM-R

"Global System for Mobile Communications – Railways" (GSM-R) er baseret på ETSI GSM standarderne og suppleret med jernbanespecifikke applikationer.

GSM-R radiosystemet er udarbejdet på baggrund den internationale jernbane unions (UIC) og EU's direktiver om interoperabilitet for jernbanenettet. Radiosystemet foreligger beskrevet som godkendte funktionelle og systemmæssige specifikationer over et fælles digitalt radiosystem for europæiske jernbaner.

Der er således ikke tale om en egentlig GSM-R standard, selv om begrebet "standard" ofte anvendes, men derimod om et specifikt radiosystem, som opfylder de europæiske jernbaners mobile kommunikationsbehov.

Vigtige dokumenter i specifikationen af GSM-R udgøres af:

EIRENE's ("European Integrated Railway Radio Enhanced Network"):

- "Functional Requirements Specification", version 5.0.
- "System Requirements Specification", version 13.0.

MORANE's ("MOBILE radio for RAILway Networks in Europe"):

- "Form Fit Functional Specifications" (FFFS).
- "Functional Interface Specification" (FIS).

Den Europæiske Union's

- "Technical Specifications for High Speed Rail Interoperability (TSI) Control, Command and Signalling".

Hvor GSM betragtes som et 2d.generations (2G) og "Universal Mobile Telecommunications System" (UMTS) som et 3. generations system (3G), kan GSM-R suppleret med GPRS med rimelighed betragtes som 2,5G system.

Personkredsen om EIRENE projektet har udtalt en forventning om, at de europæiske jernbaner vil foretage massive investeringer i GSM-R over de kommende 10 år. Ultimo 2005 har 14 lande i Europa implementeret GSM-R.

6.4.1 Generel beskrivelse

Som nævnt ovenfor er EIRENE GSM-R systemet baseret på ETSI GSM standarden og suppleret med jernbanespecifikke applikationer, som omfatter teletjenesterne jord-tog-jord "voice" og data kommunikation samt jord-jord mobilkommunikation for sporarbejde, rangering, stationsdrift og administrative opgaver.

Foruden de almindeligt udbredte GSM tjenester omfatter EIRENE specifikationerne også GSM fase 2 - 2+ standarderne: "broadcast" (voice), gruppekald (voice), forbedret prioritetsfacilitet med nødopkald og afbrydelse af igangværende teletrafik ("pre-emption") samt "General Packet Radio Service" (GPRS). Se afsnit 6.3.4.

De jernbanespecifikke applikationer m.m. omfatter:

- Funktionel og positionsafhængig adressering af opkald baseret på en entydig to-identifikation, to typer nødopkald (tog og ranger).
- Rangérfunktion med toneindikation.
- "Direct Mode" og områdebestemt gruppekald, f.eks. lokomotivfører-til-lokomotivførere indenfor samme lokalområde.
- Detaljerede funktions- og systemkrav for tre typer mobilterminaler: Kabineterminaler til trækraftenheder/lokomotivfører ("Cap-radio"), Operationelle radioer til driftspersonale og "General Purpose Radios" til mere administrativt orienteret personale, herunder passagerorienterede tjenester og tjenesteområder.

GSM-R er tillige specificeret som bæretjeneste for "European Rail Traffic Management System" og "European Train Control System" (ERTMS/ETCS).

Visse af de specificerede funktioner og tjenester er kategoriserede som ubetingede ("mandatory") krav og andre som optionelle muligheder. De ubetingede krav til EIRENE GSM-R systemer skal opfyldes, hvor de internationale krav til interoperabilitet kræver dette, medens optionerne kan betragtes som jernbaneoperatørernes mulighed for individuelle tilpasninger af deres mobile kommunikationssystemer.

GSM-R arkitekturen med undersystemer er den fra GSM velkendte radio- og netværksstruktur. Brugerterminaler og tilhørende SIM kort, en radiocellestruktur med basestationer og basekontrolstationer udstrakt langs sporstrækningerne udgør radionettet, som kan være dubleret for at optimere tilgængelighed og opetid. Et netværk bestående af faste linier, eventuelt suppleret med radiokæder forbinder basestationer med "switching centre" for kredsløbs- og pakkeorienteret trafik, diverse registre over brugere og brugergrupper, "gateways" til eksterne netværk samt operations- og kontrolcenter, billingcenter m.m. Standardiserede GSM interfaces anvendes over hele arkitekturen.

GSM-R fremstår som et gennemarbejdet koncept med en meget klar fokus på togkontrol og jernbanesikkerhed.

I den danske frekvensplan er der afsat 2 x 4 MHz på frekvenserne 876 – 880 MHz (uplink) og 921 – 925 MHz (downlink) til GSM-R, hvilket svarer til 19 GSM kanaler. Samme frekvensressourcer er afsat i de øvrige europæiske lande.

Det skal bemærkes, at GSM-R er designet og specificeret med interoperabilitet for øje, specielt for fremover at muliggøre togtrafikkens frie og sikre bevægelighed overalt på Europas jernbaner. Fokus på sikkerhed, kontrol og operation af den togtrafik, som benytter sporarealerne, er derfor en naturlig følgevirkning heraf. Denne fokus betyder imidlertid, at jernbanevirksomheders og andres behov for mobile funktioner og applikationer i mindre grad er direkte tilgodeset i specifikationerne. Selv om der ikke er gjort meget ud af at specificere passagerinformationstjenester og billetterings- og kontrolfunktioner m.m., udgør kommunikation fra jord til tog og mellem togpersonale inklusive lokomotivførere samt passagerinformation en integreret del af EIRENE specifikationerne.

6.4.2 Funktionalitet i EIRENE GSM-R

Vedrørende de for GSM fase 2+ standardiserede funktioner henvises til afsnittet om GSM. Gennemgang af de jernbanespecifikke funktioner, der er specificeret i EIRENE projektet, vil her blive præsenteret uden tekniske detaljer om funktionernes opbygning og sammenhænge over diverse interfaces m.m.

Det er vigtigt for forståelsen af de særlige funktioner i GSM-R at notere sig, at et sådant netværk er af kategorien "*Private Mobile Radio*" (PMR), og som sådan er et lukket radionet med egen nummerplan. Kun godkendte brugere og registrerede terminaler har adgang til netværkets ressourcer, og netværksejeren kan disponere disse efter skiftende behov, dog respekterende EIRENE specifikationernes obligatoriske krav (mandatory requirements). Det betyder ikke, at netværket og dets brugere er afskåret fra omliggende telekommunikationsnetværk, men at graden af adgang til netværket udefra og opkald indefra kan reguleres centralt.

Jernbanespecifikke applikationer og funktioner som GSM-R netværket skal levere oveni de basale tjenester, som GSM fase 2+ kan tilbyde, omfatter:

Funktionel adressering af individuelle funktioner, baseret på et unikt funktionsnummer frem for telefonnummeret, er primært indrettet til opkald af kørende personale og materiel fra fastsiden.

Funktionsnumre vil ofte være anvendt indenfor begrænsede tidsrum, f.eks. knyttet til et tog på en given trafikkanal eller knyttet til en bestemt funktion på dette tog. En person kan således have flere funktionsnumre tilknyttet det aktuelle arbejdsområde. Funktionen vises på terminaludstyret for både afsender og modtager.

Positionsbestemt adressering anvendes af mobilt personale, så som lokomotivfører og togpersonale m.fl. til opkald af stationære og områdebestemte funktioner langs med trafikkanalen, altså fra kørende personale mod fastsiden.

Sådanne stationære funktioner kan eksempelvis være trafikkontrollfaciliteter, driftsledelse og stationer.

I EIRENE er defineret to slags *operative nødopkald*, som automatisk adresseres til samtlige lokomotivførere og trafikkontrollen i et forud defineret geografisk område eller til alt rangerpersonale på rangerområder.

Nødopkald har højeste prioritet i netværket, som automatisk fortsætter opkald, til alle adressater i området har kvitteret for nødkaldet. Alle nødopkald, svar og kommunikation optages og lagres både i involverede tog og på en central optageposition.

En *netværksbaseret rangerfunktion* med varselstone opsættes som gruppe omfattende rangerpersonalet og rangerformand eller tilsvarende rangerkontrollfunktion. Rangergrupperne er tildelt prioritet i opkald og netværksadgang, ligesom ethvert gruppemedlem kan initiere nødopkald, som automatisk adresseres til alle på rangerområdet.

"Direct Mode Operation" (DMO), hvor håndterminaler kan kommunikere på kortere afstande direkte med hinanden uden brug af radioinfrastrukturen, er en GSM-R option.

Hvis DMO implementeres, skal EIRENE specifikationen for terminalerne herfor opfyldes, hvilket bl.a. omfatter, at

- Sendeeffekten ikke må overstige en Watt.
- Terminalerne skal operere i simpleks og på fem specificerede kanaler.
- Transmission kun er mulig, hvis GSM-R infrastrukturen ikke kan anvendes.
- "Broadcast" af ranger advarselstone skal være til rådighed.

Gartner kan dog ikke pege på systemer, hvor GSM-R DMO er implementeret i Europa. Den typiske løsning er at benytte separate terminaler (almindelig walkie-talkie) til de funktioner, der kræver radiokommunikation udenom infrastrukturen

En række *specielle egenskaber* skal ligeledes opfyldes. Disse egenskaber omfatter:

- Opsætning af hastende og ofte brugte opkald skal kunne gennemføres med en enkelt tastefunktion.
- Funktions identitet skal vises for kaldende og opkaldte brugere.
- Hurtig og garanteret opsætning af opkald.
- Ubrudt kommunikation ("handover") ved kørehastigheder op til 500 km/t.
- Automatisk og manuel testopsætning med fejlindikation.
- Automatisk netværks management og system konfiguration.

For hver af de tre typer radioterminaler foreligger specifikationer på et stort antal funktioner.

Foruden generelt gældende funktioner og applikationer er der for hver type opsat krav til funktionalitet, som specifikt hjælper de enkelte brugere til en sikker og hurtig betjening og som understøtter automatiske alarmer og nødprocedurer ved tekniske fejl og fejlbetjening af udstyret.

GSM-R terminaler produceres med frekvensmæssig dækning over forekommende offentlige GSM/GPRS netværk, og vil således kunne kommunikere også udenfor GSM-R nettets dækningsområde. Dette forudsætter en offentlig tildelt nummerplan og nødvendige roamingaftaler.

En EIRENE defineret *nummerplan* er omfattet af specifikationen. Nummerplanen tilsikrer, at samarbejde mellem de forskellige nationale og internationale jernbaneselskaber kan gennemføres på en entydig måde over GSM-R systemet. Den kan karakteriseres som en rammeplan med formålsbestemte nummerserier. Disse nummerserier afspejler det generelle billede af jernbanedriften med funktionsområder, tognummerering og materielkodning og med nummerressourcer afsat til national disponering.

Den detaljerede opsætning af nummerplan for det enkelte GSM-R netværk afhænger af flere faktorer og fastsættes derfor lokalt af netværksejeren.

Afslutningsvis skal det endnu en gang understreges, at GSM-R specifikationerne på flere funktionsområder er rettet mod togtrafikafvikling og jernbanesikkerhed i europæisk perspektiv.

6.5 UMTS

"Universal Mobile Telecommunications System" (UMTS) er det europæisk udviklede tredje generations mobile netværk. Som standard henregnes UMTS til familien af 3G standarder benævnt "International Mobile Telecommunications 2000" eller forkortet IMT-2000 familien. Disse standarders formål er at skabe basis for nye systemer, som vil sikre mobile brugere en bredbåndsadgang til den globale telekommunikations infrastruktur og dens tjenester og applikationer.

I Danmark er der gennem auktion solgt fire UMTS licenser og i flere andre vesteuropæiske lande solgt eller fordelt tilsvarende antal licenser. Der er således sikret en forstærket konkurrence om de mobile kunder.

Disse 3G systemer vil indledningsvis (teoretisk) kunne tilbyde mobile brugere båndbredder op til 384 kbit/s og et begrænset antal stationære brugere en trådløs båndbredde på op til 2 Mbit/s. Efterfølgende 3G versioner stiler mod båndbredder på 10 Mbit/s og opetter.

Udvikling af UMTS standarden er designet til at imødekomme de voksende behov for mobil datatransmission under udnyttelse af de eksisterende GSM netværks infrastrukturer og 2,5G udviklingen af HSCSD, GPRS og EDGE.

6.5.1 Generel beskrivelse

Den mobile adgang til UMTS's netværks infrastruktur er baseret på radioteknologien CDMA ("Code Division Multiple Access"), en teknologi der er væsentlig forskellig fra den tidsopdelte teknologi (TDMA), som forbinder GSM generationens netværk med de mobile brugere. Et UMTS netværk kræver således først og fremmest implementering af et nyt radiosystem, det såkaldte UTRAN - der står for UMTS "Terrestrial Radio Access Network". CDMA teknologien stiller større krav til celleplanlægning baseret på bruger- og tjenestemønstre og på den anden side mindre krav til frekvensplanlægning på grund af interferens end de TDMA baserede teknologier GSM og TETRA.

UMTS i Danmark operer i frekvensområdet 1900 - 2170 MHz. Radiobølgers rækkevidde falder med stigende frekvens, og alt andet lige vil der være behov for flere basestationer i UMTS end i TETRA, GSM/900 og GSM-R systemerne.

I CDMA teknologien, som danner basis for de større båndbredder og en bedre udnyttelse af de rådige frekvensressourcer, opererer alle terminaler i samme celle samtidigt på samme "uplink" og samme "downlink" frekvensområder – enkelt beskrevet deler de på samme tid en fælles frekvensressource og den samlede rådige transmissionseffekt.

6.5.2 Funktionalitet

De funktioner, der kendes fra GSM og GPRS teknologierne, vil genfindes i UMTS. Herudover vil tilbydes der et antal tjenester og faciliteter, som i stor udstrækning ba-

seres på den større båndbredde UMTS netværket tilbyder.

UMTS teknologien åbner mulighederne for en mobil adgang til internet/intranet med responstider svarende til fastnetapplikationer af i dag.

”Unified Messaging” samler tale, e-mail, fax, SMS og MMS i samme elektroniske og personificerede postkasse med værktøjer til konvertering af tekst og tale.

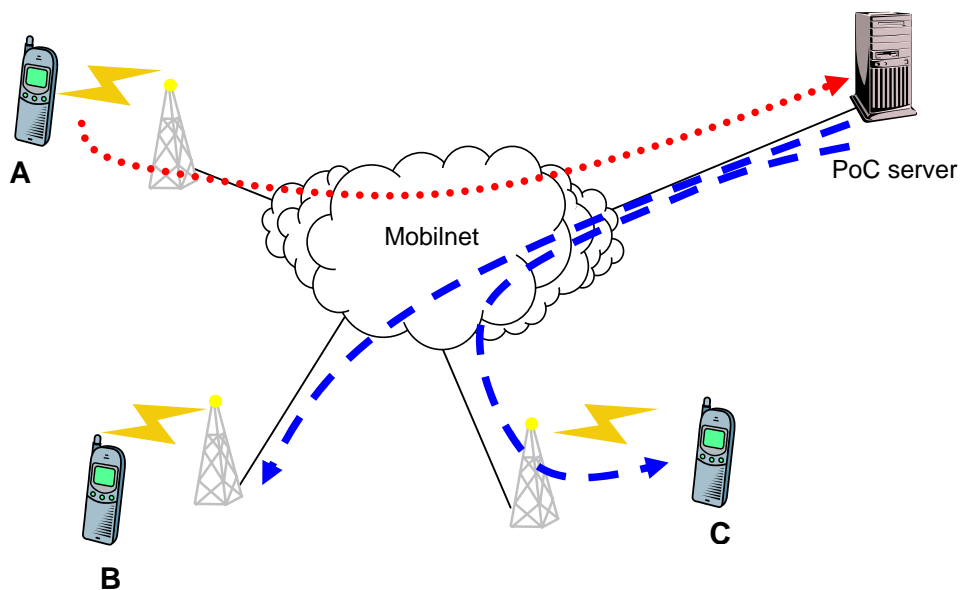
Mobil videokonference, multimedie og positionsbestemte tjenester samt mobil bank-service og indkøb, indholdsbaseerede tjenester og underholdning m.m.

6.6 Mobilradiofunktionalitet på mobiltelefoninet GSM/UMTS/CDMA

En række leverandører har introduceret muligheden for at afvikle VoIP samtaler over mobiltelefoni nettenes datakanaler. Denne tjeneste er lanceret som PoC – Push-to-talk over Cellular.

Et opkald initieres ved at brugeren trykker på en dedikeret samtale tast på en PoC forberedt mobiltelefon, som det også kendes fra walkie-talkies. Data (VoIP tale) routes til en PoC server, der kan være drevet af mobiloperatøren, men det er ikke en forudsætning.

Det er så PoC serveren, der er ansvarlig for de services, der tilbydes. Typisk vil det være opsætning af et gruppekald til en foruddefineret gruppe, som eksemplificeret i Figur 1. Her initierer bruger A et gruppekald, der sættes op imod bruger B og C.



Figur 1 PoC system koncept tegning

P.t. er PoC serveren og de services, der tilbydes, ikke standardiseret. Det arbejdes der dog på i 3GPP.

6.6.1 Rivada

Rivada Networks har ved Declan J. Ganley rettet henvendelse til "Justice and Home Affairs Section", "Permanent Representation of the Danish Government to the European Union" den 26. oktober 2004 for at få lov til at gennemføre en præsentation for de danske myndigheder af Rivada Networks og især det kommunikationsprojekt Rivada Networks er involveret i for de amerikanske myndigheder i staten Louisiana.

Denne henvendelse er journaliseret hos Justitsministeriet, Civil og politiafdelingen nr.: 2004-3319-16.

6.6.1.1 Rivada projektet

Staten Louisiana har taget en strategisk beslutning om at forbedre mobilkommunikationsmulighederne for sine "first responders" (politi, ambulance, brand, civilforsvar, kystvagt, den amerikanske nationalgarde samt dele af militæret).

Dette vil ske i NC-DC4 projektet med Rivada Pacific konsortiet (hvori Rivada Networks indgår) som eneleverandør.

En af de grundlæggende ideer i NC-DC4 projektet er, at alle dele så vidt muligt skal være hyldevarer (COTS – Commercial Of The Shelf).

Kommunikationsnetværket vil være en hybrid løsning.

Infrastrukturen vil blive baseret på tredjegerations (UMTS og CDMA) offentlige mobilnetværk (f.eks. Sprint), typisk ved at NC-DC4 konsortiet indgår MVNO aftaler med de pågældende netværksoperatører. Der er en forventning om, at det vil være muligt at indgå de nødvendige aftaler for specielle funktionaliteter, der kræves i et "first responder" kommunikationssystem, f.eks. prioritering af opkald, med de pågældende operatører.

Endelig vil der blive dækning via satellit i områder uden anden dækning.

Tjenesterne vil omfatte både tale, data og positionsbestemmelse.

Taletjenesterne vil omfatte de services, der normalt findes i mobilradiosystemer for professionelle brugere, f.eks. gruppekald og prioriteret opkald.

Datatjenesterne vil ydelses- og funktionsmæssigt som minimum modsvare de muligheder, der er for den almindelige borger på 3G netværk. Herudover vil der være udviklet en række tjenester, der er særligt velegnet til "first responders" arbejde.

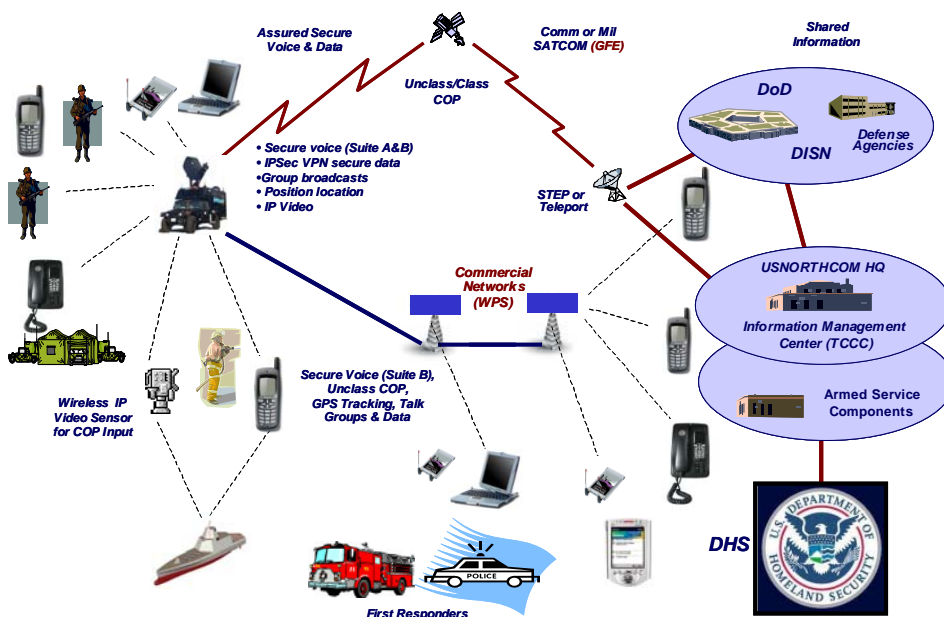
Det vil være muligt at sende video fra et gerningssted tilbage til kontrolrummet og til andre relevante mobile enheder. Herved kan alle danne sig et førstehåndsindtryk af en given hændelse.

Der vil være mulighed for at tage billeder og aflæse fingeraftryk samt lagre og tilgå disse data online, både for politiet på stedet og i realtid andre brugere koblet på systemet. Når denne type data er online, kan de både bruges operationelt og i efterforskningsøjemed.

Alle mobile brugere kan positionsbestemmes nøjagtigt, typisk under 10 meter eller bedre. Det vil give staben i en beredskabssituation overblik over alle enheders placering.

Integreret kommunikationshierarki.

Brugerne skal organiseres i en kommandostruktur så tale og datamateriale (f.eks. video eller billeder) fra en lokation, kan "routes" opad til statslig eller federal ledelse, der kan kobles ind på en samtale eller videooptagelse og på den måde skabe sig et detaljeret indtryk af en hændelse.



Figur 2 NC-DC4 systemkoncept – fra Rivadas præsentation

6.6.1.2 Uddybning af Rivadaløsningen

DESDR projektet har efterfølgende været i kontakt med Rivada for at få uddybet en række spørgsmål.

Det har vist sig, at Rivadas nuværende løsning:

- ikke understøtter DMO.
- endnu ikke har løst prioritet og tvangsnedkoblingsmekanismerne for nødopkald.
- ikke har en generel løsning for prioritet af nød- og beredskabsbrugere over kommercielle brugere, man gør brug af separate celler til nød- og beredskabsbrugere.

På den baggrund vurderer Gartner, at Rivadas koncept endnu er så teknisk umodent, at det ikke vil kunne finde anvendelse for mobilradiosystem for de danske nød- og beredskabsbrugere.

6.7 TetraPol

Tetrapol er et mobilradiosystem der udvikles og leveres af franske EADS. Yderligere information kan findes på www.Tetrapol.com.

Tetrapol tilbyder en række funktioner som f.eks.:

- Individuelle kald
- Gruppekald
- Mulighed for at skanne andre grupper så kommunikationen kan afbrydes af kommunikation i andre højere prioriterede grupper
- Dynamisk oprettelse af nye grupper i radioerne
- Telefongennemstilling
- Nødopkald og prioriterede kald
- Mobil-til-mobil kald udenom infrastrukturen
- "End-to-end" kryptering
- "Over-the-air" opdatering af krypteringsnøgler
- Autentificering – terminal og netværk er sikker på hinandens identitet
- Låsning af terminal (f.eks. hvis den er stjålet)
- Kredsløbskoblet og pakkekoblet datatjenester
- Tekstmeddelelser
- Cellulær netværksopbygning (som det også er skitseret for TETRA i Figur 4).

6.8 APCO Project 25

APCO Project 25 (ofte bare APCO25) er et sæt af industristandarder for digital mobilradio rettet mod nød- og beredskabsbrugere.

Udviklingen af disse industristandarder er sket i regi af APCO¹, der er en interesseorganisation primært for nød- og beredskabsbrugere. Medlemmerne, både nød- og beredskabsbrugere og private organisationer kommer i langt overvejende grad fra Nord Amerika. APCO's hjemmeside kan findes på <http://www.apcointl.org/>.

Standardiseringen af APCO25 startede i 1993 med ratificeringen af air-interfacet og består i dag af en samling af ca 35 dokumenter, der kan rekvireres fra bl.a. TIA². APCO arbejder på at få APCO25 godkendt som en international standard af ITU³ men det er endnu ikke sket.

Der er også bestræbelser på, at APCO25 skal være det foretrukne teknologivalg for nød- og beredskabsbrugerne i USA.

Der er i dag systemer i operationel drift baseret på APCO25 udstyr.

Funktionaliteten i APCO25 er typisk for mobilradiosystemer, f.eks.:

- Individuelle- og gruppekald.

¹ APCO – Association of Public-Safety Communications Officials

² TIA - Telecommunications Industry Association

³ ITU – International Telecommunications Union

- Kredsløbskoblet og pakkekoblet datatransmission.
- Datatransmission (teoretisk maksimum er 9.600 kbit/s netto, dvs. både signalerings og databits).
- Prækodede meddelelser.
- Nødopkald og prioritet af opkald.
- Mulighed for operatørpladser.
- Kryptering af transmissionen.
- Telefongennemstilling.

6.9 Mesh¹ Wi-Fi

6.9.1 Hvad er Mesh Wi-Fi

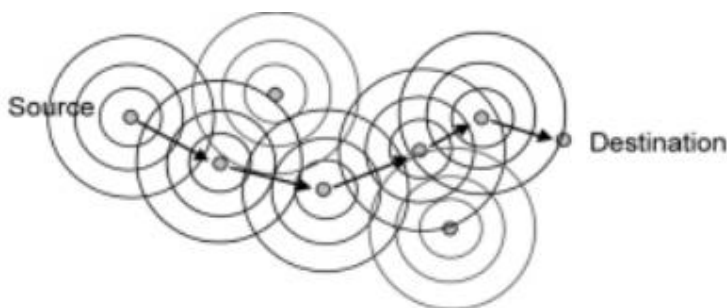
Et MESH WI-FI netværk består af:

- Fastnet infrastruktur:
 - Trådløs dækning fra basestationer forbundet til switching infrastruktur. via lejede linier – hvor dette er implementeret.
 - Fastnet IT-systemer.
- Mobile enheder der:
 - Kommunikerer med fastnet infrastrukturen via basestationer.
 - Opretter ad-hoc netværk med andre mobile enheder.
 - Afvikler brugerapplikationer.

Alt sammen baseret på Wi-Fi protokolfamilien.

Ideen er, at man opretter infrastrukturbaseret dækning i de områder, hvor man ønsker at stille services til rådighed, der kræver adgang til fastnet infrastrukturen.

Hvor der ikke er infrastrukturbaseret dækning, vil de mobile enheder så kunne danne ad-hoc netværk, hvor de enkelte enheder dels afvikler bruger applikationer, dels "router" "andres" datatrafik i nettet, som illustreret i Figur 3.



Figur 3 Eksempel på meshed mobil netværk

¹ Den generiske definition af et trådløst Meshed (MESH = maske eller net) netværk er en samling mobile enheder, der opretholder trådløs forbindelse for derved at skabe et sammenhængende data netværk.

Mesh netværkene er selvkonfigurerende, dvs. "routningen" i Figur 3 sker automatisk, der skal ikke ske en manuel opsætning af systemet. Systemerne er også selvhelende, dvs. at ved fejl, f.eks. udfald af enheder, vil systemet automatisk rekonfigureres så servicen ikke, eller i mindst muligt omfang, berøres.

Et Mesh Wi-Fi netværk stiller altså en transmissionsinfrastruktur til rådighed. Brugerapplikationerne ligger ovenpå.

Mesh Wi-Fi netværk bygger på 802.11s standarden. Gartner forventer, at 802.11s vil være ratificeret medio 2006, og at der vil kunne komme produkter på markedet, der overholder denne standard i 2007.

6.10 Integrationssystemer til at forbinde mobilradiosystemer

På markedet findes i dag en række produkter, der under et kan betegnes som integrationssystemer.

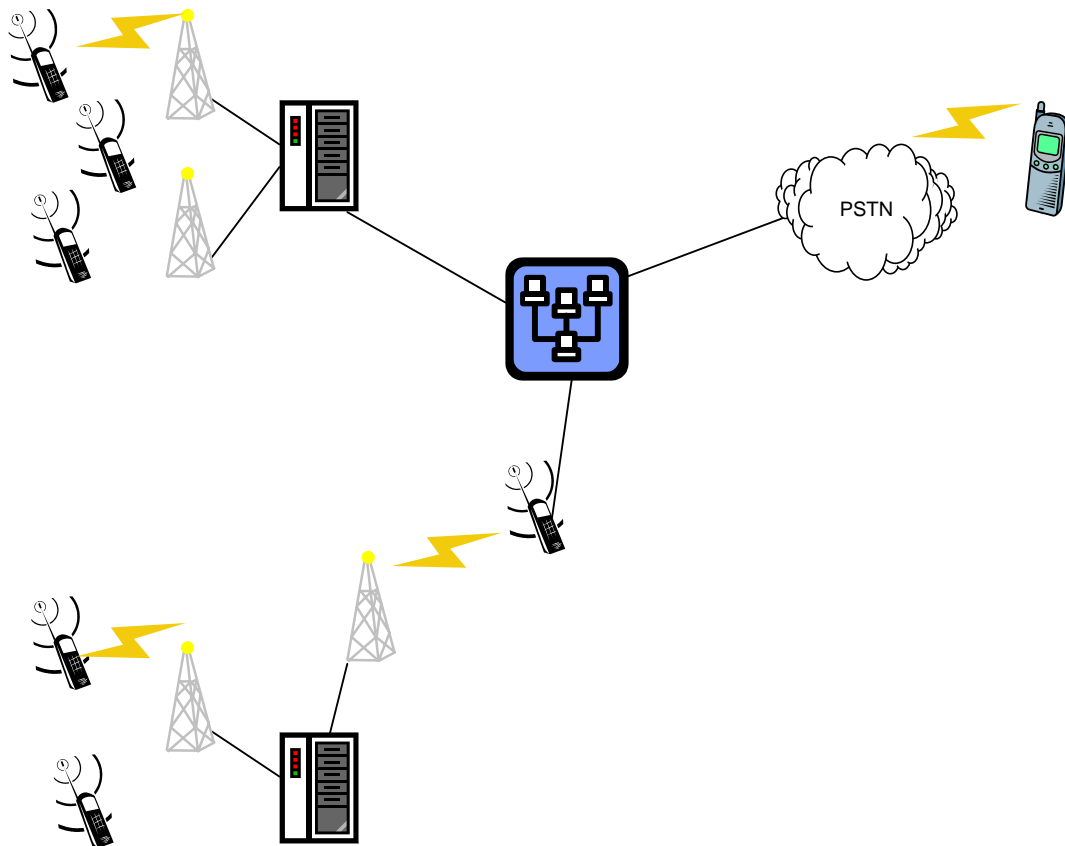
Deres funktion er at forbinde forskellige kommunikationssystemer, f.eks. mobilradiosystemer (f.eks. nye digitale og ældre analoge systemer), mobiltelefonisystemer (f.eks. GSM og UMTS) og fastnettelefoner (f.eks. PSTN og VoIP systemer).

Den forbindelse, der skabes mellem mobilkommunikationssystemerne, muliggør kommunikation på tværs mellem disse, f.eks. at en gruppesamtale initieret i et moderne mobilradiosystem også opsættes på en kanal i et analogt mobilradiosystem. Herved vil brugere i det digitale og analoge mobilradiosystem kunne deltage i den samme gruppesamtale.

Integrationssystemet er således ikke mobilkommunikationssystem i sig selv men et IT-infrastrukturprodukt. Det kan således ikke forbedre funktionaliteten eller dækningen i de forbundne mobilkommunikationssystemer.

Den funktionalitet, der kan tilbydes, afhænger dels af mulighederne i de involverede mobilradiosystemer dels af kompleksiteten i interfacene. Hvis radiosystem B kun understøtter åben kanal gruppesamtaler, vil det ikke være muligt at integrere sig til et individuelt opkald fra mobilradiosystem A til B.

Typisk vil der skulle udvikles specifikke interfaces til de radiosystemer, der skal tilsluttes integrationssystemet. Det kan f.eks. være et komplekst interface til den centrale switch i et moderne digital mobilradiosystem, der muliggør integration af avancerede funktioner (individuelle og gruppe samtaler, tekstbeskeder, nødopkald etc) eller mere simple interfaces hvor man forbinder sig til en radio og derved måske "kun" giver mulighed for åben kanal gruppesamtaler.



Figur 4 Eksempel på sammenbinding af kommunikationssystemer

7 Bilag 2 – Scoring af teknologier mod brugerkrav

I dette afsnit holdes her teknologi op imod de opdaterede krav fra Bilag 3 i Fase1 rapport – Beredskabsmyndighedernes behov til et landsdækkende radiosystem”.

Kolonnen Opf(yldt) kan antage værdierne:

- O – Teknologien opfylder kravet.
- D – Teknologien opfylder kravet delvist. Enten fordi funktionaliteten kun opfyldes delvist, eller hvis Gartner vurderer, at funktionaliteten er tilstede, men implementeret på en måde, der reducerer anvendelsen i praksis (f.eks. hvis det kræver uforholdsmæssige store ressourcer).
- I – Teknologien opfylder ikke kravet.
- U – Udenfor vurdering. Opfyldelse af kravet afhænger ikke af teknologien, f.eks. ønsket reaktionstid.

7.1 TETRA

Krav Nr	Gruppe	Krav	TETRA	
			Opf	Kommentar
Kritiske Krav				
1	Appl.	Der skal kunne leveres software til indkodning i Software baserede radioer.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi men et spørgsmål om implementering i radioerne. Software baserede radioer er ikke standardiseret i TETRA og Gartner har ikke kendskab til sådanne standardiseringsaktiviteter.
2	Data	Mobile radioer (placeret i køretøjer) skal kunne sende statusmeddelelser til central.	O	Statusmeldinger er en del af standarden.
3	Data	Centraler skal kunne sende statusmeldinger til mobile radioer.	O	Centraler er ikke en del af standarden men centralerne fra en række centrale leverandører har denne feature.
4	Data	Mobile radioer skal kunne sende korte tekstbeskeder til central.	O	Tekstmeddelelser er en del af standarden.
5	Data	Centraler skal kunne sende korte tekstmeddelelser til grupper.	O	Centraler er ikke en del af standarden men centralerne fra en række centrale leverandører har denne feature.
6	Dækning Kapacitet	Det skal være muligt at øge dækningen dynamisk.	O	Der er kendte systemer med mobile basestationer der tillader øget mobil til mobil dækning. DMO repeater og DMO gateways er standardiseret og øger ligeledes dækningen.
7	Dækning Kapacitet	Kapaciteten skal lokalt kunne udvides indenfor 2 timer.	O	O – Der er kendte systemer med mobile basestationer der giver øget lokal kapacitet. U – De 2 timer er ikke en teknologibestemt parameter
8	Dækning Kapacitet	Pålidelighed og serviceniveau skal være højt.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer man er villig til at afsætte til redundans i netværket.
9	Dækning Kapacitet	Kystlinien i Danmark skal være dækket.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi. Afhænger af antal og placering af opsatte sites.

Krav Nr	Gruppe	Krav	TETRA	
			Opf	Kommentar
10	Integrati- on	Det skal være muligt at foretage international roaming, så en dansk medarbejder kan arbejde med sin danske terminal under ophold i f.eks. Sverige.	D	D – Hvis der vælger samme leverandør i både Sverige og Danmark vil dette være muligt i det omfang leverandørens udstyr understøtter det. Kræver at der er oprettet de fornødne aftaler med den svenske leverandør. I – Er der tale om to forskellige leverandører er dette ikke muligt i dag. Den krævede standard eksisterer (ISI – Inter System Interface) eksisterer men er ikke implementeret af leverandørerne.
11	Integrati- on	Man skal kunne integrere til andre eksisterende radionetværk (f.eks. Analoge PMR-systemer).	O	Graden af opfyldelse afhænger dog af graden af ønsket integration og de muligheder de eksisterende radionetværk tilbyder. F.eks. kan individuelle kald radio til radio kan foretages via PSTN hvis det eksisterende radiosystem understøtter individuelle telefongennemstilling og individuelle kald. Hvis der investeres i integrationsprodukter vil det ligeledes være muligt at gennemføre gruppekald på tværs af radiosystemer.
12	Integrati- on	Systemet skal kunne kobles på Forsvarets fremtidige NBO netværk.	O	Graden af opfyldelse afhænger dog af graden af ønsket integration og de datahastigheder der stilles krav om.
13	Pålidelig- hed	Særligt sårbare enheder skal være dublerede. Netværket må f.eks. ikke være baseret på én central switch.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer man er villig til at afsætte til redundans i netværket. TETRA understøtter brugen af f.eks. flere switching centre.
14	Pålidelig- hed	Der skal være høj opetid på netværket.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer kunden er villig til at afsætte til redundans i netværket.
15	Pålidelig- hed	Systemet må ikke blive afbrudt ved strømafbrydelser.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer kunden er villig til at afsætte til power-backup (UPS) i netværket.
16	Sikkerhed	Tale mellem radioer skal være air-to-air krypteret.	O	Del af standarden.
17	Sikkerhed	Tekst og data skal end-to-end krypteres.	O	Understøttes af flere leverandører.
18	Sikkerhed	Radiosystemet skal tillade end-to-end kryptering på overordnet niveau (f.eks. applikationsniveau og IP-niveau).	O	TETRA tilbyder en pakke koblet IP bæretjeneste. Det står brugerne frit at kryptere tjenester der gør brug af denne bæretjeneste.
19	Sikkerhed	Radiosystemet skal sikre at modtager og afsender af tale og data er valide.	O	Del af standarden.

Krav Nr	Gruppe	Krav	TETRA	
			Opf	Kommentar
20	Sikkerhed	Det skal være muligt at spærre en telefon umiddelbart uden at kontakte en supportorganisation.	O	Det er muligt at spærre en radio. Hvordan det i praksis skal ske afhænger af den aftale kunden har med netværksoperatøren. Hvem har rettigheder og administrationsværktøjet til at udføre spærringen.
21	Sikkerhed	Systemet skal generelt kunne håndtere voice og data til klassifikationen "national Til Tjenestebrug" (forsvaret). Såfremt udstyret påtænkes påregnet til indsættelse mod terrorvirksomhed skal det kunne håndtere klassifikationen "national hemmelig" (forsvaret).	O	Afhænger af de specifikke krav fra relevante danske myndigheder. TETRA benyttes dog af myndigheder i Europa der må formodes at sætte høje krav til sikkerheden, så det er Gartners vurdering at TETRA vil kunne håndtere de ønskede klassifikationer rent teknisk. Herudover skal de tilhørende organisatoriske procedurer være på plads.
22	Sikkerhed	Radioer skal kunne kodes med ny krypteringsnøgle over the air.	U	Radioerne kan kodes med ny krypteringsnøgle. Hvis dette skal ske over-the-air kræver det en leverandørspecifik løsning i håndsettet. Det vil således ikke være en del af standarden og TETRA teknologien.
23	Tale	Det skal være muligt at foretage Gruppekald.	O	Del af standarden.
24	Tale	Mulighed for dynamisk omgruppering tilpasset en spontan ændring i indsats fra en vagtcentral.	O	Del af standarden.
25	Tale	3 - 5 prioriteringsniveauer for opkald, så gruppeopkald kan afbryde andre opkald (individuelle eller gruppe).	D	Prioriteringsniveauer er en del af standarden. Nødopkald - prioritet 0 (højst) afbryder individuelle og gruppekald for de brugere der skal modtage opkaldet, eller hvis der mangler netværksressourcer. Det er leverandørafhængigt hvilke andre prioriteringsmekanismer der er implementeret i radioerne. Nogle leverandører tilbyder scangrupper hvor der skiftes til anden gruppe med højere prioritet hvis der taler der.
26	Tale	Trafik på radionetværket skal kunne prioriteres så nogle samtaler står forrest i køen.	O	Del af standarden.
27	Tale	Det skal være muligt at foretage gruppekald uden anvendelse af fast eller mobil netværksinfrastruktur (direct call).	O	Del af standarden.

Krav Nr	Gruppe	Krav	TETRA	
			Opf	Kommentar
28	Tale	Det skal være muligt at foretage individuelle kald uden anvendelse af fast eller mobil netværksinfrastruktur (direct call).	O	Del af standarden.
29	Tale	Det skal være muligt at foretage nødopkald.	O	Del af standarden.
30	Tale	Nødopkald skal om nødvendigt afbryde andre samtidige opkald.	O	Del af standarden.
31	Tale	Ved Nødopkald skal det være muligt at sende GPS koordinater samtidig med at der tales.	U	Det er muligt at sende GPS koordinater under samtale. Det er leverandørafhængigt om terminalen er udstyret med GPS og om der sendes position ved aktivering af nødopkald og under gennemførelse af nødopkaldet.
32	Tale	Routing af nødopkald skal være automatisk og konfigurerbar.	O	Nødopkald routes automatisk til den specificerede modtager.
33	Tale	Gruppesamtale skal virke som om, man er i samtalen hele tiden. Når der trykkes på taletasten, skal der gå under 1/2 sekund til man kan tale.	O	Standarden specificerer 300 ms.
34	Tale	Ved gruppesamtaler kan man (brandvæsnets) leve med max 300 ms fra tryk på knap til man kan tale.	O	Standarden specificerer 300 ms.
35	Tale	Opkoblingshastigheden under individuelle samtaler skal være under 1/2 sekund.	O	Standarden specificerer 300 ms.
36	Tale	Koordination af en indsats på tværs af myndigheder kan ske fra en vagtcentral, hvor medarbejdere kan lede og kommunikere med alle involverede parter.	O	Vagtcentraler er ikke en del af TETRA standarden men leverandørerne har operatørpladser som en del af deres løsninger hvorfra medarbejdere kan lede og kommunikere med alle involverede parter.

Krav Nr	Gruppe	Krav	TETRA	
			Opf	Kommentar
37	Tale	Der skal findes en "calling all cars" funktion, der gør det muligt at kalde alle biler i et større geografisk område, baseret på viden fra en applikation, om tjenestegørende køretøjers øjeblikkelige position.	O	O – Standarden understøtter gruppekald (Calling all cars) i netværket. U – Det er leverandørafhængigt om der tilbydes en afgrænsning af et gruppekald til specifikke områder typisk givet ved netværkets celler (sites).
38	Tale ved skadested	Det skal være muligt at danne grupper dynamisk på et skadested, så indsatsledere kan kommunikere på tværs af værn.	O	Dynamiske grupper kan initieres fra en operatørplads
39	Tale ved skadested	Ledelsesniveau kan kommunikere tværsorganisatorisk i gruppekald.	O	O – Gruppekald er en del af standarden. U – Definition af grupperne er en organisatorisk spørgsmål.
40	Tale ved skadested	Individer på ledelsesniveau kan kommunikere direkte i individuelle samtaler.	O	Del af standarden.
41	Tale ved skadested	Kommunikation skal være mulig på tværs af værn ved fremkørsel til skadested .	O	O – Gruppekald er en del af standarden. U – Definition af grupperne er en organisatorisk spørgsmål.
Vigtige krav				
42	Appl.	En applikation bør gøre det muligt at tegne et dækningskort automatisk i takt med radioerne bliver båret forskellige steder hen.	U	Dette er ikke et krav til TETRA som teknologi. Devoteam ved at den beskrevne applikation eksisterer til nogle leverandørers netværk.
43	Appl.	Systemet bør kunne udveksle video.	D	TETRA1 systemets datahastighed er ikke høj nok til at vise andet en slow scan billeder i begrænset opløsning. Med TETRA2 bliver datahastigheden højere og muligheden for udveksling af streaming video dermed forbedret.
44	Data	Centraler skal kunne sende korte tekstmeddelelser til individer.	O	Del af standarden.
45	Data	Det skal være muligt at overføre statiske data mellem radio og fastside. Det vil f.eks. Være ved opslag i databaser fra radioen.	O	Standarden tilbyder en pakkekoblet IP service hvorpå de danske beredskabsmyndigheder kan udvikle den ønskede funktionalitet.

Krav Nr	Gruppe	Krav	TETRA	
			Opf	Kommentar
46	Data	Det skal være muligt at overføre streaming data mellem radio og fastside.	O	Standarden tilbyder en pakkekoblet IP service hvorpå de danske beredskabsmyndigheder kan udvikle den ønskede funktionalitet.
47	Integrati-on	Det skal være muligt at foretage opkald til og fra det almindelige telefonnet.	O	Del af standarden.
48	Integrati-on	Det skal være muligt at regulere samtaler til det almindelige telefonnet og de skal indgå i muligheden for at prioritere samtaler.	O	TETRA standarden understøtter muligheden for at regulere adgangen til samtaler til det almindelige telefonnet.
49	Pålidelig-hed		U	Punktet er udgået.
50	Tale	Det skal være muligt at foretage individuelle opkald.	O	Del af standarden.
51	Tale	En terminal skal kunne fungere som forstærker af radiosignal (repeater-funktion).	O	DMO repeater og DMO gateway er en del af standarden.
52	Tale	Viderestilling af individuelle opkald skal være muligt.	I	Ikke en del af standarden.
Mindre vigtige krav				
53	Appl.	Det er et ønskeligt krav, at Hjemmeværnets regioner og distrikter og Forsvarets enheder kan kommunikere med de øvrige totalforsvars komponenter ikke kun via voice og data, men i et egentligt netværk hvor eks. med browser-funktionalitet og mulighed for at billeder kan sendes direkte mellem de involverede parter.	U	Ikke en TETRA teknologi parameter.
54	Tale	Hurtig opkoblingshastighed ved initiering af individuel samtale (2 - 3 sekunder er acceptabelt).	O	Afhænger primært af hvor hurtigt modtageren kan svare. TETRA understøtter den hurtige opkobling.
55	Tale ved skadested	Individer generelt kan kommunikere direkte i individuelle samtaler på tværs af værn.	O	Individuelle samtaler er en del af standarden.

7.2 GSM-R

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
Kritiske Krav				
1	Appl.	Der skal kunne leveres software til indkodning i Software baserede radioer.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi men et spørgsmål om implementering i radioerne. Software baserede radioer er ikke standardiseret i GSM-R og Gartner har ikke kendskab til sådanne standardiseringsaktiviteter.
2	Data	Mobile radioer (placeret i køretøjer) skal kunne sende statusmeddelelser til central.	O	Statusmeldinger i er en del af standarden.
3	Data	Centraler skal kunne sende statusmeldinger til mobile radioer.	O	Muligt.
4	Data	Mobile radioer skal kunne sende korte tekstbeskeder til central.	O	Tekstmeddelelser er en del af standarden.
5	Data	Centraler skal kunne sende korte tekstmeddelelser til grupper.	O	Muligt.
6	Dækning Kapacitet	Det skal være muligt at øge dækningen dynamisk.	I	Devoteam kender ikke til nogen implementeringer af mobile basestationer der tillader øget mobil til mobil dækning. Det kan dog antages at disse kan udvikles på lige fod med tilsvarende systemer kendt fra GSM. Det vil dog formentligt være ganske omkostningstungt. DMO repeater og DMO gateways er ikke en del af standarden.
7	Dækning Kapacitet	Kapaciteten skal lokalt kunne udvides indenfor 2 timer.	D	D – Devoteam kender ikke til nogen implementeringer af mobile basestationer der kan øge kapaciteten. Det kan dog antages at disse kan udvikles på lige fod med tilsvarende systemer kendt fra GSM. Det vil dog formentligt være ganske omkostningstungt. U – De 2 timer er ikke en teknologibestemt parameter.
8	Dækning Kapacitet	Pålidelighed og serviceniveau skal være højt.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer man er villig til at afsætte til redundans i netværket.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
9	Dækning Kapacitet	Kystlinien i Danmark skal være dækket.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi. Afhænger af antal og placering af opsatte sites.
10	Integra- tion	Det skal være muligt at foretage international roaming, så en dansk medarbejder kan arbejde med sin danske terminal under ophold i f.eks. Sverige.	I	Roaming mellem GSM-R systemer er en del af standarden. Gartner og Devoteam vurderer dog ikke, at det vil være et realistisk scenarium, at de Svenske nød- og beredskabsbrugere vil basere deres kommunikation på GSM-R i fremtiden.
11	Integra- tion	Man skal kunne integrere til andre eksisterende radionetværk (f.eks. Analoge PMR-systemer).	O	Graden af opfyldelse afhænger dog af graden af ønsket integration og de muligheder de eksisterende radionetværk tilbyder. F.eks. kan individuelle kald radio til radio kan foretages via PSTN hvis det eksisterende radiosystem understøtter individuelle telefongennemstilling og individuelle kald. Hvis der investeres i integrationsprodukter, vil det ligeledes være muligt at gennemføre gruppekald på tværs af radiosystemer.
12	Integra- tion	Systemet skal kunne kobles på Forsvarets fremtidige NBO netværk.	O	Graden af opfyldelse afhænger dog af graden af ønsket integration og de datahastigheder, der stilles krav om.
13	Pålidelig- hed	Særligt sårbare enheder skal være dublerede. Netværket må f.eks. ikke være baseret på én central switch.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer man er villig til at afsætte til redundans i netværket. GSM-R understøtter brugen af f.eks. flere switching centre.
14	Pålidelig- hed	Der skal være høj opetid på netværket.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer kunden er villig til at afsætte til redundans i netværket.
15	Pålidelig- hed	Systemet må ikke blive afbrudt ved strømafbrydelser.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer kunden er villig til at afsætte til power-backup (UPS) i netværket.
16	Sikkerhed	Tale mellem radioer skal være air-to-air krypteret.	O	Del af standarden.
17	Sikkerhed	Tekst og data skal end-to-end krypteres.	O	Applikationsafhængigt om end-to-end kryptering skal krypteres. GSM-R standarden forhindrer ikke dette.
18	Sikkerhed	Radiosystemet skal tillade end-to-end kryptering på overordnet niveau (f.eks. applikationsniveau og IP-niveau).	O	GSM-R tilbyder en pakkebundet IP bæretjeneste (GPRS). Det står brugerne frit at kryptere tjenester, der gør brug af denne bæretjeneste.
19	Sikkerhed	Radiosystemet skal sikre at modtager og afsender af tale og data er valide.	O	Del af standarden.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
20	Sikkerhed	Det skal være muligt at spærre en telefon umiddelbart uden at kontakte en supportorganisation.	O	Det er muligt at spærre en radio. Hvordan det i praksis skal ske afhænger af den aftale kunden har med netværksoperatøren. Hvem har rettigheder og administrationsværktøjet til at udføre spærringen.
21	Sikkerhed	Systemet skal generelt kunne håndtere voice og data til klassifikationen "national Til Tjenestebrug" (forsvaret). Såfremt udstyret påtænkes påregnet til indsættelse mod terrorvirksomhed skal det kunne håndtere klassifikationen "national hemmelig" (forsvaret).	O	Afhænger af de specifikke krav fra relevante danske myndigheder. Det er dog Gartners umiddelbare vurdering at GSM-R vil kunne håndtere de ønskede klassifikationer rent teknisk.
22	Sikkerhed	Radioer skal kunne kodes med ny krypteringsnøgle over the air.	I	Kræver udskiftning af SIM-kortet.
23	Tale	Det skal være muligt at foretage Gruppekald.	D	Gruppekald er en del af standarden. Gruppekald vil dog i praksis kræve så store netværksressourcer (hver bruger sin samtalekanal), at Gartner ikke mener, at gruppekald implementeret i GSM-R er praktisk muligt til de anvendelser, som de danske nød- og beredskabsmyndigheder kan forudses at gøre brug af.
24	Tale	Mulighed for dynamisk omgruppering tilpasset en spontan ændring i indsats fra en vagtcentral.	I	Dynamisk oprettelse af grupper er ikke en del af standarden.
25	Tale	3 - 5 prioriteringsniveauer for opkald, så gruppeopkald kan afbryde andre opkald (individuelle eller gruppe).	D	Prioriteringsniveauer er en del af standarden. Nødopkald afbryder individuelle og gruppekald for de brugere, der skal modtage opkaldet, eller hvis der mangler netværksressourcer. Det er leverandørafhængigt hvilke andre prioriteringsmekanismer, der er implementeret i radioerne.
26	Tale	Trafik på radionetværket skal kunne prioriteres så nogle samtaler står forrest i køen.	O	Del af standarden.
27	Tale	Det skal være muligt at foretage gruppekald uden anvendelse af fast eller mobil netværksinfrastruktur (direct call).	I	Ikke muligt.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
28	Tale	Det skal være muligt at foretage individuelle kald uden anvendelse af fast eller mobil netværksinfrastruktur (direct call).	I	Ikke muligt.
29	Tale	Det skal være muligt at foretage nødopkald.	O	Del af standarden.
30	Tale	Nødopkald skal om nødvendigt afbryde andre samtidige opkald.	O	Del af standarden.
31	Tale	Ved Nødopkald skal det være muligt at sende GPS koordinater samtidig med at der tales.	U	Det er muligt at sende GPS koordinater under samtale. Det er leverandøraftængigt om terminalen er udstyret med GPS og om der sendes position ved aktivering af nødopkald og under gennemførelse af nødopkaldet.
32	Tale	Routing af nødopkald skal være automatisk og konfigurerbar.	O	Nødopkald routes automatisk til den specificerede modtager.
33	Tale	Gruppesamtale skal virke som om, man er i samtalen hele tiden. Når der trykkes på taletasten, skal der gå under 1/2 sekund til man kan tale.	I	I - Opsætningen af et gruppekald vil tage "et par sekunder" ligesom for individuelle kald. O - Gruppesamtaler foregår i fuld duplex og der er således ingen taletast eller forsinkelse.
34	Tale	Ved gruppesamtaler kan man (brandvæsenet) leve med max 300 ms fra tryk på knap til man kan tale.	O	Gruppesamtaler foregår i fuld duplex og der er således ingen taletast eller forsinkelse.
35	Tale	Opkoblingshastigheden under individuelle samtaler skal være under 1/2 sekund.	O	Individuelle samtaler foregår i fuld duplex og der er således ingen taletast eller forsinkelse, når samtalen først er opkoblet.
36	Tale	Koordination af en indsats på tværs af myndigheder kan ske fra en vagtcentral, hvor medarbejdere kan lede og kommunikere med alle involverede parter.	O	Leverandørerne har operatørpladser som en del af deres løsninger hvorfra medarbejdere kan lede og kommunikere med alle involverede parter.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
37	Tale	Der skal findes en "calling all cars" funktion, der gør det muligt at kalde alle biler i et større geografisk område, baseret på viden fra en applikation, om tjenestegørende køretøjers øjeblikkelige position.	D	D – Standarden understøtter gruppekald (Calling all cars) i netværket. Gruppekald er implementeret så det kræver en samtalekanal pr. bruger. Det vil i praksis kræve så store netværksressourcer, at Gartner ikke mener, at gruppekald implementeret i GSM-R er praktisk muligt til de anvendelser, som de danske nød- og beredskabsmyndigheder kan forudses at gøre brug af. U – Det er leverandøraftængigt om der tilbydes en afgrænsning af et gruppekald til specifikke områder typisk givet ved netværkets celler (sites).
38	Tale ved skadested	Det skal være muligt at danne grupper dynamisk på et skadested, så indsatsledere kan kommunikere på tværs af værn.	I	Dynamisk oprettelse af grupper er ikke en del af standarden.
39	Tale ved skadested	Ledelsesniveau kan kommunikere tværsorganisatorisk i gruppekald.	D	D – Gruppekald er en del af standarden men Gartner mener ikke at gruppekald implementeret i GSM-R er praktisk muligt til de anvendelser, som de danske nød- og beredskabsmyndigheder kan forudses at gøre brug af. U – Definition af grupperne er en organisatorisk spørgsmål.
40	Tale ved skadested	Individer på ledelsesniveau kan kommunikere direkte i individuelle samtaler.	O	Del af standarden.
41	Tale ved skadested	Kommunikation skal være mulig på tværs af værn ved fremkørsel til skadested.	O	O – Del af standarden. U – Definition af grupperne er en organisatorisk spørgsmål.
Vigtige krav				
42	Appl.	En applikation bør gøre det muligt at tegne et dækningskort automatisk i takt med radioerne bliver båret forskellige steder hen.	U	Dette er ikke et krav til GSM-R som teknologi.
43	Appl.	Systemet bør kunne udveksle video.	D	Datahastigheden på GSM-R's datadel (GPRS) er ikke høj nok til at vise andet en slow scan billeder i begrænset opløsning. Hvis der måtte komme en EDGE implementation til GSM-R vil video blive muligt.
44	Data	Centraler skal kunne sende korte tekstmeddelelser til individer.	O	Del af standarden.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
45	Data	Det skal være muligt at overføre statiske data mellem radio og fastside. Det vil f.eks. Være ved opslag i databaser fra radioen.	O	GSM-R standarden tilbyder en pakkekoblet IP service, hvorpå de danske beredskabsmyndigheder kan udvikle den ønskede funktionalitet.
46	Data	Det skal være muligt at overføre streaming data mellem radio og fastside.	O	Standarden tilbyder en pakkekoblet IP service hvorpå de danske beredskabsmyndigheder kan udvikle den ønskede funktionalitet.
47	Integrati-on	Det skal være muligt at foretage opkald til og fra det almindelige telefonnet.	O	Del af standarden.
48	Integrati-on	Det skal være muligt at regulere samtaler til det almindelige telefonnet og de skal indgå i muligheden for at prioritere samtaler.	O	Samme muligheder som der kendes fra det normale GSM net.
49	Pålidelig-hed		U	Punktet er udgået.
50	Tale	Det skal være muligt at foretage individuelle opkald.	O	Del af standarden.
51	Tale	En terminal skal kunne fungere som forstærker af radiosignal (repeater-funktion).	I	DMO repeater og DMO gateway er ikke en del af standarden.
52	Tale	Viderestilling af individuelle opkald skal være muligt.	O	Del af standarden.
Mindre vigtige krav				
53	Appl.	Det er et ønskeligt krav, at Hjemmeværnets regioner og distrikter og Forsvarets enheder kan kommunikere med de øvrige totalforsvars komponenter ikke kun via voice og data, men i et egentligt netværk hvor eks. med browser-funktionalitet og mulighed for at billeder kan sendes direkte mellem de involverede parter.	U	Ikke en GSM-R teknologi parameter.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM-R	
			Opf	Kommentar
54	Tale	Hurtig opkoblingshastighed ved initiering af individuel samtale (2 - 3 sekunder er acceptabelt).	I	Tager typisk mere end 5-10 sekunder for opsætningen af kaldet. Hertil kommer hvor hurtigt modtageren kan svare.
55	Tale ved skadested	Individer generelt kan kommunikere direkte i individuelle samtaler på tværs af værn.	O	Individuelle samtaler er en del af standarden.

7.3 GSM og UMTS

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM og UMTS	
			Opf	Kommentar
Kritiske Krav				
1	Appl.	Der skal kunne leveres software til indkodning i Software baserede radioer.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi men et spørgsmål om implementering i radioerne.
2	Data	Mobile radioer (placeret i køretøjer) skal kunne sende statusmeddelelser til central.	D	Opfyldt hvis man bruger korte tekstbeskeder.
3	Data	Centraler skal kunne sende statusmeldinger til mobile radioer.	D	Opfyldt hvis man bruger korte tekstbeskeder.
4	Data	Mobile radioer skal kunne sende korte tekstbeskeder til central.	O	Tekstmeddelelser er en del af standarden.
5	Data	Centraler skal kunne sende korte tekstmeddelelser til grupper.	O	Muligt ved at sende tekstmeddelelserne til alle individerne i gruppen.
6	Dækning Kapacitet	Det skal være muligt at øge dækningen dynamisk.	D	Devoteam kender ikke til nogen implementeringer af mobile basestationer, der tillader øget mobil til mobil dækning for UMTS. Det kan dog antages, at disse kan udvikles på lige fod med tilsvarende systemer kendt fra GSM. Det vil dog i begge tilfælde formentligt være ganske omkostningstungt og praktisk besværligt. DMO repeater og DMO gateways er ikke en del af standarden.
7	Dækning Kapacitet	Kapaciteten skal lokalt kunne udvides indenfor 2 timer.	D	D – Devoteam kender ikke til nogen implementeringer af mobile basestationer, der tillader øget mobil til mobil dækning for UMTS. Det kan dog antages at disse kan udvikles på lige fod med tilsvarende systemer kendt fra GSM. Det vil dog i begge tilfælde formentligt være ganske omkostningstungt og praktisk besværligt. U – De 2 timer er ikke en teknologibestemt parameter.
8	Dækning Kapacitet	Pålidelighed og serviceniveau skal være højt.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer man er villig til at afsætte til redundans i netværket.
9	Dækning Kapacitet	Kystlinien i Danmark skal være dækket.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi. Afhænger af antal og placering af opsatte sites.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM og UMTS	
			Opf	Kommentar
10	Integrat-ion	Det skal være muligt at foretage international roaming, så en dansk medarbejder kan arbejde med sin danske terminal under ophold i f.eks. Sverige.	I	Roaming mellem GSM og UMTS systemer er en del af standarden. Gartner og Devoteam vurderer dog ikke at det vil være et realistisk scenarium at de Svenske nød- og beredskabsbrugere vil basere deres kommunikation på GSM eller UMTS i fremtiden.
11	Integrat-ion	Man skal kunne integrere til andre eksisterende radionetværk (f.eks. Analoge PMR-systemer).	O	Graden af opfyldelse afhænger dog af graden af ønsket integration og de muligheder de eksisterende radionetværk tilbyder. F.eks. kan individuelle kald radio til radio kan foretages via PSTN hvis det eksisterende radiosystem understøtter individuelle telefongennemstilling og individuelle kald.
12	Integrat-ion	Systemet skal kunne kobles på Forsvarets fremtidige NBO netværk.	O	Graden af opfyldelse afhænger dog af graden af ønsket integration og de datahastigheder, der stilles krav om.
13	Pålidelig-hed	Særligt sårbare enheder skal være double-rede. Netværket må f.eks. ikke være baseret på én central switch.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer man er villig til at afsætte til redundans i netværket. GSM og UMTS understøtter brugen af f.eks. flere switching centre.
14	Pålidelig-hed	Der skal være høj opetid på netværket.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer kunden er villig til at afsætte til redundans i netværket.
15	Pålidelig-hed	Systemet må ikke blive afbrudt ved strømafbrydelser.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi. Afhænger f.eks. af de ressourcer kunden er villig til at afsætte til power-backup (UPS) i netværket.
16	Sikkerhed	Tale mellem radioer skal være air-to-air krypteret.	O	Del af standarden.
17	Sikkerhed	Tekst og data skal end-to-end krypteres.	O	Applikationsafhængigt om end-to-end kryptering skal krypteres. GSM og UMTS standarderne forhindrer ikke dette.
18	Sikkerhed	Radiosystemet skal tillade end-to-end kryptering på overordnet niveau (f.eks. applikationsniveau og IP-niveau).	O	GSM og UMTS tilbyder en pakkekoblet IP bæretjeneste (GPRS). Det står brugerne frit at kryptere tjenester der gør brug af denne bæretjeneste.
19	Sikkerhed	Radiosystemet skal sikre at modtager og afsender af tale og data er valide.	O	Del af standarden.
20	Sikkerhed	Det skal være muligt at spærre en telefon umiddelbart uden at kontakte en supportorganisation.	O	Det er muligt at spærre en radio. Hvordan det i praksis skal ske afhænger af den aftale kunden har med netværksoperatøren. Hvem har rettigheder og administrationsværktøjet til at udføre spærringen.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM og UMTS	
			Opf	Kommentar
21	Sikkerhed	Systemet skal generelt kunne håndtere voice og data til klassifikationen "national Til Tjenestebrug" (forsvaret). Såfremt udstyret påtænkes påregnet til indsættelse mod terrorvirksomhed skal det kunne håndterer klassifikationen "national hemmelig" (forsvaret).	O	Afhænger af de specifikke krav fra relevante danske myndigheder. Gartner antager som et første udgangspunkt at dette er muligt.
22	Sikkerhed	Radioer skal kunne kodes med ny krypteringsnøgle over the air.	I	Kræver udskiftning af SIM-kortet.
23	Tale	Det skal være muligt at foretage Gruppekald.	I	Gruppekald er ikke en del af hverken GSM eller UMTS standarden. Devoteam kender dog til specielle løsninger hvor brugeren ringer til en PABC, der så laver individuelle kald til alle medlemmer af gruppen. Hermed opnås en gruppekaldslignende funktionalitet. Denne fremgangsmåde vil dog i praksis kræve så store netværksressourcer (hver bruger sin samtalekanal), at Gartner ikke mener, at gruppekald implementeret på denne måde er praktisk muligt til de anvendelser som de danske nød- og beredskabsmyndigheder kan forudses at gøre brug af. Derfor er gruppekald ikke muligt i GSM og UMTS scenarierne.
24	Tale	Mulighed for dynamisk omgruppering tilpasset en spontan ændring i indsats fra en vagtcentral.	I	Dynamisk oprettelse af grupper er ikke en del af standarden.
25	Tale	3 - 5 prioriteringsniveauer for opkald, så gruppeopkald kan afbryde andre opkald (individuelle eller gruppe).	I	Gruppekald er ikke muligt. Prioriterede opkald er ikke mulige.
26	Tale	Trafik på radionetværket skal kunne prioriteres, så nogle samtaler står forrest i køen.	I	Ikke muligt.
27	Tale	Det skal være muligt at foretage gruppekald uden anvendelse af fast eller mobil netværksinfrastruktur (direct call).	I	Ikke muligt.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM og UMTS	
			Opf	Kommentar
28	Tale	Det skal være muligt at foretage individuelle kald uden anvendelse af fast eller mobil netværksinfrastruktur (direct call).	I	Ikke muligt.
29	Tale	Det skal være muligt at foretage nødopkald.	I	Ikke muligt.
30	Tale	Nødopkald skal om nødvendigt afbryde andre samtidige opkald.	I	Ikke muligt.
31	Tale	Ved Nødopkald skal det være muligt at sende GPS koordinater samtidig med at der tales.	I	I – Nødopkald er ikke muligt. O – Det er muligt at sende GPS koordinater under samtale.
32	Tale	Routning af nødopkald skal være automatisk og konfigurerbar.	I	Nødopkald er ikke muligt.
33	Tale	Gruppesamtale skal virke som om, man er i samtalen hele tiden. Når der trykkes på taletasten, skal der gå under 1/2 sekund til man kan tale.	I	Gruppesamtaler er ikke mulige.
34	Tale	Ved gruppesamtaler kan man (brandvæsnets) leve med max 300 ms fra tryk på knap til man kan tale.	I	Gruppesamtaler er ikke mulige.
35	Tale	Opkoblingshastigheden under individuelle samtaler skal være under 1/2 sekund.	O	Individuelle samtaler foregår i fuld duplex og der er således ingen taletast eller forsinkelse, når samtalen først er opkoblet.
36	Tale	Koordination af en indsats på tværs af myndigheder kan ske fra en vagtcentral, hvor medarbejdere kan lede og kommunikere med alle involverede parter.	O	Det er muligt at opbygge applikationer med operatørpladsfunktionalitet, hvorfra medarbejdere kan lede og kommunikere med alle involverede parter.
37	Tale	Der skal findes en "calling all cars" funktion, der gør det muligt at kalde alle biler i et større geografisk område, baseret på viden fra en applikation, om tjenestegørende køretøjers øjeblikkelige position.	I	Gruppekald er ikke muligt.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM og UMTS	
			Opf	Kommentar
38	Tale ved skadested	Det skal være muligt at danne grupper dynamisk på et skadested, så indsatsledere kan kommunikere på tværs af værn.	I	Dynamisk oprettelse af grupper er ikke en del af standarden.
39	Tale ved skadested	Ledelsesniveau kan kommunikere tværororganisatorisk i gruppekald.	I	Gruppekald er ikke muligt.
40	Tale ved skadested	Individer på ledelsesniveau kan kommunikere direkte i individuelle samtaler.	O	Del af standarden.
41	Tale ved skadested	Kommunikation skal være mulig på tværs af værn ved fremkørsel til skadessted.	O	O – Del af standarden. U – Definition af grupperne er en organisatorisk spørgsmål.
Vigtige krav				
42	Appl.	En applikation bør gøre det muligt at tegne et dækningskort automatisk i takt med radioerne bliver båret forskellige steder hen.	U	Dette er ikke et krav til GSM eller UMTS som teknologi.
43	Appl.	Systemet bør kunne udveksle video.	D/O	D – Datahastigheden på GSM's datadel (GPRS) er ikke høj nok til at vise andet en slow scan billeder i begrænset opløsning. Hvis der måtte komme en EDGE implementation til GSM vil video blive muligt. O – Dette er muligt i UMTS.
44	Data	Centraler skal kunne sende korte tekstmeddelelser til individer.	O	Del af standarden.
45	Data	Det skal være muligt at overføre statiske data mellem radio og fastside. Det vil f.eks. Være ved opslag i databaser fra radioen.	O	GSM og UMTS standarden tilbyder en pakkekoblet IP service hvorpå de danske beredskabsmyndigheder kan udvikle den ønskede funktionalitet.
46	Data	Det skal være muligt at overføre streaming data mellem radio og fastside.	O	Standarden tilbyder en pakkekoblet IP service hvorpå de danske beredskabsmyndigheder kan udvikle den ønskede funktionalitet.
47	Integrati-on	Det skal være muligt at foretage opkald til og fra det almindelige telefonnet.	O	Del af standarden.

Krav Nr	Gruppe	Krav	GSM og UMTS	
			Opf	Kommentar
48	Integrati-on	Det skal være muligt at regulere samtaler til det almindelige telefonnet og de skal indgå i muligheden for at prioritere samtaler.	O	Muligt.
49	Pålidelig-hed		U	Punktet er udgået.
50	Tale	Det skal være muligt at foretage individuelle opkald.	O	Del af standarden.
51	Tale	En terminal skal kunne fungere som forstærker af radiosignal (repeater-funktion).	I	DMO repeater og DMO gateway er ikke en del af standarden.
52	Tale	Viderestilling af individuelle opkald skal være muligt.	O	Del af standarden.
Mindre vigtige krav				
53	Appl.	Det er et ønskeligt krav, at Hjemmeværnets regioner og distrikter og Forsvarets enheder kan kommunikere med de øvrige totalforsvars-komponenter ikke kun via voice og data, men i et egentligt netværk hvor eks. med browser-funktionalitet og mulighed for at billeder kan sendes direkte mellem de involverede parter.	U	Ikke en GSM eller UMTS teknologi parameter.
54	Tale	Hurtig opkoblingshastighed ved initiering af individuel samtale (2 - 3 sekunder er acceptabelt).	I	Tager typisk mere end 5-10 sekunder for opsætningen af kaldet. Hertil kommer hvor hurtigt modtageren kan svare.
55	Tale ved skadested	Individer generelt kan kommunikere direkte i individuelle samtaler på tværs af værn.	O	Individuelle samtaler er en del af standarden.

8 Bilag 3: Beskrivelse af konkrete henvendelser

I løbet af projektet har Gartner modtaget tre konkrete henvendelser fra leverandører der har ønsket at præsentere produkter og koncepter af relevans for den foreliggende opgave. Mærsk Data Defence og Cisco har begge præsenteret koncepter, mens TDC/Ericsson har fremsendt materiale til Forsvarsministeriet og Forsvarskommandoen, der har videresendt dette til Gartner.

Mærsk data Defence

Mærsk Data Defence har præsenteret et antal teknologier der tillader sammenbinding af forskellige radionetværk. Mærsk Data Defence er i stand til at demonstrere sammenbinding af et Tetra-netværk med ældre analoge radiosystemer. Gartner finder, at denne løsningsmodel på en række fundamentale punkter afviger fra de behov beredskabsmyndighederne har beskrevet:

Som tidligere nævnt er der en række væsentlige problemer med en sådan sammenbinding:

- Det resulterende system (det sammenbundede system) lever ikke op til en række af beredskabets behov som de er defineret i fase 1 rapporten. Det gælder funktioner som direct mode, tekstmedelelser til alle i en gruppe, og nødopkald.
- Det resulterende system har en samlet funktionalitet svarende til det simpleste radiosystem
- Det resulterende radiosystem er lige så sikkert (eller usikkert) som det radiosystem der har den svageste sikkerhed. Det vil i praksis betyde en stærkt øget risiko for aflytning, sabotage og uautoriseret anvendelse. Det resulterende system vil ikke leve op til de behov for sikkerhed der er defineret af beredskabsmyndighederne.

Der er ikke tale om et egentligt produkt, men om et løsningskoncept, hvor der udarbejdes en løsning til den foreliggende situation.

Det skal understreges, at gartner vurderer at Mærsk Data Defence løsningselementer er overordentlig relevante i forbindelse med sammenbinding af et landsdækkende net med andre netværk, f.eks. med forsvarets radiokommunikationsnetværk. En sådan sammenbinding vil givetvis blive efterspurgt, og i den sammenhæng vil der være behov for teknologi af den art Mærsk Data Defence har præsenteret.

Cisco

Cisco har præsenteret sit "IPICS" koncept, der er Ciscos planlagte bud på en sammenhængende løsningskoncept til sammenbinding af netværk for beredskabsmyndigheder. Cisco er i udviklingsfasen for det samlede koncept, og har endnu ikke større installationer. IPICS er baseret på Cisco's egne markedsledende produkter.

I forhold til dette projekt lider konceptet under samme mangler som øvrige "sammenbindingsløsninger" – se ovenfor.

Cisco understreger selv, at der er tale om et produkt i et uudviklet marked. Dette medfører som tidligere nævnt en risiko for at man anskaffer produkter, der ikke findes på markedet om 5 år. Denne risiko er langt mindre i et modent marked.

Som for Mærsk Data Defence gælder det, at Cisco's løsninger kan være overordentlig relevante i forbindelse med sammenbindingen af det landsdækkende beredskabsradionet med andre net, f.eks. forsvaret radiokommunikationsnetværk.

TDC / Ericssons

Forsvarsministeriet har videreformidlet materiale fra TDC vedrørende Ericssons QuickLINK-løsning, samt materiale vedrørende anvendelse af GSM-teknologi til etablering af et netværk, der er konfigureret til beredskabsanvendelse, hvor man supplerer kapaciteten på et indsatssted med ekstra kapacitet med en mobil node.

Som beskrevet i kapitel 3 vil det være muligt at etablere et netværk baseret på GSM-komponenter, hvor man ved hjælp af tilretninger og særlige opsætninger får tilfredsstillet mange af de kritiske behov opstillet i fase 1-rapporten. Et sådant netværk betragter Gartner som en specialudviklet løsning, hvor der ikke findes et veldefineret marked. Danmark ville i givet fald være markedet, og en sådan løsning falder derfor udenfor de tekniske scenarier Gartner mener, det er relevant at inddrage jfr kriterierne for valg af teknologi i kapitel 3.

Ericssons QuicLINK er kort fortalt et mobilt mobilnet (GSM). Systemet er opbygget på en flytbar autotrailer og er derfor mulig at flytte rundt med efter behov. Overordnet set består systemet af et selvstændigt GSM net inklusive HLR, BSC og radiobasestationer.

Nettet kan fungere som en selvstændig celle (lukket net) med en rækkevidde på op til 15-20km i radius afhængig af terræn.

Ved hjælp af en selvøgende parabol på taget af enheden er det muligt at koble mobilnettet på et bestående GSM net (en bestående HLR) i et hvilket som helst land, og derved få mulighed for at etablere samtaler med den øvrige verden.

Enheden kan benyttes de steder, hvor der er behov for hurtig men midlertidig mobil-dækning i krigszoner eller katastrofeområder.