



Självständigt arbete i militärteknik (15hp)

Författare: Kd323 Linus Björnberg	Program: OP 11-14
Förband: MHS Karlberg	Kurskod: 1OP154
Handledare: Johan Sigholm	Antal ord: 10805
Examinator: Åke Sivertun	Examinerande lärare: Nils Bruzelius

Militär nytta med mobiltelefoni och Radio180

En systemanalys av sambandssystem

Sammanfattning: Det militära sambandssystemet RA180 börjar bli föråldrat samtidigt som mobiltelefoni utvecklas snabbt. Systemen skiljer sig från varandra ur flera aspekter, men den allmänna färdigheten i att använda mobiltelefoni ger fördelar för militärt samband. Tidigare forskning har visat att det finns en del brister hos mobiltelefoni, men hur dessa brister förhåller sig till ett sambandssystem som redan används av Försvarsmakten finns inte att studera.

Den här uppsatsen syftar till att undersöka om det finns någon militär nytta av att använda mobiltelefoni för samband, istället för RA180. För att göra det görs en systemanalys där systemen jämförs och värderas sinsemellan. I uppsatsen framkommer flera av de möjligheter som finns om mobiltelefoni används som sambandssystem och en av de största är att systemet har en högre tillgänglighet tack vare den befintliga infrastrukturen.

Mobiltelefoni har en lägre militär nytta än RA180 i ett specifikt scenario, men flera av de anledningar som gjorde den militära nyttan lägre finns det lösningar för. Kryptering är en av dessa och det finns alternativ som skulle höja säkerheten avsevärt hos mobiltelefoni.

Nyckelord: Mobiltelefoni, RA180, Militär nytta



Military utility of mobile telephony and Radio180

A systems analysis of the communication systems

Abstract: The military communication system RA180 is aging while mobile telephony is evolving rapidly. These systems differ from each other in many aspects, but the overall skill in using a mobile phone offers benefits for military communication. Previous research has shown that there are some flaws in mobile telephony, but how these deficiencies relate to a communication system that is already in use by the Armed Forces have not been studied yet.

This essay aims to investigate whether there is any military utility of using mobile telephony for the communication instead of RA180. A systems analysis, where the systems are compared and evaluated, will be implemented for this purpose. The essay reveals several opportunities available when mobile telephony is used as communication systems and one of the main potential is that the system has a higher availability due to the existing infrastructure.

Mobile telephony has a lower military utility than RA180 in a specific scenario, but for several of the reasons that resulted in a lower military utility there are solutions. Encryption is one of these and there are options that would improve security significantly in mobile telephony.

Keywords: Mobiles telephony, RA180, Military utility

Innehållsförteckning

1. Inledning	5
1.1. Problemformulering	6
1.2. Syfte och frågeställningar	6
1.2.1. Frågeställningar.....	6
1.3. Avgränsningar	7
1.4. Tidigare forskning	7
1.5. Teori	8
1.6. Metod	9
1.6.1. Kriterier för jämförelsen.....	10
1.6.2. Källkritik.....	11
1.7. Centrala begrepp och förkortningar	12
2. Empiri	12
2.1. Mobiltelefoni och RA180	12
2.2. Robusthet i förbindelsen	13
2.2.1. RA180 – Broadcast.....	13
2.2.2. Mobiltelefoni – Ett cellulärt nätverk.....	13
2.3. IT-säkerhet	14
2.3.1. Kryptering hos RA180.....	15
2.3.2. Kryptering hos mobiltelefoni.....	15
2.4. Störtålighet	16
2.4.1. Digital överföring.....	16
2.4.2. Frekvenshopp – RA180.....	16
2.4.3. WCDMA – Mobiltelefoni.....	17
3. Analys	17
3.1. Beskrivning av scenario	17
3.2. Kostnadsjämförelse	17
3.2.1. Materielkostnad.....	18
3.2.2. Personalkostnad.....	18
3.3. Effektmått	19
3.3.1. Uteffekt och räckvidd.....	19
3.3.2. IT-säkerhet.....	20
3.3.3. Störtålighet.....	21
3.3.4. Resultat av effektmåtten.....	21
3.4. Säkert samband genom kamouflering	22
4. Diskussion kring sambandssystemens militära nytta	23
4.1. Hur snabbt kommer informationen fram	23
4.2. Störtålighet	24
4.3. Räckvidd	24
4.4. IT-säkerhet och kryptering	25
4.5. Ekonomi kring systemen	26
5. Resultatdiskussion och slutsatser	26
5.1. Slutsatser	27

5.1.1. Svar på frågeställningen.....	28
5.2. Avslutande diskussion.....	28
6. Osäkerheter och förslag på fortsatta studier	29
6.1.1. Förslag till fortsatta studier	29
7. Referensförteckning.....	30

1. Inledning

För att ett förband skall kunna agera samordnat på slagfältet krävs ett bra sambandssystem. Sedan lång tid tillbaka har Försvarsmakten använt sig av RA180(radio 180) för ledning och samband inom lägre förband. Idag finns dock betydligt modernare system som skulle klara av att lösa de här funktionerna. Ett exempel på ett sådant system är mobiltelefoni. Under den senaste tiden har mobiltelefoni utvecklats snabbt och idag har stora delar av Sveriges befolkning en mindre dator i fickan. Denna kallas allmänt för smart-phone och hanterar förutom traditionella kommunikationsmetoder, som röstsamtal och textmeddelanden, att utföra mängder av andra uppgifter. Det finns applikationer för i princip allt som kan önskas och tack vare att mobiltelefonen styrs av mjukvara istället för endast hårdvara finns det betydligt fler möjligheter för hur den skulle kunna anpassas för olika uppdrag.

För att mobiltelefonerna skall fungera finns det idag ett väl utbyggt fast mobilt telenät i Sverige och som ger god täckning över största delen av landet. Nätet är med civila mått mätt modernt och mer utvecklat än Försvarsmaktens telenät. Dataöverföringshastigheten och kapaciteten är av en helt annan dignitet än den i Försvarsmaktens nät. Att överföra högupplösta bilder på sekunder från en enskild enhet till en annan, som befinner sig i en helt annan del av landet eller världen, är inte några problem i det civila systemet. I princip har alla med en smart mobiltelefon samma tillgänglighet till internet som någon med en stationär uppkoppling.

Här ligger Försvarsmakten långt efter med utvecklingen av sina taktiska sambandssystem för lägre förband. Ett av de vanligaste systemen är RA180 och jämfört med mobiltelefoni är det föråldrat. RA180 är ett sambandssystem som började utvecklas redan i slutet av 60-talet och leveransen till Försvarsmakten påbörjades i juni 1989.¹ Behovet av ett modernare system växer samtidigt som soldaterna får blir betydligt större vana att använda modern teknik. Ett modernare system skulle också kunna göra det enklare för Försvarsmakten att samverka med civila myndigheter. Framförallt skulle ett modernare system utvecklat för den organisation Försvarsmakten är idag göra att kanske färre typer av sambandssystem skulle behövas. Detta skulle göra det enklare både logistiskt och för användaren.

Under min tid i Försvarsmakten har jag sett att det finns behov av ett sambandssystem med bredare användningsområde. I USA prövas idag ett sambandssystem som har stödjer både positionering och förmedling av positioner.² Jämfört med RA180 som används på samma organisationsnivå i Sverige är det här mycket modernare och samtida med smarta mobiltelefoner även om datatakten är något lägre. Efter en snabb överblick av de funktioner som det systemet har motsvarar det ungefär vad en modern mobiltelefon klarar. Självklart är det stora skillnader i hur säkert och robust systemet är, men i det civila samhället löser mobiltelefonen likartade uppgifter som det nya amerikanska sambandssystemet.

¹ Vall, Nils-Erik, *Projekt TR8000, Utveckling och anskaffning av radiosystem Ra180/480 med DART*, Försvarets materielverk, 1996. (Projled 33195:15952/01)

² Försvarets Materielverk, *Teknisk underrättelser 2013*, Försvarets Materielverk: Stockholm, 2014. s.94

1.1. Problemformulering

Samtidigt som det militära sambandssystemet blir föråldrat har flertalet anställda i Försvarsmakten moderna tjänstetelefoner, och de som inte har det använder sina privata mobiltelefoner. Detta leder till funderingar om när det kan vara lämpligt att använda mobiltelefonen istället för RA180 och om det finns situationer när en mobiltelefon skulle vara bättre än radion.

Systemen är olika uppbyggda där det ena har master kopplade till ett fast nät, där enheterna i cellen styrs av masten. Det andra sänder direkt mellan enheterna. Det innebär att det ena radion kan användas i alla miljöer utan krav på infrastruktur till skillnad från mobiltelefoni som kräver någon form av infrastruktur. Dessutom sänder RA180 alltid i broadcast³ och mobiltelefoni sänder vanligtvis i unicast⁴, men möjlighet till telefonkonferenser finns. Detta är skillnader som gör att systemen upplevs som helt olika men om de skulle kunna användas i samma situationer kanske upplevelsen skulle bli en annan.

Förutom hur de fungerar är en annan intressant faktor hur störtåligt, robust och säkert mobiltelefoni skulle vara om det användes i ett militärt scenario. Detta är inget som gemene man tänker på vid kommunikation i civila sammanhang men om det är tillräckligt säkert för att användas av Försvarsmakten kan diskuteras. Dessutom är mobiltelefoner mycket vanliga bland befolkningen och de flesta kan antas veta hur en mobiltelefon används, men frågan är dock vilken militär nytta som mobiltelefoni skulle ha som sambandsmedel på lägre förbandsnivå.

1.2. Syfte och frågeställningar

Det här arbetet syftar till att undersöka hur tredje generationens mobiltelefoni och RA180 kan vara mer eller mindre lämpliga att använda som sambandsmedel i Försvarsmakten. Vidare syftar detta till att ge en beskrivning av hur mobiltelefoni står sig i en jämförelse med dagens sambandssystem på lägre förbandsnivå, samt visa om den militära nyttan kan vara större hos mobiltelefoni. Detta är viktigt eftersom mobiltelefoni är ett system som ofta används både i och utanför tjänst i Försvarsmakten och kan ses som bättre då det är modernare.

1.2.1. Frågeställningar

Frågeställningarna som kommer besvaras genom uppsatsen är följande:

- Vilken militär nytta skulle mobiltelefoni kunna ge som sambandsmedel jämfört med RA180 i en taktisk situation?
 - Kan mobiltelefoni ge en större militär nytta än RA180?

³ Broadcast innebär att alla som lyssnar på en kanal hör allt. Vanlig radio sänder broadcast.

⁴ Unicast innebär att informationen endast sänds till en mottagare och är den vanligaste metoden inom dator-kommunikation.

1.3. Avgränsningar

Uppsatsen handlar om skillnaden mellan moderna mobiltelefoner och RA180 i militära sammanhang. Uppsatsen avgränsas till att endast studera systemen utifrån de kriterier som beskrivs i metodkapitlet och utifrån dessa göra en systemanalys på sambandssystemen. Utöver kriterierna för jämförelsen undantas stödsystem och faktorer⁵ som ligger nära och kan påverka kriterierna.

Studien behandlar systemen i ett nationellt scenario eftersom det är vad Försvarsmakten fokuserar mot idag (år 2014) och inom överskådlig framtid. Dessutom behöver inte teknik för mobiltelefoni som kan påverka dess funktion utanför Sverige undersökas i uppsatsen för att uppnå syftet.

1.4. Tidigare forskning

Inom området finns det flera studier gjorda dels av FOI (Totalförsvarets forskningsinstitut) men även några uppsatser skrivna på FHS (Försvarets högskola). En av uppsatserna är *Taktiskt Mobilteletnyttjande utan eget RAN! – Är det möjligt*⁶ skriven av Bengt Ekholm. I den uppsatsen studeras möjligheterna att utnyttja civil kommersiell infrastruktur för samband. Ekholm kommer i studien fram till att ett militärt nyttjande av mobiltelefoni skulle vara möjligt dock skulle det krävas att en hel del brister löses. Bland bristerna för ett mobiltelefon-baserat sambandssystem nämner Ekholm att Försvarsmakten måste kunna kontrollera systemet, att en högre säkerhet måste finnas och att robusthet och redundans måste bli bättre. Dock finns det i denna uppsats ingen jämförelse med RA180 utan endast mobiltelefoni studeras utan jämförelse med ett redan implementerat sambandssystem. Uppsatsen är dessutom 13 år gammal, vilket gör att innehållet till del är inaktuellt idag.

*Störningskänslighet hos civil trådlös konsumentteknik*⁷ är en rapport från FOI där Peter Stenumgaard bland annat beskriver vad som händer med ett kommunikationssystem som störs. Han beskriver också skillnaden mellan avlyssningssäkerhet och störtålighet och ger exempel på vad detta innebär för civila och militära sambandssystem. I rapporten beskrivs olika system generellt och det görs inga tydliga jämförelser mellan enskilda system.

Vidare finns det en rapport av Wiklund och Stenumgaard, *Telekonfliktrisker vid militär användning av tredje generationens mobiltelefoni*⁸, där de skriver om olika typer av signaler som kan störa mobiltelefoni. I rapporten beskrivs olika radiosystem som används i samma frekvensband eller frekvensband i närheten av mobiltelefoni, och hur de skulle störa systemet. Inte heller i denna rapport finns något spår av RA180 med den ger en god beskrivning av vilka potentiella hot som kan finnas mot mobiltelefoni i militär tillämpning.

⁵ Dessa faktorer kan till exempel vara hur säkerheten kan höjas genom att inte upptäckas.

⁶ Ekholm, Bengt, *Taktiskt Mobilteletnyttjande utan eget RAN! – Är det möjligt?* Försvarets högskola: Stockholm, 2001.

⁷ Stenumgaard, Peter, *Störningskänslighet hos civil trådlös konsumentteknik*, FOI (Totalförsvarets Forskningsinstitut): Linköping, 2011.

⁸ Wiklund, Kia, Stenumgaard, Peter, *Telekonfliktrisker vid militär användning av tredje generationens mobiltelefoni*, FOA (Försvarets Forskningsanstalt): Linköping, 2000.

1.5. Teori

För att undersöka de två sambandssystemen inom ramen för taktiskt användande i Försvarmakten behövs en teori som grund i undersökningen. Den teori som används i det här fallet är en del ur ämnet militärteknik. Militärteknik är ett ämne som undersöker hur tekniken påverkar operationer och taktik.⁹

”Ämnet definieras som den vetenskap som beskriver och förklarar hur tekniken inverkar på militär verksamhet på alla nivåer och hur officersprofessionen påverkas av tekniken.”¹⁰

Axberg skriver att militärtekniken inte är en teori som studerar tekniken som sådan, utan hur den påverkar officersprofessionen och för att göra det tar den stöd i flera vetenskaper.¹¹ Naturvetenskap, samhällsvetenskap och ingenjörsvetenskap är grunderna vilka leder till att kvantitativa metoder ofta används för att studera ämnet. Axberg skriver också att för att studera hur officersprofessionen och tekniken interagerar behövs även kvalitativa metoder. Ämnet blir brett då både professionen och tekniken studeras i ett sammanhang och leder till att en hög teoretisk medvetenhet krävs.

Militär nytta är ett av de centrala begreppen i militärtekniken och syftar till att mäta hur ett objekt eller en metod kan bidra till att militära mål nås till en lägre kostnad.¹² Inom militär nytta syftar inte kostnad till enbart till pengar utan kostnaden kan lika gärna vara människoliv, andra former av resursförbrukning eller politiska risker. Den militära nyttan är ett komplext begrepp som är beroende av kontexten den mäts i. Hotbilden eller hur objekten används skiljer från situation till situation och kan ge skilda utslag på om de är till militär nytta eller inte.¹³

”Militär verksamhet kräver en betydande mängd tekniska system och artefakter (mänskligt tillverkade ting, artificiella produkter eller effekter). Någon eller några av dessa sägs ha militär nytta om de bidrar till att målen för en militär insats nås till lägre kostnad. Kostnadsbegreppet har sällan enbart ekonomisk karaktär och kan omfatta så skilda ting som t.ex. sparade liv eller politiska risker”¹⁴

Om militär nytta finns eller inte beror även på vilka resurser som finns. Ett system med bredare användningsområde kan alltså ha större militär nytta än att ha flera system som är betydligt bättre inom mer begränsade användningsområden.¹⁵ Samtidigt som det omvända kan gälla, alltså att många smala system kan ge större militär nytta för en aktör med stora resurstillgångar.

⁹ Axberg, Stefan et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*, Försvarshögskolan: Stockholm, 2013. s.9

¹⁰ Ibid. s.10

¹¹ Ibid. s.10f

¹² Ibid. s.16

¹³ Ibid. s.15f

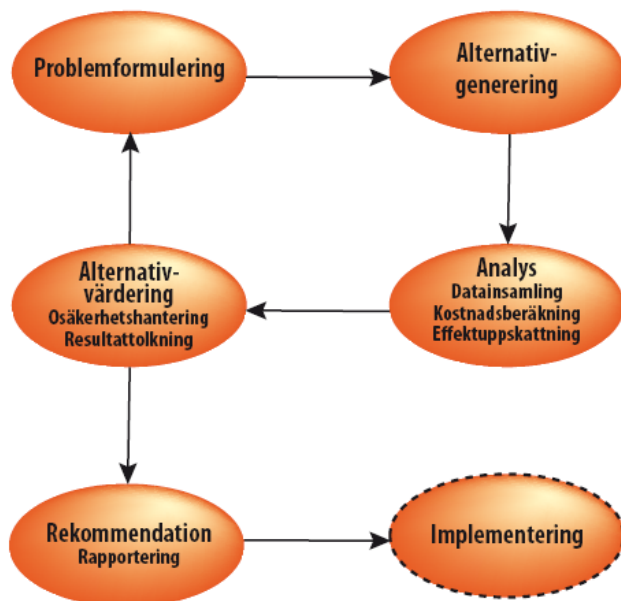
¹⁴ Ibid. s.16

¹⁵ Ibid. s.14f

Eftersom den militära nyttan varierar beroende på organisation, uppgift och situation är det en teori som är lämplig för att undersöka hur väl ett system kommer fungera. Det är också av den anledningen som den militära nyttan är den teori som används i det här arbetet.

1.6. Metod

Systemanalys är en metod som använd när det behövs bra beslutsunderlag för att lösa komplexa problem och är den metod som använts i den här uppsatsen.



(Bilden är hämtad ur *Försvarsmaktens handbok i studiemetodik*)¹⁶

Bilden ovan är en schematisk beskrivning av vad som görs i varje steg och i vilken ordning stegen behandlas i systemanalysen. Det är en enkel beskrivning av stegen men ger en god uppfattning av vad de innebär. De olika stegen kan anpassas beroende på vad studien avser att behandla och vidare följer en förklaring för vad stegen innebär och hur de anpassas till den här uppsatsen.

Problemformuleringen är det första steget vilket har behandlats i inledningen av uppsatsen. Den består av ett problem som har analyserats och utmynnat i en frågeställning. Tillsammans med frågeställningen, har i det här fallet ett antal kriterier tagits fram för att möjliggöra att systemen mer konkret kan mätas mot varandra samt sortera ut rimliga alternativ för vidare studie.

Alternativen, som också väldigt enkelt beskrivs i den inledande delen av uppsatsen, är produkter som faller inom kriterierna och problemformuleringen för att tas vidare till analysen. Frågeställningens tydlighet medgav i det här fallet inte fler möjliga system att välja än mobiltelefoni och

¹⁶ Försvarsmakten, *Försvarsmaktens handbok i studiemetodik: H Stud*, 2007 års utgåva, Försvarsmakten: Stockholm, 2006. s.12

RA180 men alternativgenereringen är ett av stegen i metoden systemanalys och uppfylls genom de valda systemen.

Nästa steg är en av de större delarna i systemanalysen. I analysen samlas det in data om de valda alternativen och deras effekt och kostnader analyseras. Steget syftar till att ge en klar bild av vad de olika systemen kan prestera och skall ge en god grund för att en alternativvärdering kan ske. Analysen är i den här uppsatsen indelad i två delar. Först en del där all data kring systemen samlas in och systemens funktioner beskrivs. Här fastställs även det scenario där sambandssystemet är tänkt att användas. Sedan läggs analysen av effekter och kostnader hos systemen i en egen del för att tydligare skilja på dem från systemens tekniska specifikationer.

När analysen är genomförd är alternativen väl undersökta tack vare metoder som används i systemanalysen. Metoden som används för att jämföra systemen och ge en överskådlig bild av systemen i det här arbetet är multimålmotoden. I metoden ges olika egenskaper hos systemen poäng beroende på hur viktiga de är. Detta resulterar i ett poängsystem där det system som får flest poäng kan antas vara bäst baserat på ren fakta kring systemen.

Alternativvärderingen är en av de avslutande delarna där resultatet från analysen tolkas och sammanställs. Osäkerheter som uppkommit under analysdelen vägs och hanteras för att se om resultatet från analysen stämmer. Beroende på de osäkerheter som uppkommit under analysen kan resultatet bedömas och värderas eller omvärderas. Dessa osäkerheter kan exempelvis vara brister i data som analyserats eller osäkerheter kopplade till den miljö där systemen avses nyttjas. Det är även i den här delen som jämförelsen kopplas mot den i inledningen beskrivna teorin. Den militära nyttan hos systemen mäts inom den kontext de ska verka för att ge ett resultat på vilket av systemen som ger störst militär nytta istället för att endast mäta vilket som tekniskt sett är bäst.

I den avslutande delen av uppsatsen ges en rekommendation på det system som är lämpligast utifrån de resultat som analysen gett. Resultatet är då värderat dels utifrån systemens tekniska parametrar men också genom den militära nyttan systemen har i kontexten. Det allra sista steget i systemanalysen är implementering men det steget används inte i det här arbetet. Däremot innehåller slutet av uppsatsen en avslutande diskussion där osäkerheter och möjligheter diskuteras.

1.6.1. Kriterier för jämförelsen

För att se om mobiltelefoni passar för lägre förband i Försvarsmakten jämförs systemen huvudsakligen utifrån fyra olika kriterier.

- Robusthet i att upprätthålla förbindelse
- Störtålighet
- IT-säkerhet
- Hur snabbt informationen når mottagaren

Dessa fyra kriterier återfinns i kraven som ställs på Försvarets telenät och eftersom det är ett telenät som används för kommunikation inom Försvarsmakten kan samma krav rimligen ställas på ett sambandssystem för lägre förbandsnivåer.

”Om man ska sammanfatta FTN med ett enda ord ligger kanske **uthållighet** bäst till. Målet är att erbjuda en **hög tillgänglighet** och för att åstadkomma detta erfordras **flexibilitet, tålighet** och **säkerhet**.”¹⁷

Säkerhet är ett väldigt djupt begrepp och har därför nedbrutits till att fokusera på IT-säkerhet i systemjämförelsen men utgår från Försvarets telenäts krav på säkerhet. Kriteriet om hur snabbt informationen når mottagaren hämtas i det här fallet från hög tillgänglighet samt till viss del från flexibilitet då systemet kan behöva anpassas i olika situationer. Robusthet i upprätthållandet av förbindelsen kan härledas till att sambandssystemet är uthålligt och tålighet är tydligt kopplat mot störtålighet.

Genom att analysera systemen mot de valda kriterierna avgörs det vilket av dem som ger störst militär nytta i en kontext som kan anses vara vanligt förekommande för Försvarmakten. Kontexten där systemen jämförs beskrivs för att den militära nyttan ska bli mätbar i en situation och således ge en klarare bild av vad den militära nyttan är eftersom den kan variera i olika sammanhang.

1.6.2. Källkritik

Huruvida källorna som används för att undersöka möjligheterna med användning av mobiltelefoni som sambandsmedel jämfört med RA180 är säkra kan i enskilda fall diskuteras. Till största del bygger uppsatsen på källor i form av läroböcker från både Försvarmakten och näringslivet vilka anses ha en hög sanningshalt. Av dessa läroböcker är alla utom en framtagna för bruk inom Försvarmakten. Läroböckerna handlar främst om telekrigföring och ledningssystem men innehåller även mycket information rörande radiokommunikationens grunder. Boken från näringslivet handlar om grunder och metoder för all form av telekommunikation men främst civil. Den är framtagen av Ericsson och Telia vilka är två företag som har sin kompetens inom kommunikationsområdet och även denna lärobok anses vara relevant för ämnet, men främst mot mobiltelefoni. Mycket av den informationen som är hämtad ur läroböckerna är vedertagen och av vetenskaplig börd.

Ytterligare en stor del av informationen är hämtad ur FOI-rapporter vilka är vetenskapliga rapporter riktade mot Försvarmakten. Deras undersökningar är gjorda på uppdrag av Försvarmakten och innehåller mycket relevant information för den här undersökningen, som också riktar sig mot Försvarmakten. Informationen i dessa rapporter är ofta hämtad från tillverkare och andra vetenskapliga studier och rapporterna har en god vetenskaplig grund.

I enskilda fall hämtas information från tillverkare gällande specifikationer på system. Information finns även hämtad från Post och Telestyrelsen samt Finlands strålskyddsmyndighet för att stärka säkerheten i vissa argument.

¹⁷ Försvarets materielverk, *Försvarets telenät systembeskrivning*, Försvarets Materielverk: Stockholm, 2003. s.18

1.7. Centrala begrepp och förkortningar

Inom den tredje generationens mobiltelefoni (3G), som är den generationen som behandlas i uppsatsen, förekommer det förkortningar.

- **WCDMA** är en förkortning av Wide Code Division Multiple Access och är den teknik som tredje generationens mobiltelefoni använder för att sprida signalen i frekvensbandet.

Andra generationer av mobiltelefoni nämns i vissa sammanhang även om de inte behandlas i jämförelsen.

- **GSM (2G)** står för Groupe Spécial Mobile och är andra generationens mobiltelefoni(2G). Det är den ursprungliga förkortning för GSM som innebär globalt systemen för mobil kommunikation på svenska.
- **LTE (4G)** står för Long Term Evolution och är den fjärde generationens mobiltelefoni.

Även andra förkortningar förekommer, vilka i det här fallet också är namnen på produkterna.

- **RA180** (radio 180) är namnet på en truppradio Försvarsmakten använder och det som jämförs med mobiltelefoni i uppsatsen.
- **DART 380** står för datarapporteringsterminal 380 och det är en terminal för inmatning av text och fjärrstyrning av RA180.

2. Empiri

2.1. Mobiltelefoni och RA180

RA180 och mobiltelefoni är system med skillnader och för att jämförelsen mellan dessa skall vara relevant jämförs endast de funktioner som finns i båda systemen. Men moderna mobiltelefoner är möjligheterna att använda olika funktioner och skapa nya stora. Deras användningsområde kan sträcka sig långt över vad som är möjligt med RA180. Om alla dessa möjligheter bortses ifrån och funktionerna skrapas ner till de mest grundläggande hos mobiltelefoni kvarstår datakommunikation¹⁸, talkommunikation och kommunikation genom textmeddelanden kallat SMS.

RA180 kan i sin enklaste form endast användas för talkommunikation men med tilläggsutrustningen DART 380 kan även den skicka textmeddelanden. DART har minneskapacitet för att lagra 25 meddelanden innehållande 200 tecken.¹⁹ Det finns flera förprogrammerade mallar för att förenkla rapporteringen. I mobiltelefoner är lagringskapaciteten för SMS inte någon begränsning. Moderna mobiltelefoner har ofta en lagringskapacitet på över flera gigabyte vilket medger lagring av miljontals SMS.

¹⁸ Datahastigheten hos RA180 är 16 kbit/s.

¹⁹ Försvarsmakten, *Soldatreglemente, telemateriel: SoldR Mtrl Tele*, 1996 års utg., Försvarsmakten: Stockholm, 1996. s.70f

2.2. Robusthet i förbindelsen

För att vidmakthålla samband mellan två parter krävs det att sambandssystemet har en robust struktur. Det definierar Försvarmakten som följande.

”En struktur som tål påfrestningar väl. I systemtekniskt sammanhang ett system som kan vidmakthålla förmågan att leverera tjänst.”²⁰

Definitionen av en robust struktur kan kopplas till nätverkets uppbyggnad. Mobiltelefoni och RA180 har två skilda typer av nätverk med olika egenskaper utifrån ett perspektiv där robustheten i nätverket jämförs.

2.2.1. RA180 – Broadcast

RA180 sänder alltid till alla som kan lyssna inom räckviddsområdet. När ett meddelande sänds kommer det att tas emot endast av de enheter som är synkroniserade på samma kanal. På radion finns det 8 förinställbara kanaler²¹ vilket innebär att varje enskild enhet kan ingå i 8 olika nätverk, dock inte samtidigt. Den typen av sändningar innebär att meddelandet måste adresseras muntligen för att rätt individ i nätverket ska veta vem som ska ta emot meddelandet.

Detta skiljer sig något med DART. I DART adresseras meddelanden och skickas till den som ska få det.²² Ska meddelandet sändas på bred front måste det adresseras till flera användare eller till hela enheten.

2.2.2. Mobiltelefoni – Ett cellulärt nätverk

Det trådlösa nätverket som mobiltelefoner kommunicerar i är ett cellulärt nätverk. Med detta menas att radionätverket är uppbyggt i en cellstruktur där det finns en basstation i varje cell.²³ Varje cells utformning är beroende av terrängen och de frekvenser den tilldelats men teoretiskt kan den ses som en hexagon till formen. För att god täckning skall ges över ett större geografiskt område behövs fler celler, basstationer och master, dock kan närliggande celler inte utnyttja samma frekvenser på grund av risken för att störa varandra.²⁴ Störningen mellan cellerna skulle i det här fallet leda till interferens.

Mobiltelefoninätet är cellulärt men det är också hierarkiskt. I nätet får mobiltelefonen kontakt med basstationen, det vill säga masten i området, som kontaktar en centraldator som ger tillstånd att upprätta en kanal mellan mobiltelefonen och mottagaren.²⁵ Mobiltelefonerna i området håller

²⁰ Försvarmakten, *Nomenklatur för Försvarmakten inom Ledningssystemområdet (Nomen FM LED)*, (Version 2006-11-27)

²¹ Försvarmakten, 1996. s.48f

²² Ibid. s.70ff

²³ Olsson, Anders (red.), *Att förstå telekommunikation. 2*, Studentlitteratur: Lund, 1998. s.332

²⁴ Ibid. s.332f

²⁵ Andersson, Jonas et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 3: Teknik till stöd för ledning*, 1. uppl., Försvarshögskolan: Stockholm, 2009. s.59f

kontakt med masten genom att med jämna mellanrum skicka en datasekvens. Basstationen mäter mobiltelefonens avstånd till masten, jämför signalstyrkan mot andra master kontinuerligt och lämnar över mobiltelefonen till en mer lämplig basstation när det behövs.²⁶

I mobiltelenätet tillämpas duplexmod för att mobiltelefonerna och basstationerna ska kunna ta emot och sända data simultant. Duplex innebär att kommunikationen kan ske i båda riktningarna samtidigt²⁷ till skillnad från RA180 som tillämpar halv-duplex. Det gör att den kan sända i båda riktningarna men endast en i taget. För kommunikationen i mobiltelenätet används som tidigare nämnt två frekvensband, 1920-1980MHz med ett duplexband på 2110-2170MHz.²⁸

En stor skillnad mellan mobiltelefoni och RA180 är att en sändning aldrig kan gå direkt mellan två mobiltelefoner utan måste gå via basstationer och växelsystem.²⁹ Detta innebär att det alltid måste finnas en koppling till det fasta nätet för att systemet ska fungera som det ser ut i dagsläget.

I miljöer där det inte finns tillgänglighet till redan befintliga mobiltelenät är det möjligt att använda egna mobila basstationer för att bygga ett enkelt mobiltelenät. Ericsson har en färdig lösning för det här som heter RBS 6000,³⁰ vilken stödjer WCDMA men även GSM och LTE. Med en enhet som denna är det rimligt att kapaciteten räcker för en kompanigrupperingsplats och gör minst internt samband möjligt utan kontakt med den civila infrastrukturen. Den här typen av system är utvecklade för att ersätta fasta installationer vid olyckor eller kriser och ska vara enkla att flytta och upprätta.

2.3. IT-säkerhet

IT-säkerhet är ett begrepp som innebär förmågan att förhindra obehörig förändring, åtkomst eller störning vid databehandling och telekommunikation.³¹ Hur säkert ett sambandssystem är behöver alltså inte bero på hur svårt en fiende har för att avlyssna sändningen utan även hur svårt det är för dem att utvinna informationen i signalen.³² För att upprätthålla konfidentialitet, det vill säga behålla informationen otillgänglig för obehöriga, kan signalen krypteras. Att kryptera information innebär att den omvandlas från klartext till kryptotext med hjälp av ett därför avsett system.³³ Efter kryptering är meningen att det inte ska vara möjligt att utläsa informationen utan att först dekryptera signalen.

²⁶ Andersson, Jonas et al. 2009. s.59f

²⁷ Olsson, Anders (red.), 1998. s.280

²⁸ Post & Telestyrelsen, *Den svenska Frekvensplanen*, <http://e-tjanster.pts.se/radio/frekvensplanen/Service.aspx>, hämtad 2014-04-23.

²⁹ Berglund, Lars & Kindvall, Göran (red.), *Telekrig*, Totalförsvarets forskningsinstitut(FOI): Stockholm, 2005. s.84

³⁰ Ericsson, *Base Stations*, 2014, <http://www.ericsson.com/ourportfolio/telecom-operators/base-stations>, hämtad 2014-04-30.

³¹ *SIS Handbok 550 – Terminologi för informationssäkerhet*, utgåva 3, SIS Förlag, 2011.

³² Stenumgaard, Peter, 2011. s.18

³³ Försvarsmakten, (Version 2006-11-27). s.47

2.3.1. Kryptering hos RA180

RA180 har förutom att den frekvenshoppar också en krypterad signal.³⁴ Frekvenshopp beskrivs under rubriken störtålighet eftersom metoden främst syftar till att göra radion mer störtålig, men metoden har även en viss funktion i säkerheten. Det påverkar säkerheten genom att det blir svårare att avlyssna RA180 om det är okänt hur den frekvenshoppar.

RA180-enheten krypterar själv sina sändningar när den används i skyddsmod.³⁵ När den används tillsammans med DART krypteras även denna signal. Eftersom signalen inte ändras när den sänds mellan två enheter är den alltid krypterad hela vägen till skillnad från mobiltelefoni.

2.3.2. Kryptering hos mobiltelefoni

I tredje generationens mobiltelefoni är kryptering en standard i radiogränssnittet.³⁶ Det vill säga, alla trådlösa signaler är krypterade. Enligt Stenumgaard är detta system långt fram i utvecklingen av kryptering.³⁷ Det är ett svar på de höga säkerhetskrav som ställts på systemet av en kraftigt ökande e-handel. Stenumgaard beskriver också att avlyssningssäkerheten i modern mobiltelefoni motsvarar den som finns hos militära system, dock ej specificerat vilka.³⁸ Krypteringen i GSM ska ha lyckats dekrypterats under tester men endast i laboratoriemiljö, dock krävs det stora resurser och mycket kunskap.³⁹ För att ytterligare öka avlyssningssäkerheten är det fullt möjligt att kryptera signalen redan i tillämpningen.⁴⁰ FOI skriver att det är en nackdel att signalen endast är krypterad mellan användaren och basstationen men att lösningarna som finns för att kryptera signalen hela vägen är bra.⁴¹

³⁴ Försvarsmakten, 1996. s.47

³⁵ Ibid. s.47

³⁶ Post & Telestyrelsen, *Säkerhetshot mot mobiltelefoni – en lägesbedömning vintern 2005/2006*, (PTS-ER-2006:18). s.20

³⁷ Stenumgaard, Peter, 2011. s.18

³⁸ Ibid. s.18

³⁹ Post & Telestyrelsen, (PTS-ER-2006:18). s.20

⁴⁰ Ibid. s.21

⁴¹ Berglund, Lars, Kindvall, Göran (red.), 2005. s.84

2.4. Störtålighet

Det finns många metoder för att störa samband och de sambandssystem som används måste vara svåra att störa för att hålla en hög tillgänglighet. För att undvika störningar finns olika metoder. Bland dessa använder sig RA180 av frekvenshopp⁴² och mobiltelefoni av WCDMA. Dock är systemen likartade när vad det gäller innehållet i signalen. Mobiltelefoni är alltid digital men även RA180 sänder digitalt i skyddat läge. RA180 har ett analogt sändningsläge enbart för att kunna få samband med äldre sambandssystem, då utan kryptering eller frekvenshopp.⁴³

2.4.1. Digital överföring

Typiskt för digitala sändningar är att inget märks förens förbindelsen är bruten.⁴⁴ På grund av detta ges ingen förvarning om problem eller att enheten blir störd. Digitala system har felkorrigering koder som klarar av att rätta en viss mängd fel i sändningen men när felen överstiger tröskelvärdet bryts sambandet abrupt.⁴⁵

2.4.2. Frekvenshopp – RA180

Frekvenshopp är den teknik som RA180 använder som skydd mot störning. RA180 utnyttjar hela sitt frekvensområde på 30-88MHz för frekvenshopp och i detta område har den 2320 olika kanaler att sända på.⁴⁶ Radion är framtagen för att fungera bra i en miljö med störsändningar och ställdes mot höga krav vid anskaffningen.⁴⁷

Frekvenshopp innebär att sändaren byter bärvågsfrekvens flera gånger per sekund.⁴⁸ Mottagaren är synkroniserad med sändaren och vet vilken frekvens den ska ta emot genom att samma nyckel har programmeras i enheterna. Den här metoden ska göra att en störsändare inte hinner följa frekvensbytena utan måste störsända bredbandigt. Bredbandsstörning är en ineffektiv metod då effekten sprids över ett större frekvensområde och oftast inte blir tillräckligt stark.⁴⁹ Eftersom effekten avtar med kvadranten på avståndet från en rundstrålande källa måste en bredbandig störsändare alltså vara nära det mål som ska störas.⁵⁰ För att klara störningar på vissa frekvenser har alla sambandssystem med hoppfrekvens en felkorrigering kodning.⁵¹

⁴² Försvarsmakten, 1996. s.47

⁴³ Ibid. s.47

⁴⁴ Stenumgaard, Peter, 2011. s.15

⁴⁵ Ibid. s.15

⁴⁶ Försvarsmakten, 1996. s.47f

⁴⁷ Ibid. s.47

⁴⁸ Andersson, Jonas et al. 2009. s.91

⁴⁹ Ibid. s.91

⁵⁰ Ekblad, Ulf, *Elementa om rymdteknik: Satelliter, spaning och kommunikation*, FOI(Totalförsvarets Forskningsinstitut): Linköping, 2005. (Teknisk rapport FOI-R--1594--SE) s.50

⁵¹ Andersson, Jonas et al. 2009. s.91

2.4.3. WCDMA – Mobiltelefoni

WCDMA är den teknik som används i tredje generationens mobiltelefoni och är en form av direktsekvensteknik.⁵² I *Teknik till stöd för ledning*⁵³ förklaras direktsekvensteknik som en teknik där en smalbandig signal, det vill säga ursprungssignalen, medvetet sprids över en större bandbredd genom att den multipliceras med en spridningskod.⁵⁴ Mottagaren måste ha samma kod programmerad för att kunna bryta ner den bredbandiga signalen till informationssignalen. Dessutom måste mottagaren och sändaren vara tidssynkroniserade för att detta skall fungera. Tack vare spridningen får störningen minskad effekt när mottagaren jämför den mottagna signalen med spridningskoden.⁵⁵

3. Analys

3.1. Beskrivning av scenario

De ovan beskrivna systemen kommer jämföras ur en kontext där brukaren av sambandssystemet är ett kompani i gruppering. Kompaniets har en styrka på cirka 100 man och grupperingsplatsen sträcker sig till att vara ungefär 1km². Sambandssystemet som används behöver endast vara dimensionerat för kommunikation inom grupperingsområdet. Samband sker genom talkommunikation och textmeddelanden.

Gällande utrustning och fordon på kompaniet finns det flera typer. Utrustningen på kompaniet är inget som skulle kunna påverka sambandssystemet med telekonflikter eller liknande störningar och brukandet av sambandssystemet påverkas således inte av utrustningen. Fordonen är av varierande slag. Det finns en del stridsfordon men till största del rör det sig om olika typer av lastbilar. Sambandssystemet behöver fungera i alla typer av fordon inom kompaniet men inte heller här har fordonen någon betydande påverkan på sambandssystemen.

Kompaniet inväntar order om förflyttning men sambandssystemet ska främst vara anpassat för att verka inom den egna grupperingen.

3.2. Kostnadsjämförelse

Kostnad är nyckeln till militär nytta, vilket beskrivs i teorikapitlet. För att ett system skall ha en högre militär nytta än ett annat måste det nå målen till en lägre kostnad. Begreppet kostnad har flera olika skepnader och i det här kapitlet jämförs kostnaden mellan mobiltelefoni och RA180 ur olika vinklar. Jämförelsen ger inte en konkret kostnad för varje system utan visar på vilket system som har lägst kostnad jämfört med det andra. Resultaten av jämförelsen är alltså endast giltig i den här specifika jämförelsen.

⁵² Wiklund, Kia, Stenumgaard, Peter, 2000. s.8f

⁵³ Andersson, Jonas et al. 2009. s.91

⁵⁴ Ibid. s.92

⁵⁵ Ibid. s.92f

3.2.1. Materielkostnad

En viktig fråga är ofta hur mycket systemet kostar rent ekonomiskt. RA180 är ett system som redan finns i Försvarsmakten sedan länge. Det finns alltså ingen kostnad för att köpa systemet. Att förnya detta system med mobiltelefoni skulle bedömt inte innebära en särskilt hög kostnad rent ekonomiskt. Inte om systemet köps som det ser ut idag. Om priset på en mobiltelefon jämförs med inköpspriset på en RA180 kan det antas att mobiltelefonen är många gånger billigare.

En skillnad i kostnad som finns på längre sikt är kostnaden för utbildning på systemet. RA180 är ett system där användarna inte har någon erfarenhet från det civila samhället utan det krävs en längre utbildning för att ge dem färdighet att bruka systemet på en tillräckligt hög nivå. Ett sambandssystem baserat på mobiltelefoner är å andra sidan något som gemene man har stor erfarenhet av. Inte minst ringa röstsamtal och skicka textmeddelanden(SMS). Detta innebär att en användarutbildning inte skulle behöva vara i alls lika grundläggande som den för RA180. Den här skillnaden skulle på lång sikt kunna innebära att mobiltelefoni som sambandssystem i Försvarsmakten har en lägre ekonomisk kostnad än RA180.

I det här fallet finns det inget tydligt mått på den ekonomiska kostnaden och vilket av systemen som skulle vara billigast. Därför likställs ekonomiska kostnaden mellan systemen i bedömningen trots att det är en viktig faktor.

3.2.2. Personalkostnad

I det här fallet syftar personalkostnad till att jämföra vilka personalvolymen som krävs för att sambandssystemet ska fungera. Det är alltså en fråga om vilket system som är mest personalkrävande.

Systemet RA180 kräver inte särskilt mycket personal för att fungera. Det skulle inte heller ett sambandssystem av mobiltelefoner kräva. RA180 kräver mest personal vid radioanslutningspunkter mot andra nät, framförallt vid upprättande av dessa anslutningspunkter. Ett transportabelt mobiltelenät bedöms ha ett motsvarande behov av personal för att upprätta basstationer. Skillnaden på personalbehov för att underhålla nätet motsvarar varandra tillräckligt bra för att inte något av systemen skulle en fördel i personalkostnad.

Det som däremot är en stor skillnad är storleken och vikten på enheterna. En RA180 väger 10kg⁵⁶ och tillsammans med DART på 3kg⁵⁷ är vikten uppe i 13kg. Detta innebär att det behövs en signalist för att bära utrustningen och således ha signaleringen som huvuduppgift. Varje enskild radio kräver någon som bär den. Skillnad är att en mobiltelefon väger minst 10 gånger mindre och utan minsta problem kan bäras av användaren själv. Detta innebär att det kommer behövas en extra man per radio jämfört med mobiltelefonen och det är en stor skillnad i personalbehov utslaget över en större enhet.

Som tidigare nämnt behövs en transportabel basstation för sambandssystemet av mobiltelefoner i en miljö där den civila infrastrukturen är begränsad eller obefintlig. Personalkostnaden för detta

⁵⁶ Försvarsmakten, 1996 s.48

⁵⁷ Ibid. s.71

likställdes med kostnaden för att underhålla en radioanslutningspunkt till RA180. Om förbandet istället agerar i en miljö där infrastrukturen är väl utbyggt och har en högre redundans kommer inte den mobila basstationen behövas utan i det fallet sparar ett mobiltelefonibaserat sambandssystem personal. Personalen som tidigare gick åt till underhåll av basstationen kan lösa andra uppgifter och personalkostnaden för detta system blir ytterligare lägre jämfört RA180.

3.3. Effektmått

Eftersom uppsatsen har avgränsats till att endast bedöma systemen utifrån aspekterna robusthet i förbindelsen, IT-säkerhet, störtålighet och hur snabbt informationen kommer till mottagaren är inte alla tekniska parametrar relevanta och de tveksammare av dessa kommer att motiveras till varför de behandlas i varje enskilt fall.

Effektmått syftar till att kunna värdera systemen så att de blir jämförbara. För att göra detta behöver en tabell skapas där värdena får poäng efter hur bra de är inom olika kategorier. Summan av de poäng systemen har fått ger sedan en bild av vilket som passar bäst.

3.3.1. Uteffekt och räckvidd

Effekten och räckvidden blir relevant kopplat mot hur snabbt mottagaren kan få informationen. Desto längre räckvidd sambandssystemet har desto kortare blir ledtiderna och riskerna för avbrott mellan parterna. Uteffekten hos sändaren och frekvensen har en direkt koppling till hur lång räckvidden teoretiskt kan vara hos sambandssystemet.

En vanlig mobiltelemast har en uteffekt på ungefär $10W^{58}$ hos en WCDMA-sändare. Den uteffekten tillsammans med frekvensen leder till en räckvidd på cirka $7-10km^{59}$. Som jämförelse har en handburen RA180 en uteffekt på $5W$ och en räckvidd på upp till $8km^{60}$.

Skillnaden känns stor med tanke på att mobilmasten har ungefär samma räckvidd på dubbla uteffekten. Vidare är basstationernas antenner inte rundstrålande som RA180 utan det krävs flera antenner för att täcka hela området runt masten. Riktantennerna gör att effekten koncentreras till en viss riktning och ökar räckvidden i den riktningen. Frekvensen i mobilnätet är också betydligt högre och ger en kortare räckvidd per watt uteffekt. Dock leder den högre frekvensen till att sändningar i mobiltelenätet har betydligt högre datainnehåll.

	Uteffekt	Räckvidd
Mobiltelefoni	10W	7-10km
RA180	5W	8km

Tabell 1. Sammanställning av räckviddsfaktorer.

⁵⁸ STUK, *Mobiltelefoner och basstationer*, Strålsäkerhetscentralen, Helsingfors, 2004.

⁵⁹ Post & Telestyrelsen, *Information om UMTS*, Faktablad 13 augusti 2001.

⁶⁰ Försvarsmakten, 1996. s.48

3.3.2. IT-säkerhet

IT-säkerheten är svår att avgöra eftersom den varierar beroende på hotbilden och miljön. Både mobiltelefoni och RA180 sänder krypterat, förvisso med olika avancerade krypton men det är fler faktorer som påverkar hur svårt det är att få tag på informationen i dataströmmen.

I mobiltelefoni sänds informationen endast krypterad mellan basstationen och mobiltelefonen. I resten av nätet går signalen okrypterad. Dessutom måste kommunikation med mobiltelefoni alltid gå genom hela systemet, via växlar och abonnentregister, vilket leder till att det är möjligt för den som vill avlyssna samtalet eller meddelandet att göra det efter basstationen i nätverket. Eftersom mobiltelefonen alltid strävar efter att vara ansluten till den basstation med starkast signal i området finns det informationshämtningssätt där mobiltelefonen ansluter till en falsk basstation.⁶¹ I denna falska basstation är det sedan möjligt att både hämta informationen, avlyssna och manipulera den.

IT-säkerheten behöver inte vara dålig i mobiltelefoni. Enligt ovanstående finns det brister i säkerheten men lösningen som finns genom att addera en kryptering i tillämpningen redan innan signalen skickas gör systemet betydligt säkrare. Krypteringen följer då med genom hela systemet till mottagaren där det dekrypteras. Med en lösning som denna kan systemet ses som relativt avlyssningssäkert.

RA180 använder också kryptering men hur säker den är kan diskuteras då systemet inte är uppdaterat sedan långt tillbaka. Dock är signalen, till skillnad från mobiltelefoni krypterad ända från sändare till mottagare utan behov av tilläggstjänster.

	Krypterad signal	Kryptering, end-to-end
Mobiltelefoni	Ja	Nej
RA180	Ja	Ja

Tabell 2. Sammanställning av IT-säkerhetsfaktorer.

Systemen har dels en inbyggd kryptering med som nämnts tidigare finns det alternativ för ytterligare kryptering av informationen. Kryptering tar plats i den dataström som överförs och det är därför viktigt att det finns kapacitet nog att lägga till krypteringen, men ändå ha plats kvar för den nyttiga informationen. Att utnyttja en extra kryptering kan innebära att det blir en onödig fördröjning innan informationen kommer fram då varje del i dataströmmen innehåller mindre information.

Systemen har olika datahastigheter och mobiltelefoni som är modernare och arbetar med en högre frekvens har också betydligt högre datahastighet. För tredje generationens mobiltelefoni rör sig hastigheten om 16kb/s till 2Mb/s⁶². Moderna tillägg till 3G-standarden medger överföringshas-

⁶¹ Sectra Communications AB, *Secure use of smartphones*, 2012, <http://communications.sectra.com/news-and-media/downloads/secure-use-smartphones-folder>, hämtad 2014-05-02.

⁶² Andersson, Jonas et al. 2009. s.93

tigheter på upp till ungefär 30 Mbit/s. Datahastigheten hos systemet beror på hur bra mottagningen är från basstationen och hur många användare som samsas om frekvensutrymmet i en och samma cell. Detta värde kan jämföras med hastigheten hos RA180 som är 16kb/s⁶³ vilket innebär att mobiltelefoni kan ha extra kryptering av signalen, men ändå ha höger datahastighet än RA180.

	Datahastighet
Mobiltelefoni	16kb/s-2Mb/s
RA180	16kb/s

Tabell 3. Sammanställning av ytterligare IT-säkerhetsfaktorer.

3.3.3. Störtålighet

Ett störtåligt sambandssystem är viktigt för att användarna ska kunna lita på att informationen kommer fram. Det är dock svårt att mäta exakt hur störtåligt systemet är. Båda systemen har en metod för att undvika störning. För RA180 är detta hoppfrekvens. Metoden sprider signalen över ett stort frekvensband och för att störa kommunikationen med RA180 krävs kraftig bredbandig störning.

Det som mest kan liknas vid störningsskydd hos mobiltelefoni är WCDMA. Den här metoden syftar egentligen inte till att göra systemet störtåligt med militära mått mätt, utan är en metod som används för att flera enheter ska kunna kommunicera med en och samma basstation samtidigt utan att störa varandra. WCDMA delar upp signalen på ett liknande sätt som frekvenshopp men syftar till att öka datahastigheten snarare än att göra förbindelsen mer robust.

Resultatet av vilket system som är mest störtåligt blir således inget av dem. En teoretisk jämförelse är svårt att göra men för studien ses RA180 som störtåligare då detta system är utvecklat för att användas i en miljö där störningar förekommer. En basstation för mobiltelefoni kan dessutom slås ut, vilket helt förhindrar kommunikation mellan mobiltelefoner.

3.3.4. Resultat av effektmåtten

I tabellen nedan finns de värden som framkommit efter undersökningen av systemen. För att summera dem har de givits poäng ur en skala där 5 är bäst och 1 är sämst. I vissa kategorier finns dock inget tydligt resultat att mäta, utan de har förbisetts eller fått poäng efter bedömningen som gjorts i analysen.

De olika egenskaperna ses som mer eller mindre viktiga. I scenariot där sambandssystemet används på en kompaniförläggning är inte räckvidden alls lika viktig som IT-säkerhet och störtålighet. Avstånden är inte särskilt stora och det är av stor vikt att informationen kommer fram till mottagaren. Datahastigheten är inte heller lika viktig som IT-säkerhet och störtålighet då endast talkommunikation och textmeddelanden skickas. Den lägsta datahastigheten hos systemen kommer gott räcka för detta ändamål.

⁶³ Försvarsmakten, 1996. s.47

I tabellen ges systemen poäng efter hur bra de anses vara i de olika kategorierna. Poängen, som står inom parentes, multipliceras sedan med den faktor som avgör hur viktig(vikt) egenskapen hos systemet anses vara. Slutligen adderas de poäng respektive system har fått för att ge ett slutresultat. Det är summan av poängen som visar vilket av systemen som anses vara bäst rent tekniskt i det scenarion de jämförs.

	Mobiltelefoni	Poäng	RA180	Poäng	Vikt	Förklaring
Uteffekt	10W		5W			Inte av vikt.
Räckvidd	7-10km	10(5)	8km	8(4)	2	1p/2km
Kryptering	Ja	12(4)	Ja	15(5)	3	
Datahastighet	16kbit/s- 2Mbit/s	5	16kb/s	3	1	Se IT-säkerhet
Störtålighet	Sämre	9(3)	Bättre	15(5)	3	Se störtålighet
Summa:		36		41		

Tabell 4. Sammanställning av resultat från analysen och totalt resultat från multimålmotoden.

Uteffekten hos systemen vägs inte in i bedömningen då det är svårt att motivera hur den skulle påverka systemet som helhet i det här sammanhanget.

3.4. Säkert samband genom kamouflering

Upptäckt är en aspekt som inte har diskuterats i uppsatsen och som inte heller tas hänsyn till i jämförelsen mellan systemen. Dock är det viktigt att förbandet inte upptäcks och ett sambandssystem som är svårare att upptäcka kan vara ett bättre. Ett system som är svårare att upptäcka kan ses som svårare att avlyssna eftersom avlyssning ofta kräver att signalen samlas in och behandlas.

I framförallt den urbana miljön är mobiltelefoni mycket vanligt förekommande och signalerna från dessa ingår i normalbilden. Några extra mobiltelefoner skulle alltså göra någon märkbar skillnad. Det skulle vara svårt för en motståndare att hitta rätt i signalmassan för att inhämta relevant information då användarantalet är mycket högt i den miljön. Det skulle dessutom vara svårt att pejla rätt mobiltelefon för att finna förbandens position för motståndaren även om denne har god kunskap om sambandssystemet i fråga.

RA180 som sänder i ett annat frekvensband är sannolikt lättare att upptäcka i den här miljön. Signaler i det frekvensbandet är inte alls lika vanliga i stadsmiljön och de sticker ut ur mängden. Detta leder till tankar om att mobiltelefoni skulle vara ett bra kamouflage för sambandet i urban miljö, men att det inte skulle göra lika stor skillnad i obebyggd terräng där tätheten mellan mobiltelefonanvändare är betydligt lägre.

Att mobiltelefoni gömmer sig i mängden och således inte är lika lätt att upptäcka för en motståndare skulle kunna vara ett starkt argument för att använda detta system för samband i vissa

miljöer. Dock skulle RA180 vara mer lämpligt i miljöer där störningsshotet är större med hänsyn till tidigare argument.

4. Diskussion kring sambandssystemens militära nytta

Enligt tabell 4, i resultatet av effektmåtten, har RA180 fått något högre poäng än mobiltelefoni utifrån de egenskaper som har studerats. Alltså skulle RA180 vara bättre än mobiltelefoni rent tekniskt, men andra faktorer påverkar också hur mobiltelefoni skulle fungera som sambandssystem. Systemen jämförs nu inte bara tekniskt utan även ur ett perspektiv där det fastslagna scenariot inverkar. Det är här svaret på frågan om mobiltelefoni, som militärt sambandssystem skulle kunna ge större militär nytta jämfört med RA180 ges. Den militära nyttan beskrivs i början av uppsatsen som något som bidrar till att militära mål nås till en lägre kostnad. Här sätts den militära nyttan i ett sammanhang och det som jämförs är hur mobiltelefoni skulle kunna ge en lägre kostnad till militära mål än RA180.

4.1. Hur snabbt kommer informationen fram

Hur snabbt informationen kan gå från sändare till mottagare är en fråga som är beroende av många faktorer. Frågan handlar om hur lång tid det går från att någon sänder ett meddelande till det att den adresserade mottagaren har uppfattat meddelandet. Det är i vissa situationer viktigt att informationen kommer fram snabbt. Den kan många gånger vara viktig eller relevant i endast minuter, kanske bara sekunder. I sådana situationer är det viktigt att sambandssystemet levererar informationen snabbt. En väldigt viktig faktor i det här fallet, är miljön där sambandet mäts. Är det i obbyggd eller urban miljö.

I den urbana miljön finns det höga betongbyggnader och dessa gör det svårt att upprätta och bibehålla samband med RA180. Systemet är handburet och kräver inga fasta installationer utan följer hela tiden med bäraren, om det så är en soldat eller ett fordon. Beroende på var bäraren befinner sig i förhållande till resten av styrkan kan sambandet vara allt från bra till obefintligt på bara några meters skillnad. Detta gör att det i princip skulle behövas relästationer i varje gathörn vilket skulle bli ett mycket komplext nätverk där en stor del av resurserna behöver läggas på att underhålla driften av systemet.

Mobiltelefoni finns redan och är ofta koncentrerat till just den urbana miljön. Masterna är högt placerade vilket leder till att signalen når ända ner i gatorna. Det är ovanligt att sambandet med mobiltelefoni bryts i den här miljön och det skulle därför kunna vara en fördel att använda mobiltelefoni, som utnyttjar den redan befintliga infrastrukturen som finns för taktiskt samband i urban miljö.

Långt ut i terrängen, i obebyggda områden är det ofta tvärt om gällande mobiltelefoni. Nätet är mindre utbyggt och följer ofta de större vägarna i området och de långa avstånden från masterna leder till sämre täckning. I den här miljön gör sig RA180 bättre. Systemet har inget behov av infrastruktur utan sambandsnätet finns där användarna finns. I miljön finns det färre hinder för radiovågorna än i staden och räckvidden hos systemet kan utnyttjas till fullo. Här skulle RA180 vara det system som snabbast kan se till att mottagaren får informationen då sannolikheten bedöms som större för att detta sambandssystem ska fungera över tiden.

Detta beroende av insatsmiljön gör det svårt att avgöra vilket av systemen som ger störst militär nytta. Det ena är bättre i en miljö och det andra bättre i den andra miljön. För detta är en transportabel basstation för mobiltelefoni avgörande för att mobiltelefoni ska få större militär nytta, gällande hur snabbt informationen går från sändare till mottagare. Den mobila basstationen gör att mobiltelefoni fungerar i alla miljöer får en större militär nytta då systemet inte kommer vara lika personalkrävande som RA180 oavsett insatsmiljön. Om informationen kommer fram snabbare är svårt att svara på, dock har mobiltelefoni högre datahastighet och kan således skicka en större mängd information per tidsenhet. Även tillgängligheten är högre då infrastrukturen redan finns i många områden. Mobiltelefoni kräver inte alltid att ett nät upprättas och således anses det att informationen tar sig mellan sändare och mottagare snabbare.

4.2. Störtålighet

RA180 är betydligt mer störtålig än mobiltelefoni. Mobiltelefoni sänder på ett, jämfört med RA180, smalt frekvensband. Frekvensbandet finns dessutom som öppen information mycket lättillgängligt på internet. Inte nog med det utan det finns till och med störsändare att köpa för privatpersoner. Den här typen av störsändare används av kriminella grupper i Sverige⁶⁴ och således finns det enkla medel för störning av mobiltelefoni. På grund av detta går det inte att se mobiltelefoni som ett störtåligt system i dagsläget, men det är inte heller syftet med mobiltelefoni. Det är byggt för kommersiellt bruk med höga datahastigheter och inte för användning i störningspåverkade miljöer. Vanliga användare på den civila marknaden har ingen nytta av militär störtålighet utan andra behov väger högre vilket har format systemet i en annan riktning.

I jämförelse är RA180 mycket störtålig och det är den också byggt till att vara. Den är utvecklad för att nyttjas i miljöer där störningar har en stor påverkan på sambandet. Det är också här det märks att systemet är utvecklat för militärt bruk med krav på att fungera i en miljö där störning ofta förekommer och det som gjort att systemet utvecklats för att fungera bättre i miljöer påverkade telekrig jämfört med rent kommersiella sambandsmedel.

Med mobiltelefoni, i den konfiguration som finns på marknaden idag, är den militära nyttan lägre avseende störtåligheten om inte systemet utvecklas och till förändras för att bättre möta de militära kraven på störtålighet. Om det finns möjlighet att förändra signalen för att bli robustare skulle det vara till kostnad av den höga överföringshastigheten. Att detta inte sker är förmodligen beroende på att marknaden idag kräver stora datavolymer och höga hastigheter. Det finns alltså inga motiv till att de företag som idag är stora på mobiltelefonimarknaden skulle göra systemet mer anpassat för Försvarsmaktens krav. Således skulle Försvarsmakten själva behöva utveckla systemet ur störtålighetssynpunkt för att möta sina krav.

4.3. Räckvidd

Räckvidden på ett sambandssystem kan i många fall vara gränssättande för hur förbandet kan röra sig på stridsfältet. Beroende på räckvidden hos systemet kan förbandet sprida sig olika mycket och ett sambandssystem med lång räckvidd ger möjligheter till ett större djup mellan

⁶⁴ Berglund, Lars, Kindvall, Göran (red.), 2005. s.84

huvuddelen av förbandet och dess förtrupper. I scenariot där kompaniet är grupperat och samlat i grupperingen är inte längre räckvidden lika viktig. Den militära nyttan med ett långräckviddigt sambandssystem faller bort. I det är fallet är det snarare en större militär nytta att bruka ett sambandssystem inom förbandet med kort räckvidd täcker mycket mer än grupperingsområdet.

Med en räckvidd som inte täcker mer än grupperingsområdet minskar risken för upptäckt av signalspaning från motståndaren. Hos mobiltelefoni och RA180 är räckvidden ungefär densamma, dock något längre hos mobiltelefoni. Mobiltelefoni fick således en högre poäng i analysen av systemens effekter, men om den militära nyttan är större beror till stor del på hur systemet används. Båda systemen har en räckvidd som långt överstiger den sträcka som behövs för att täcka kompanigrupperingen. Argument om att det ena systemet skulle ge större militär nytta än det andra blir därför svåra att motivera till något av systemens fördel.

I andra sammanhang skulle ett långräckviddigt sambandssystem vara bra och det ger vissa möjligheter avseende utnyttjandet av terrängen. I det här fallet har systemens räckvidd samma militära nytta då förmågan till samband på långa avstånd saknar relevans i sammanhanget.

4.4. IT-säkerhet och kryptering

Enligt resultatet, från undersökningen i analyskapitlet, angående systemens IT-säkerhet ansågs RA180 vara det säkrare systemet. Orsaken till detta var att mobiltelefoni i sitt ursprungsutförande inte krypterar signalerna hela vägen från sändare till mottagare. Krypteringen mellan mobiltelefonen och basstationen är dock bra och sannolikt långt mer avancerad och svår att dekryptera än den kryptering som RA180 använder sig av. Styrkan hos RA180 är att signalen är krypterad hela vägen från sändare till mottagare vilket inte ger motståndare möjlighet att avlyssna okrypterad information någonstans i nätverket.

Den militära nyttan med att använda sig av ett sambandssystem med bra kryptering är att det inte behöver ägnas lika stor energi till att skydda signalen. Det gör helt enkelt inte lika mycket att en motståndare får tag på data som skickas då de sannolikt inte kommer kunna läsa eller manipulera innehållet. Mobiltelefoni ger möjlighet till avlyssning av okrypterad information i delar av systemet, och det är en svaghet. Det finns således en större militär nytta att använda RA180 än mobiltelefoni med hänsyn till IT-säkerheten.

Det ska dock inte förbises att möjligheterna till utveckling av bra kryptering är väldigt hög i mobiltelefonisystemet och det är framförallt här den stora potentialen för mobiltelefoni hade funnits om signalen var krypterad hela vägen. Tack vare att dagens mobiltelefoner har en hög databehandlingskapacitet och hög datahastighet i mobiltelenätet går det att använda sig av programvara som krypterar allt som sänds från en mobiltelefon. Den här typen av programvara finns på marknaden och med hjälp av den skulle mobiltelefoni vara långt mer IT-säkert än RA180. I den jämförelse som gjorts har mobiltelefoner studerats generellt och denna typ av tillämpning är inte särskilt vanlig. Den vanliga användarens krav på IT-säkerhet är inte alls lika höga som Försvarmaktens. Hade en mobiltelefon med krypterande programvara varit det som jämförts med RA180 hade förmodligen den militära nyttan varit högre för mobiltelefoni avseende aspekten IT-säkerhet.

Utvecklingspotentialen är dessutom hög tack vare datahastigheten och den kapacitetsreserv som finns när systemet endast används för tal och textkommunikation. Datahastigheten hos RA180 slutar där datahastigheten för tredje generationens mobiltelefoni börjar vilket innebär att den del av sändningen som är kryptoinformation kan vara många gånger större hos mobiltelefoni.

4.5. Ekonomi kring systemen

Den rent materiella kostnaden har jämförts tidigare i uppsatsen och skulle rent hypotetiskt bli lägre än kostnaden för RA180 om båda systemen skulle köpas vid samma tillfälle. Det skulle förmodligen krävas mindre utbildning för användande av mobiltelefoni och mindre personal för att driva systemet. Kostanden för att underhålla systemen är svår att uppskatta med tanke på att RA180 har funnits inom Försvarsmakten många år. Eftersom en mobiltelefon inte håller mycket mer än 3-4 år hos en civil användare idag, kan det antas att det skulle krävas större resurser för att tillgodose mobiltelefonisystemets tillgänglighet. Enheterna skulle förmodligen behöva bytas ut oftare då de inte är lika robusta som RA180 rent fysiskt.

5. Resultatdiskussion och slutsatser

De två undersökta sambandssystemen, mobiltelefoni och RA180, har undersökts och jämförts utifrån flera olika kriterier. De har undersökts dels utifrån rent tekniska egenskaper för att se vilket av dessa som skulle vara mest lämpligt att använda för samband i ett specifikt militärt scenario. De har senare jämförts mot varandra utifrån den militära nyttan för att se vilket av systemen som skulle ge störst militär nytta i detta scenario. Dessutom har en diskussion förts kring vilket av systemen som är mest ekonomiskt och personalkrävande för att inte enbart fokusera på rent tekniska parametrar och funktioner. Denna kedja av olika analyser har lett fram till att ett av systemen kan ses som det som ger störst militär nytta som sambandssystem för ett grupperat kompani.

Rent tekniskt, efter det att effekternas vikt värderats var RA180 det självklara systemet att välja. Det är ett bättre system än mobiltelefoni utifrån de kriterier där systemen ställts mot varandra och fick i jämförelsetabellen fem poäng mer. Dock är det många faktorer som undantas i jämförelsen då de inte anses ha någon större relevans eller att teknikerna skiljer för mycket för att vara jämförbara i en studie av den här storleken. I enstaka fall är dessutom poängen baserad på en av författaren gjord bedömning av hur systemen förhåller sig till varandra. Teknikerna systemen använder sig av jämförs inte i de här fallen, utan jämförelsen riktar sig mot effekten dessa tekniker ger. En jämförelse som gjordes på störtligheten var en bedömning om huruvida WCDMA eller hoppfrekvens är mest störtlighet och resultatet är att hoppfrekvens sannolikt är mer störtlighet då detta är en vanlig teknik för militära sambandssystem.

Sambandssystemen jämförs sedan med utgångspunkt i vilket som ger störst militär nytta. Eftersom systemen jämförs som de ser ut idag, och mobiltelefoni beskrivs generellt (som det används av majoriteten civila användare) finns det en större militär nytta hos RA180. Kontexten där systemen jämförs hade störst betydelse när räckvidden jämfördes och påverkade resultatet genom att likställa den militära nyttan hos systemen. Räckvidden hos båda systemen översteg det som behövdes för situationen och det fanns ingen militär nytta med en lång räckvidd i det fallet.

RA180 har en större militär nytta i två fall av de fyra jämförda och systemen likställdes i ett av fallen. Detta leder till att den militära nyttan totalt sett ses som större hos RA180 efter den genomförda studien. I de två fall där RA180 ansågs ha större militär nytta rör det sig om störtålighet och IT-säkerhet. Slutsatserna kring den militära nyttan i dessa fall baseras till stor del på resultatet från den tekniska bedömningen tillsammans med det scenario de jämförs i. Vad gäller störtålighet bedöms mobiltelefoni vara underlägset RA180 då tekniken inte specifikt syftar till störtålighet mot aktiv störning från en motståndare. Den militära nyttan är större med ett sambandssystem som sannolikt inte kommer störas ut i samma utsträckning. IT-säkerheten var svårare att bedöma då det framkommit att den kryptering som mobiltelefoni använder är mer uppdaterad och svårare att forcera. Dock sträcker sig inte krypteringen hela vägen från sändare till mottagare hos mobiltelefoni, utan delar av vägen är signalen okrypterad vilket bedöms vara en svaghet i sammanhanget. Det var ett av de främsta argumenten till varför RA180 har ett bättre avlyssningsskydd än mobiltelefoni och således kan ses som ett säkrare sambandssystem.

Slutsatserna från studien är många och de visar på att mobiltelefoni kunde vara ett valbart alternativ som sambandssystem, men inte som det ser ut när det används i sin civila form. Viss utveckling av systemet skulle krävas för att bättre anpassa det för militärt bruk. RA180 är istället ett system som från början utvecklats till att vara ett militärt sambandssystem och skillnaderna mellan systemen är för stora för att inte rekommendera RA180 framför mobiltelefoni i detta sammanhang. Dessutom pekar den ekonomiska faktorn mot att RA180 är det bättre alternativet. Detta beror dock på att det är ett system som redan finns och den ekonomiska skillnaden består i att det bedöms vara dyrare att införskaffa mobiltelefoni som sambandssystem än att underhålla RA180. Givetvis är den ekonomiska faktorn endast en bedömning som gjorts inom en begränsad tidsrymd och om man bortser från vilket system som är ekonomiskt billigast har RA180 en större militär nytta.

5.1. Slutsatser

Studien riktar sig mot användning av mobiltelefoni som sambandssystem i den formen som mobiltelefoni vanligtvis uppfattas i samhället, där den inte på något sätt är anpassad för militärt bruk. En viktig slutsats som dragits utifrån detta och genom resonemang baserade på teknikens möjligheter pekar mot att mobiltelefoni, på framförallt IT-säkerhet, kan förbättras med enkla medel och därigenom få en större militär nytta i det kriteriet. Därför är inte heller steget långt från att mobiltelefoni totalt sett skulle ha en större militär nytta och den enda självklara aspekten där RA180 har större militär nytta rör störtåligheten. Således finns det anledning att djupare undersöka de möjligheter som finns med mobiltelefoni och de möjliga lösningar systemet har för samband inom Försvarmakten. I det här fallet har RA180 större militär nytta men mobiltelefoni har en hög utvecklingspotential för att bli ett bra sambandssystem för lägre förband i Försvarmakten.

5.1.1. Svar på frågeställningen

Frågeställningen som gavs i början av uppsatsen är följande:

- Vilken militär nytta skulle mobiltelefoni kunna ge som sambandsmedel jämfört med RA180 i en taktisk situation?
 - Kan mobiltelefoni ge en större militär nytta än RA180?

Den studie som genomförts visar att mobiltelefoni har en lägre militär nytta än RA180 i alla kriterier utom ett och således ger en, i det här scenariot, lägre militär nytta totalt sett. Det kriterie där mobiltelefoni anses ha högre militär nytta är hur snabbt informationen kommer fram från sändaren till mottagaren. Den militära nyttan är större i detta enskilda fall jämfört med den hos RA180 men i övriga jämförda delar är RA180 lika bra eller bättre.

5.2. Avslutande diskussion

Mobiltelefoni har som tidigare nämnts lägre militär nytta än RA180 som systemet ser ut idag. Det finns dock flera aspekter som diskuterats tidigare i uppsatsen som skulle höja den militära nyttan hos mobiltelefoni och göra detta system bättre än RA180.

IT-säkerheten är beroende av hur bra krypteringen är hos systemet och skillnaden mellan dem var att RA180 var krypterat hela vägen. Lösningen för att mobiltelefoni också skulle vara krypterad hela vägen var att använda sig av ytterligare ett krypto, fast detta redan direkt i tillämpningen. En sådan lösning skulle göra mobiltelefoni säkrare och leda till att den militära nyttan beträffande IT-säkerhet blir högre hos mobiltelefoni jämfört med RA180. Den typen av kryptering finns redan men skulle också kunna utvecklas mer inför en anskaffning av mobiltelefoni. Som tidigare argumenterats för möjliggör den högre datahastigheten hos mobiltelefoni att långt mer avancerade krypteringar kan användas vid sändning av motsvarande informationsmängd som RA180. Datahastigheten möjliggör dessutom användningsområden som inte är möjliga med RA180 som att sända bild eller videoströmmar i realtid.

Eftersom mobiltelefoni är utvecklat främst för kommersiellt bruk finns det stora möjligheter att anpassa det bättre mot militära krav. Jämfört med RA180, som redan är fullt anpassat och sannolikt inte kan utvecklas alls i samma utsträckning, är möjligheterna stora. Det som idag är tydligast är möjligheterna till avancerad kryptering och också det starkaste argumentet till varför mobiltelefoni skulle kunna konkurrera trots att den militära nyttan i det här fallet bedöms vara lägre.

Störtåligheten är också en av de faktorer där mobiltelefoni anses vara betydligt sämre än RA180. Möjligheterna för att förbättra störtåligheten är inte lika stora som att förbättra säkerheten. WCDMA ger inte möjlighet till den typen av förändring utan ett helt annat protokoll skulle förmodligen behöva utvecklas för att höja störtåligheten hos systemet, alternativt använda mobiltelefoner som kan kommunicera på många olika frekvensband.

Mobiltelefoni har stora möjligheter som taktiskt sambandssystem på lägre förbandsnivå men systemets fördelar syns inte på grund av kravställningen i studien. Det finns andra aspekter som inte har påverkat resultatet, men är intressanta och verkar fördelaktigt för mobiltelefoni som sambandssystem. Något intressant, som eventuellt skulle höja säkerhetsstatusen hos systemet är

att det är vanligt förekommande system i samhället. Det har beskrivits som att systemet kamoufleras i omgivningen tidigare i uppsatsen.

6. Osäkerheter och förslag på fortsatta studier

Vad gäller osäkerheter inom studien av mobiltelefoni och RA180 finns det en del som har hantearats. Många av osäkerheterna gäller hur tekniker som används av systemen ska jämföras och ställas mot varandra. Systemen tekniska data anses vara säkra och så även informationen om hur teknikerna fungerar. Osäkerheterna kommer först när dessa tekniker jämförs med varandra. Hur förhåller sig WCDMA och hoppfrekvens till varandra och är teknikerna ens lämpliga att jämföra. För att undersökningen skulle vara genomförbar behövdes den här jämförelsen och resultatet bygger till viss del på antaganden men främst på argumentation och data kring hur teknikerna fungerar var för sig. Dock är denna studie endast baserad på litteratur och för ett tydligare resultat vore faktiska tester av systemen lämpliga. Just störtåligheten var den största osäkerheten i undersökningen och också en av de faktorer som hade störst inverkan på det totala resultatet. I bedömningen studeras i det här fallet inte skillnaderna särskilt djupt utan konstaterar snarare att det ena borde vara bättre än det andra för att minska osäkerheterna.

Generellt hanteras osäkerheter i studien genom att inte basera resultat enbart på osäkra faktorer utan att genom diskussion bygga rimliga antaganden. Resultaten är därför sällan exakta utan beskrivande om varför det ena systemet fungerar bättre än det andra i enskilda situationer.

6.1.1. Förslag till fortsatta studier

Det finns en stor mängd förslag till vidare forskning efter den studie som här har genomförts. I uppsatsen har endast en liten del av mobiltelefoni och RA180 analyserats och jämförts. Det finns stora möjligheter att fortsätta där den här studien slutar för att bygga en tydligare bild av vilket av dessa sambandssystem som skulle ge störst militär nytta i lägre förband. Den militära nyttan hos systemen kan studeras utifrån andra scenarion för att se om detta ger någon skillnad på resultatet. Fokus har legat på systemens egenskaper och vidare studier skulle kunna ägna större vikt åt hur systemen fungerar tillsammans med människan för att dra relevanta slutsatser om deras användbarhet, vilket kan bidra till den militära nyttan.

Den studie som har genomförts kan i de flesta fall också fördjupas och närmare studera varje enskild egenskap hos systemen. Undersökningen som gjorts är relativt grund och ger ibland något vaga resultat. Dessutom har systemen endast undersökts efter fyra olika kriterier. Resultaten skulle kunna stärkas genom djupare studier av systemen där fler egenskaper vägs in i undersökningen.

Mobiltelefoni utvecklas mycket snabbt och därför kan det vara intressant att undersöka modernare lösningar för mobiltelefoni. I den här uppsatsen har tredje generationens mobiltelefoni undersökts och det finns en fjärde generation (LTE) som skiljer sig en del från den tredje. Det vore kanske mer aktuellt att studera den senast versionen av systemet för att ge en tydlig uppfattning om hur mobiltelefoni som sambandssystem hade kunnat se ut. Det skulle också vara intressant att endast studera möjligheterna med mobiltelefoni då det systemet till skillnad från RA180 kan göra betydligt mer än att skicka text och röstmeddelanden.

7. Referensförteckning

- Andersson, Jonas et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 3: Teknik till stöd för ledning*, 1. uppl. Försvarshögskolan: Stockholm, 2009.
- Axberg, Stefan et al. *Lärobok i Militärteknik, vol. 9: Teori och metod*, Försvarshögskolan: Stockholm, 2013.
- Berglund, Lars, Kindvall, Göran (red.), *Telekrig*, Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI): Stockholm. 2005.
- Ekblad, Ulf, *Elementa om rymdteknik: Satelliter, spaning och kommunikation*, FOI(Totalförsvarets Forskningsinstitut): Linköping, 2005. (Teknisk rapport FOI-R--1594--SE)
- Ekholm, Bengt, *Taktiskt Mobilteleutnyttjande utan eget RAN! – Är det möjligt?* Försvarshögskolan: Stockholm 2001.
- Ericsson, *Base Stations*, 2014, <http://www.ericsson.com/ourportfolio/telecom-operators/base-stations>, hämtad 2014-04-30.
- Försvarsmakten, *Försvarsmaktens handbok i studiemetodik: H Stud*, 2007 års utgåva, Försvarsmakten: Stockholm, 2006.
- Försvarsmakten, *Nomenklatur för Försvarsmakten inom Ledningssystemområdet (Nomen FM LED)*, Version 2006-11-27.
- Försvarsmakten, *Soldatreglemente, telemateriel: SoldR Mtrl Tele*, 1996 års utg., Försvarsmakten: Stockholm, 1996.
- Försvarets materielverk, *Försvarets telenät systembeskrivning*, Försvarets Materielverk: Stockholm, 2003.
- Försvarets Materielverk, *Teknisk und årsrapport: Materielunderrättelser 2013*, Försvarets Materielverk: Stockholm, 2014. (14FMV80-1:1)
- Olsson, Anders (red.) *Att förstå telekommunikation. 2*, Studentlitteratur: Lund, 1998.
- Post & Telestyrelsen, *Den svenska Frekvensplanen*, <http://e-tjanster.pts.se/radio/frekvensplanen/Service.aspx>, hämtad 2014-04-23.
- Post & Telestyrelsen, *Information om UMTS*, Faktablad 13 augusti 2001.
- Post & Telestyrelsen, *Säkerhetsshot mot mobiltelefoni – en lägesbedömning vintern 2005/2006*, (PTS-ER-2006:18)
- Sectra Communications AB, *Secure use of smartphones*, 2012, <http://communications.sectra.com/news-and-media/downloads/secure-use-smartphones-folder>, hämtad 2014-05-02.
- SIS Handbok 550 – Terminologi för informationssäkerhet*, utgåva 3, SIS Förlag, 2011.
- Stenumgaard, Peter, *Störningskänslighet hos civil trådlös konsumentteknik*, FOI(Totalförsvarets Forskningsinstitut): Linköping, 2011.

STUK, *Mobiltelefoner och basstationer*, Strålsäkerhetscentralen, Helsingfors, 2004.

Vall, Nils-Erik, *Projekt TR8000, Utveckling och anskaffning av radiosystem Ra180/480 med DART*, Försvarets materielverk, 1996. (Projled 33195:15952/01)

Wiklund, Kia, Stenumgaard, Peter, *Telekonfliktrisker vid militär användning av tredje generationens mobiltelefoni*, FOA(Försvarets Forskningsanstalt): Linköping, 2000.