

Åsa Waern, Peter Johansson, Magnus Pettersson

Kommunikation vid urban krigföring - Radio och Laser



TOTALFÖRSVARETS FORSKNING SINSTITUT

Ledningssystem

Box 1165

581 11 Linköping

FOI-R--1279--SE

Juni 2004

ISSN 1650-1942

Metodrapport

Åsa Waern, Peter Johansson, Magnus Pettersson

Kommunikation vid urban krigföring - Radio och Laser

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1279--SE	Klassificering Metodrapport
	Forskningsområde 4. Ledning, informationsteknik och sensorer	
	Månad, år Juni 2004	Projektnummer E7063
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde 41 Ledning med samband och telekom och IT-system	
Författare/redaktör Åsa Waern Peter Johansson Magnus Pettersson	Projektledare Åsa Waern	
	Godkänd av Sören Eriksson	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning HKV	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Björn Johansson	
Rapportens titel Kommunikation vid urban krigföring - Radio och Laser		
Sammanfattning (högst 200 ord) Strid i urban miljö är ingenting nytt men synen på den har förändrats. Materiel och doktriner är inte anpassade för miljön vilket påverkar såväl soldaterna som stridstekniken. Effektiv ledning av ett förband kräver kommunikation med alla ingående enheter. Sensorer av olika typer finns redan idag inom försvaret men sensorinformationen är inte tillgänglig för alla som skulle behöva den. Kommunikationsnätverket och sensorerna är inte integrerade med varandra. I framtiden kan samverkande enkla sensorer som spritts över en yta tillsammans bilda en avancerad sensor. För att detta ska bli verklighet krävs det att ett kommunikationsnätverk integreras fullständigt med sensorerna. Då tempot vid urban krigföring är högt ställs nya krav på information och underrättelse. Det är därför viktigt att informationen kommer direkt till stridsgruppen i aktuellt område. Då sensorer och autonoma farkoster införs som en taktisk del måste även dess information utan omvägar nå förbanden i området. Pågående forskning och teknikutveckling kommer leda fram till olika hjälpmedel som minskar de enskilda soldaternas fysiska och psykiska påfrestningar vid strid i urban miljö. Varje nytt hjälpmedel måste dock kritiskt granskas för att försäkra att det verkligen leder till att förenkla den enskilde soldatens arbetsuppgifter.		
Nyckelord Radio, Laser, Kommunikation, Urban miljö, Taktik		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 22 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Command and Control Systems P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	Report number, ISRN FOI-R--1279--SE	Report type Methodology report
	Programme Areas 4. C4ISTAR	
	Month year June 2004	Project no. E7063
	General Research Areas 5. Commissioned Research	
	Subcategories 41 C4I	
Author/s (editor/s) Åsa Waern Peter Johansson Magnus Pettersson	Project manager Åsa Waern	
	Approved by Sören Eriksson	
	Sponsoring agency Armed Forces Headquarter, Sweden	
	Scientifically and technically responsible Björn Johansson	
Report title (In translation) Communication at urban warfare - Radio and laser		
Abstract (not more than 200 words) Urban warfare is nothing new but the view of it has changed. The materiel and doctrines are not adapted to urban environments which will influence both the soldiers and the tactics. Efficient command and control demand communication with all kinds of units. There are, today, several different types of sensors in use but their information are not available to everybody who might need it. The communication network and the sensors are not integrated. In the future, small, simple cooperated sensors scattered in the terrain will form one advanced sensor. But the realization demands a fully integrated communication network. The high speed in urban warfare requires new demands on information and intelligence. It is therefore important that the information immediately reach the combat unit in the area. When sensors and unmanned vehicles are introduced as a tactical part in an operation, it is important that also their information, without delays, reach the unit. Ongoing research and development will result in knowledge and materiel that will reduce the soldiers' physical and psychological stress in urban warfare. However, every new piece of equipment must be scrutinized to ensure its value for the soldier.		
Keywords Radio, Laser, Communication, Urban areas, Tactics		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 22 p.	
	Price acc. to pricelist	

Innehåll

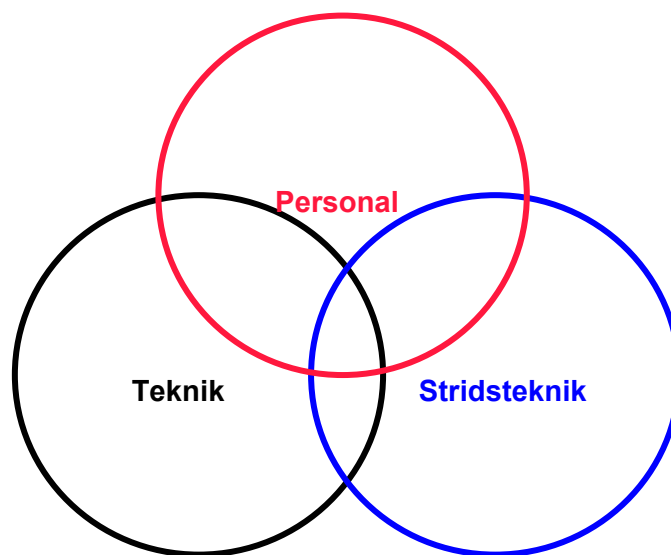
1	Inledning.....	- 6 -
1.1	Bakgrund	- 6 -
2	Urban krigföring.....	- 7 -
2.1	Uppgifter	- 7 -
3	Behov av informationsöverföring	- 9 -
3.1	Krav på informationsöverföring.....	- 11 -
4	Nuvarande kommunikationssystem	- 12 -
5	Radiokommunikation	- 12 -
5.1	Idag, nulägesbild	- 12 -
5.2	Militär radiokommunikation bortom 2015.....	- 13 -
6	Laserkommunikation.....	- 14 -
6.1	Idag, nulägesbild	- 14 -
6.2	Laserkommunikation bortom 2015	- 15 -
7	Kommunikationsscenarier idag och i framtiden	- 16 -
7.1	Övningsområde ”Passera korsning”	- 16 -
7.1.1	Framtida förmåga bortom 2015.....	- 18 -
7.2	Övningsområde ”Genomsöka eller rensa en byggnad”	- 19 -
7.2.1	Framtida förmåga bortom 2015.....	- 20 -
8	Slutkommentarer	- 21 -
9	Referenser.....	- 22 -

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Strid i urban miljö är ingenting nytt däremot har synen på urban krigföring förändrats. Nuvarande förmågor för operationer i urbana områden är desamma som för strid i öppen terräng. Materiel som finns till förfogande är inte anpassat för miljön och det påverkar såväl soldaterna som stridstekniken. Internationella insatser kommer med stor sannolikhet utövas i urban terräng och materiel som tas fram måste tjäna till att minska den enskilde soldatens fysiska och psykiska påfrestningar.

Den materiel som finns att tillgå idag har lett till ett visst taktiskt uppträdande i olika situationer. Ett förbands förmåga beror av de tre delarna; personal, teknik och stridsteknik. Ändras någon del kommer de övriga två att påverkas, se figur 1. Denna rapport vill ge ett par exempel på nya möjliga förmågor om framtida materiel anpassas för den urbana miljön och dess speciella förutsättningar.



Figur 1: Samverkan och balans mellan personal, teknik och stridsteknik. De tre delarna hänger ihop och påverkar varandra

2 Urban krigföring

Varje dag flyttar ca 150000 människor från landsbygden in till världens städer. 1990 bodde ungefär 50 % av världens befolkning i städer och den siffran förväntas öka till 75 % år 2010. Eftersom oroligheter uppkommer där befolkningen finns så tyder allt på att strider i bebyggelse kommer att öka. Striderna kan handla om allt från att oskadliggöra enskilda terrorister till fullskaliga krig [1].

Vid strid i en urban miljö kommer civilbefolkningen att finnas kvar. Deras liv måste i så stor utsträckning som möjligt fortsätta som normalt. Befolkningen kan inte evakueras från städerna eftersom de ekonomiska konsekvenserna då skulle bli oöverskådliga. Det är inte heller praktiskt genomförbart att evakuera en stad med ett invånarantal på en eller flera miljoner.

Den främsta uppgiften för svensk militär är att försvara svenskt territorium men en allt viktigare uppgift är att medverka vid internationella insatser. För att lyckas med det senare är språkkunskaper och kunskaper om den aktuella kulturen väsentlig. Goda kultur- och språkkunskaper kan vara direkt avgörande för utgången av en operation. Även om lokalbefolkningen först välkomnar militär närvaro så kan opinionen snabbt vända om den upplever att man inte respekteras. Ödesdigra misstag kan lätt ske på grund av uppträdandet hos den militära personalen och/eller att militär personal och civila inte pratar samma språk.

Strid i urban miljö är inte sekventiellt och ett begrepp som infördes av General Charles "Chuck" Krulak vid amerikanska marinkåren i senare delen av 1990-talet var "three block war" [2]. På svenska kan det uttryckas som 3-kvarterskriget och innebär i stort att i ett kvarter pågår en högintensiv strid mot en vältränad och välutrustad fiende. I nästa kvarter sker strider av gerillaliknande karaktär mot en lättare beväpnad fiende och ytterligare nästa kvarter gäller fredsbevarande insatser och humanitär hjälp. De tre kvarteren innehåller tre helt olika typer av militära aktiviteter - därav namnet 3-kvarterskriget. Strid i urban miljö innebär att alla markstridsgrupper måste kunna hantera de olika militära aktiviteterna i de tre kvarteren och de olika aktiviteterna ställer också olika krav på kommunikationen.

Strid i urban miljö innebär korta avstånd. Det är lätt att gömma sig t.ex. inne i byggnader och det är därför lätt att komma nära in på fienden innan han upptäcks. På grund av de korta avstånden, den besvärliga terrängen och problemet med lägesbilden kan situationen snabbt förändras. På förhand uppgjorda planer kan behöva förändras och det är viktigt att våga och framför allt orka ändra och tänka nytt. Detta innebär också att information och underrättelse måste komma nerifrån och upp. Strid i urban miljö kräver soldater till fots. Information och lägesuppfattning om närområdet måste finnas hos dem.

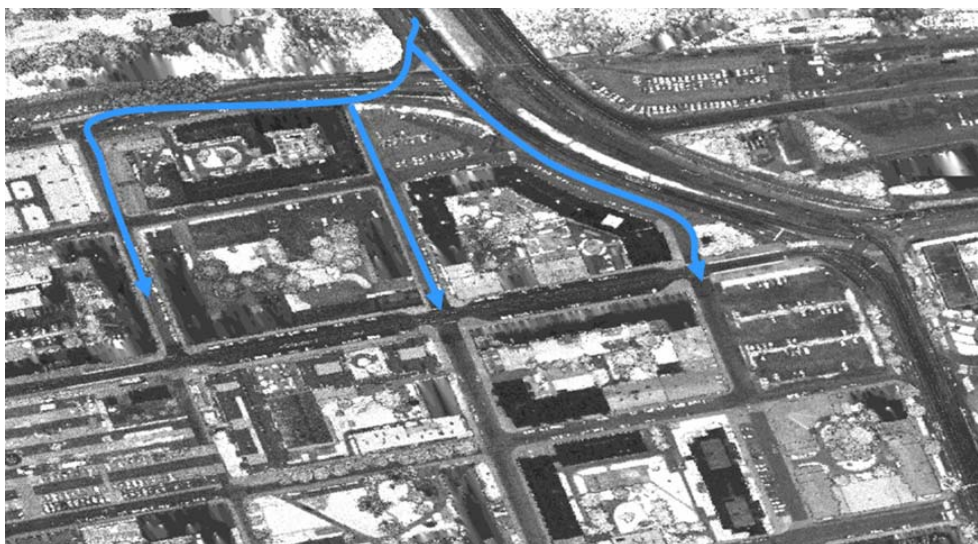
2.1 Uppgifter

En mekaniserad bataljon består av ca 800 man och ett 100-tal fordon, de flesta bepansrade. Bataljonen är uppdelad på kompanier, plutoner och stridsgrupper. Grunden för strid i bebyggelse är stridsgruppen med en tung stridsvagn, ett stridsfordon 90 och fem soldater som gjort avsittning. Eventuellt kan bandfordonen delvis ersättas med bepansrade hjulfordon. Tre grupper bildar en pluton och två plutoner ett kompani. Hela eller delar av bataljonen kan avdelas för strid i bebyggelse.

Bataljonens uppgift i urban miljö kan indelas i två huvudtyper, den första är att anfalla in i bebyggelse för att ta territorium. Troligen används större delen av en bataljons resurser vid ett anfall eftersom anfall kräver ett stort övertag kanske så mycket som 6 mot 1 för att lyckas

med någorlunda god sannolikhet. Bataljonens uppgift är då att söka fri väg fram till målet. Under framryckningen kan vägar, broar och andra strategiska punkter blockeras av fienden som antingen kräver en kringgående rörelse eller bekämpning. Många gånger sker framryckningen på flera täter, längs parallella gator, för att lättare kunna ge understöd till varandra ifall någon skulle stöta på ett hinder, figur 2. Ofta befinner sig chefen och hans ställföreträdare i olika fordon på olika gator. Framryckningen är ofta relativt långsam då varje ny gata måste säkras innan fordonen kan rulla vidare. En typisk uppgift för en stridsgrupp är att 5 – 6 avsuttna soldater leder in och skyddar två fordon under framryckning i staden.

Den andra huvuduppgiften för en bataljon i bebyggelse är av mer fredsbevarande natur där bataljonen redan är grupperad i staden. Troligen har ett basläger upprättas där bataljonsledningen finns och det finns flera observationsplatser på strategiska platser runt om i staden, var och en bemannad av en eller flera stridsgrupper. Bataljonens uppgift är att skydda den civila befolkningen. Det kan gälla att hålla olika befolkningsgrupper ifrån varandra, oskadliggöra krypskyttar och eskortera civilt humanitära organisationer. En typisk uppgift för en pluton är att några fordon och 10 – 15 avsuttna soldater säkrar området runt, söker igenom och oskadliggör en eventuell krypskytt i en byggnad.



Figur 2: Framryckning i bebyggelse sker i allmänhet mycket långsamt på flera täter längs parallella gator.

Det som försvårar strid i bebyggelse med enheter ur en mekaniserad bataljon är att utrustningen och doktriner var det gäller ledning, rörlighet, vapen och samband är utvecklade för småbruten och öppen terräng. Det är inte självklart vem som leder en stridsgrupp. Ska det vara den som leder fotsoldaterna eller chefen för stridvagnen? Det krävs särskilda verktyg för att forcera låsta portar utan att väsnas och förstöra för mycket. Soldaterna måste kunna röra och orientera sig i tre dimensioner, över och under markplanet. Vapnen är gjorda för relativt öppen terräng där man kan upptäcka och träffa mål på stora avstånd. Skytt och mål förutsätts finnas i samma plan på marken men i staden ska stridsgruppen kunna skjuta upp mot tak, ner i källare och in i hus. Hänsyn måste tas till civila och därför måste man kunna skjuta med precision, för detta behövs indirekt eld som kan styras och även avbrytas ända fram till träffen. Sambandsmedlen är endast utvecklade för kommunikation inom plutoner och uppåt i organisationen samt mellan fordon.

3 Behov av informationsöverföring

För att effektivt kunna leda ett förband är det väsentligt att kunna kommunicera med alla ingående enheter, inklusive avsuttna soldater, utplacerade sensorer och autonoma farkoster. Det betyder inte att alla ska kommunicera med alla alltid, utan att det ska vara möjligt överföra viktig information till vem som helst när som helst, antingen direkt eller via någon mellanliggande.

Inom en stridsgrupp måste alla kunna tala med alla på ett sådant sätt att alla inom gruppen hör alla. Det normala är att gruppchefen tar och ger information till andra gruppchefer och plutonschef. Gruppchefens kommunikation som inte direkt är riktad till den egna stridsgruppen bör inte vara hörbar av de övriga inom stridsgruppen. Det betyder att gruppchefen måste hantera två kommunikationsnät som till sin natur är väldigt olika. Om behov föreligger ska en förbindelse kunna upprättas från ledningen direkt till en enskild soldat eller sensor, t.ex. för att hämta in viktig information.

Utan effektiva kommunikationsmedel så riskerar ledningen att snabbt tappa kontrollen över vad som sker. En del soldater försvinner ner i kulvertar, andra rusar in i portar och en del hamnar uppe på taken. Fordonen som separeras av hus kan inte se varandra, trots att det geografiska avståndet mellan fordonen ofta är mindre än 100 m. För att uppnå den gemensamma lägesbilden är positionsinformation av egna enheter av yttersta vikt vid alla typer av militära operationer, i stadsmiljö är det dessutom viktigt att positionerna anges i 3 dimensioner så att det går att identifiera på vilket våningsplan en soldat befinner sig.

Kartor över aktuellt område förutsätts ha distribuerats i förväg innan en operation sätts igång. Däremot finns det ett stort behov av att uppdatera kartorna efter hand. Broar och hus kan raseras, egna och fientliga trupper förflyttas, markering av mål, säkra och osäkra områden, speciellt viktiga eller farliga byggnader osv. Situationen kan ändras mycket snabbt, ett hus som för en liten stund sedan ansågs vara säkert kan nu vara farligt.

En viktig källa till information för hur lägesbilden ska uppdateras under en operation är olika typer av sensorer. Sensorerna kan vara, ur kommunikationssynpunkt, allt ifrån ganska enkla rörelsedetektorer, mikrofoner, kemiska och biologiska varningssensorer till mer avancerade bildalstrande sensorer såsom video, IR, UV och laser. Sensorinformation måste göras tillgänglig för ledningssystemet om det ska vara någon större vits med att satsa resurser på att placera ut dem. För det krävs ett relativt avancerat kommunikationsnätverk i området där sensorerna är placerade, där information kan reläas av mellanliggande noder från en nod som inte står i direkt kontakt med övriga förbandsenheter.

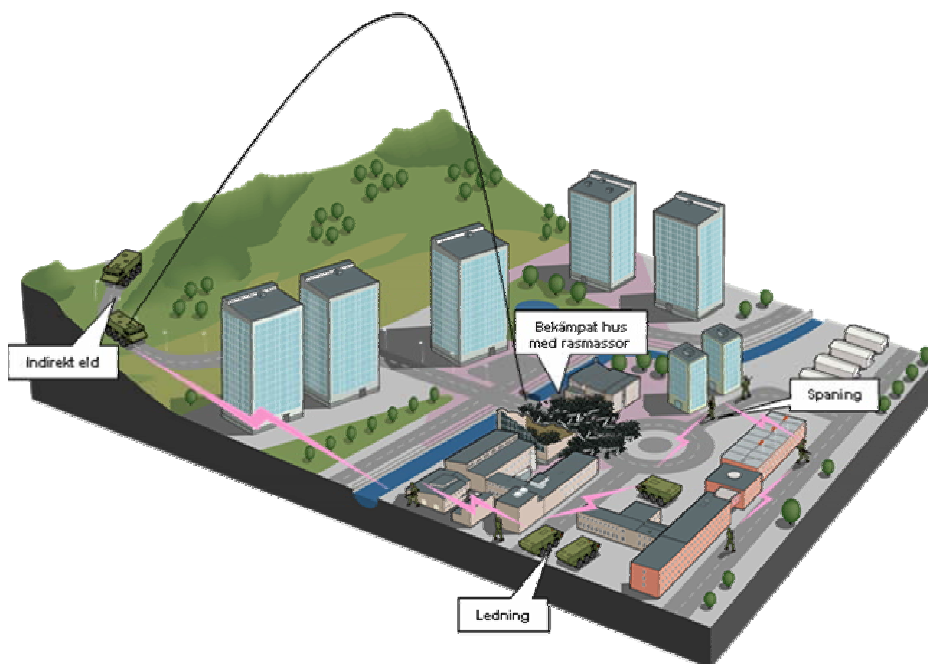
Vissa sensorer kan dessutom placeras i autonoma farkoster på mark och i luften. Förutom att kommunikationsnätverket ska kunna hantera att noden i detta fall rör sig måste styr- och statusinformation förmedlas till och från farkosterna.

Sensorer av många olika typer finns redan idag och används dessutom inom försvaret men sensorinformationen är inte tillgänglig för alla som skulle behöva den. Kommunikationsnätverket och sensorerna är inte integrerade med varandra vilket gör att informationen från sensorerna måste översättas av en operatör för att bli tillgänglig. I framtiden ligger att samverkande enkla sensorer som spritts över en yta tillsammans kan bilda en avancerad sensor. För att detta ska bli verklighet krävs det att ett kommunikationsnätverk integreras fullständigt med sensorerna.

Med framskjutna spaningsenheter och med hjälp av UAV:er och andra autonoma farkoster skulle indirekt precisionsbekämpning även i urban miljö kunna vara ett alternativ. Spanare skulle kunna identifiera och peka ut mål för ledningen som i sin tur överför koordinater till en

skjutande enhet som inte har direktkontakt med målet. Det skulle öka de tunga pjäsernas användbarhet då de skulle kunna placeras där de får utrymme att avfira sina projektiler. Det ställer dock mycket stora krav på koordinering mellan spaning, ledning och eldgivande enheter. Kommunikationen blir då mycket viktig och tidskritisk. Det behövs även kommunikation till projektilen i luften för att i ett sent läge kunna avbryta anfallet, genom att styra undan eller desarmera projektilen innan nedslag.

Med bra kommunikation kan exempelvis semiaktivt laserstyrda robotar användas för precisionsbekämpning i urban miljö. Utpekning av målet kan ske av framskjutna observatörer eller UAV:er. Då roboten styrs av en laser till träff i målet finns också möjlighet att via laserstrålen skicka information som desarmerar alternativt låter roboten brisa under gång om skottet av någon anledning behöver avbrytas.



Figur 3: Indirekt eld i bebyggelse kräver goda kommunikationer mellan spaning, ledning och eldenheter.

För bataljonens huvudtyper av uppgifter i bebyggelse, anfall in i respektive fredsbevarande, är det i stort sätt samma typ av kommunikation som måste upprättas inom bataljonen. Skillnaden är att vid anfall in i byggelse så är bataljonen helt och hållet beroende av mobil trådlös kommunikation som inte behöver någon infrastruktur. Den fredsbevarande uppgiften kan medge att fast eller flyttbar infrastruktur utnyttjas för kommunikation t.ex. mellan basläger och observationsplatser.

Kommunikationsbehovet utifrån begreppet "three block war" torde bero på de olika situationerna i de olika kvarteren. I första kvarteret - regelrätt krig - är troligtvis kommunikationen kortfattad och precis. Avstånden är i första hand korta, dvs kommunikation inom gruppen och intilliggande grupp. Gruppchefen har kommunikationsbehov med Pluton- och Kompanichefen vilket leder till något längre avstånd. Kommunikationen är här mycket tidskritisk vilket ställer höga krav på robusthet. I andra kvarteret - gerillabekämpning och upprepning - är tempot något lägre. Behov av kommunikation på längre avstånd är nödvändigt då uppdatering av lägesinformation sker. Det är även troligt att enskilda soldater behöver hjälp med att fatta beslut med tanke på juridiska aspekter och ROE, rules of

engagement. I tredje kvarteret - humanitär hjälp - sker troligtvis kommunikationen mellan enskilda soldater, underhållsförband och civila organisationer på längre avstånd. Kommunikationen torde här inte vara lika känslig för störningar.

Då tempot vid urban krigföring är högt ställs nya krav på information och underrättelse. Erfarenheter från bland annat Irakkriget har visat att informationen inte hann med då traditionella informationsflöden användes [1]. Det är därför viktigt att informationen kommer direkt till stridsgruppen i aktuellt område. I många fall hinner inte informationen behandlas utan varje enskild soldat måste vara tränad på att tolka information. Då sensorer och autonoma farkoster införs som en del av taktiken måste även dess information utan omvägar nå förbanden i området.

3.1 Krav på informationsöverföring

För att öka säkerheten och omvärldsuppfattningen hos de framryckande styrkorna bör en mängd olika sensorer utnyttjas. Varje soldat och fordon kommer att utrustas med sensorer men det kommer också att finnas ett behov av att kommunicera med sensorer i exempelvis UAV:er och UGV:er. Det kan också finnas ett behov att säkra/övervaka ett område även när gruppen passerat. Detta kan ske med hjälp av olika sensorer som placeras ut på lämpliga ställen. Ett generellt krav bör dock vara att dessa sensorer kan fjärravläsas för att uppnå maximal effekt. Sensorerna kommer att ställa olika krav på de kommunikationslänkar som skall utnyttjas för dataöverföring. Den enklaste formen av sensor kanske bara räknar antalet intrång i området eller liknande. En sådan sensor behöver bara sända enstaka bitar. En akustisk sensor kräver ett antal kilobit i överföringshastighet medan en högupplöst bildalstrande sensor kräver storleksordningen megabit. Om avancerad signalbehandling utnyttjas i sensorerna skulle kraven på överföringshastighet kunna reduceras i vissa fall.

Kommunikation inom en stridsgrupp kan tänkas ske på flera sätt. Mellan de ingående fordonen kan man tänka sig att en större mängd information flödar. Informationen skulle med fördel kunna överföras optiskt och därmed kan bandbredder i storleksordning gigabit erhållas. De relativt korta avstånden medger enkla system utan avancerade följesystem. Samma system kan också utnyttjas för kommunikation med fotsoldater och sensorer i nära anslutning till fordonen. Genom att utnyttja retrokommunikation behöver varje soldat/sensor endast en modulator och en detektor för att kommunicera med fordonen. För att möjliggöra kommunikation även mellan soldater krävs dock att varje soldat också utrustas med en enkel sändarenhet. Stridsfordonen som används för transport av fotsoldater kan förses med en lasersändare i fordonet så att uppsuttna soldater kan ta del av information från radio/intercom med samma system. En skyttegrupp som under en längre tid inte har något fordon inom synhåll kan förses med en radiolänk för kommunikation med fordonet. Informationen från radiolänken kan sedan förmedlas till hela gruppen med hjälp av de lasersändare/mottagare som soldaterna är utrustade med.

Kommunikation mellan stridsgrupper och högre ledning sker med radiolänk alternativt optisk höghastighetslänk via UAV, luftskepp, ballong eller liknande. En optisk länk medger hög datahastighet och är svår att avlyssna och störa men är beroende av en knutpunkt i luften för att fungera vilket gör den mer utsatt för fysiska angrepp än en radiolänk. En UAV kan förutom att fungera som knutpunkt för kommunikation också bära spaningssensorer som stridsgruppen vill ha information ifrån och därmed skulle en optisk länk till UAV kunna motiveras. I princip kan den länk som används för kommunikation med andra fordon och marksoldater också kommunicera med UAV eller motsvarande.

4 Nuvarande kommunikationssystem

I dagens mekaniserade bataljons fordon finns upp till 4 radioapparater (truppradio Ra180) för tal- och datatrafik mellan fordon och högre ledningsfunktioner. Varje radio kan passa ett radionät och datakapaciteten är begränsad till några få kbit/s. Datakapaciteten i Ra180 är inte tillräcklig för att fullt ut utnyttja ledningssystemets potential i fordonen.

Fordonen är utrustade med ett interkomsystem så att alla i fordonet kan kommunicera med varandra. Interkomsystemet är integrerat med Ra180 systemet så att det är möjligt att tala med högre ledningsfunktion via interkomsystemet. För avsuttna soldater finns endast en Ra180 per pluton, vilket medför att radiokommunikation mellan avsuttna soldater inte är möjlig. Avsuttna soldater är hänvisade till att ge handtecken eller att ropa till varandra. En annan stor brist idag är att fotsoldaterna i allmänhet inte kan tala med stridsvagnen trådlöst eftersom en avsuttna stridsgrupp sällan har en radio med sig. I värsta fall måste stridsvagnen ha luckan öppen för att kunna kommunicera med fotsoldaterna utanför.

5 Radiokommunikation

5.1 Idag, nulägesbild

Försöksverksamhet pågår med telefoner på utsidan av stridsfordonen för att fotsoldater ska kunna komma i kontakt med vagnschefen. Vidare pågår försök med soldatradio där varje soldat har en personlig radio för talkommunikation inom stridsgruppen. Försvarsmakten tittar även på tekniska lösningar för att knyta samman soldatradio med fordonens interkomsystem.

Det militära behovet att leda sammansatta styrkor i urban miljö skiljer inte så förfäligt mycket från det behov som räddningstjänsterna har då de genomför större gemensamma operationer. I vissa situationer finns ett reellt störhot mot militära enheter men erfarenheten har visat att det inte är speciellt vanligt förekommande. Blåljusmyndigheternas nya kommunikationssystem baserat på TETRA-standarden uppfyller många av de militära kraven på funktionalitet och säkerhet förutom störskyddet och kan vara ett mycket intressant alternativ för dagens internationella operationer. För operationer inom Sverige, som inte är regelrätt krig, krävs det att Försvarsmakten samarbetar och underställer sig svensk polis. Det samarbetet skulle underlättas om Försvarsmakten och blåljusmyndigheterna har ett gemensamt radiosystem. TETRA-terminaler är relativt billiga och kan fungera utan stöd av basstationer. Det finns också utrustning för att ganska snabbt upprätta basstationer i ett område.

Civilt är utvecklingen av 3:e generationens mobiltelefonsystem (3G) och trådlösa datornätverk (WLAN) stark, där stora insatser görs för att knyta samman dessa till ett gemensamt nätverk. Den och liknande kommunikationslösningar kan vara intressant för militära operationer i urban miljö eftersom 3G och WLAN utvecklas i första hand för platser där det finns många kunder, dvs. i städerna. Man ska dock vara medveten om att civila systemlösningar har sina risker, driftsäkerheten och tillgängligheten i systemen är inte högre än vad civila kunder precis accepterar. Målet är att maximera vinsten för operatörerna inte maximera tillgängligheten för användarna.

5.2 Militär radiokommunikation bortom 2015

Kravet på den framtida militära kommunikationsutrustningen är att integrera lednings och kommunikationssystem med positionsöverföringar av varje fordon och soldat till varje annat fordon eller soldat. Fordonen ska fungera som relästationer för fotsoldaterna för att nå högre ledningsfunktioner. Det ska finnas möjligheter att bilda logiska nät som medger att de som har behov av att lyssna av kommunikationen på en viss nivå inom bataljonen också kan göra det.

Framtidens radiosystem för stridsfordon kommer att kunna operera över ett mycket stort frekvensområde, mer än 20 – 2000 MHz, troligen kommer tillgängliga antenners prestanda sätta gränserna för frekvensområdet och inte radion. Radion kommer att kunna programmeras för att kunna samtrafikera med många olika system, kunna hålla flera simultana förbindelser igång och fungera som gateway mellan de olika systemen. Radiosystemen kommer att vara fullt störskyddade när situationen så kräver men under lugnare perioder kommer radions hela kapacitet kunna utnyttjas för datakommunikation. Radiosystemen kommer själva att kunna adaptera mellan de olika användarkraven utifrån aktuell störsituation. Nät bildas helt autonomt och underhålls automatiskt av systemet självt, det enda användarna måste göra är att peka ut vilka noder som ska ingå i vilket nät.

För fotsoldater kommer det att finnas enklare men fortfarande programmerbara radioapparater. Funktionalitet kommer att vara densamma som för fordonsenheterna men antalet simultana förbindelser som radion kan hantera blir kanske bara en eller två. Antalet olika system som radion kan samtrafikera med kommer också vara starkt begränsat, kanske bara ett enda. En funktion som definitivt kommer att finnas är ett integrerat positionsbestämningssystem som eventuellt är stöttat av GPS eller motsvarande satellitbaserat positions- och navigeringssystem.

Radiosystemen kommer ha ett stort antal standardiserade gränssnitt för att kunna ansluta diverse olika sensorer. Radioprotokollen kommer att kunna förmedla ett stort antal olika typer av dataöverföringar. Tal, data och video är exempel på tjänster som användarna kommer att ha tillgång till, även flera samtidigt är möjligt.

Utveckling av radiosystem med egenskaper som här beskrivits pågår runt om i världen, främst i USA med programmet Joint Tactical Radio System (JTRS) som drivs av Joint Program Office (JPO) på uppdrag av Department of Defense (DoD). JTRS syftar till att utveckla en standard, Software Communication Architecture (SCA) för programmerbar radio vars syfte är att nästa generation av radioapparater ska vara interoperabla med varandra, med arvet dvs. de gamla stationerna och med idag okända system [3]. Detta uppnås genom att alla är programmerbara för nya funktioner. DoD ser framför sig en familj av radioapparater som är fysiskt anpassade för olika användningsområden men mjukvarumässigt kompatibla, se figur 4 och figur 5.

DoD hoppas på en utveckling av programmerbar radio motsvarande den inom PC-industrin, där varje ny generation har kunnat utnyttja program som utvecklats för de gamla maskinerna. Inom PC-industrin är idag utvecklingen av hårdvara, systemprogramvara och applikationer separerade i olika nischer, till skillnad mot radioindustrin där en leverantör står för allt. Några av aktörerna inom PC-industrin har skaffat sig en ohälsosamt stark dominans och JPO försöker motverka detta inom JTRS genom att standardisera på ett sånt sätt att standarden i sig motverkar att det bildas en defacto-standard knuten till en viss leverantör.



Figur 4: JTRS fordonsstation med 3 simultana radiovågformer.

Källa: Rockwell-Collins



Figur 5: JTRS person- och sensorradio.

Källa: ITT Industries

DoD räknar med att de första SCA-kompatibla radiostationerna kommer att finnas på förband omkring 2007. För svensk del kan det finnas motsvarande stationer omkring 2010. 2015 bör utvecklingen ha kommit så långt att alla funktioner här beskrivna finns tillgängliga som kommersiella programvaror.

6 Laserkommunikation

Med laserkommunikation menas här system som utnyttjar fri optisk kommunikation (FSO). Fri optisk kommunikation bygger i grunden på att laserstrålar propagerar i atmosfären vilket skapar både möjligheter och begränsningar.

Det är möjligt att konstruera system med mycket hög överföringshastighet (gigabit) som är ytterst svårstörda och svåra att avlyssna. Då laser utnyttjas för exempelvis avståndsmätning och målutpekning finns möjlighet till flerfunktionssystem som även innefattar kommunikationslänkar. Prestanda och tillgänglighet för optiska länkar påverkas dock av atmosfären och dess sammansättning. Rök, dis, dimma och regn är faktorer som kan begränsa prestanda för länken.

6.1 Idag, nulägesbild

Inom försvarsmakten utnyttjas i dagsläget inte fri optisk kommunikation i något sammanhang. Ett visst intresse finns dock att studera möjligheten att utnyttja tekniken för kommunikation mellan till exempel soldater, fordon, fartyg och helikoptrar.

Civilt används fri optisk kommunikation för punkt-punkt förbindelser där det är svårt eller omöjligt att lägga optiska fibrer. Systemen medger höga datahastigheter och kan upprättas snabbt vid olika krissituationer. Tekniken används idag huvudsakligen för kommunikation mellan byggnader, se figur 6. För korthållskommunikation finns system som utnyttjar ljus från lysdioder som ett alternativ till trådlösa radiolan. Fördelen med dessa är att de är svåra att avlyssna och störa men räckvidden är begränsad till enskilda rum då ljuset inte passerar

genom väggar. Vanligtvis utnyttjas ett antal accesspunkter som är sammankopplade med exempelvis optiska fibrer för att bygga upp nät i flera rum.

Kinesiska Nornico har visat upp ett verkanslasersystem för stridsvagn (Type 98) [4]. Systemet uppges även kunna utnyttja laser för kommunikation mellan egna stridsvagnar, se figur 7.



Figur 6: Optisk länk för kommunikation mellan t.ex. byggnader 155Mbps.



Figur 7: Verkanslaser för stridsvagn (Type 98) med möjlighet till optisk kommunikation mellan egna vagnar.

Källa: Chinese Defence Today

Utvecklingen inom området är stor och nya komponenter ökar möjligheten att bygga kompakta energisnåla system. Mycket arbete läggs ned på möjligheten att kommunicera mellan rörliga plattformar. Retrokommunikation studeras i en mängd sammanhang och tekniken är idag föremål för stora forskningsinsatser.

6.2 Laserkommunikation bortom 2015

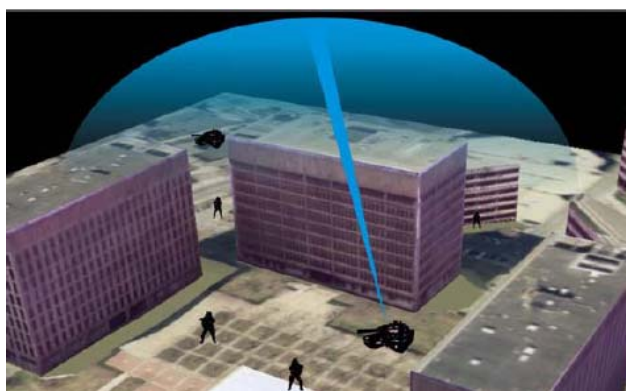
Höghastighetslänkar (Gbit) för punkt-punkt kommunikation mellan rörliga plattformar såsom fordon, UAV, helikopter, flyg och satellit bör vara utvecklade och finnas tillgängliga. Länkarna bör typiskt ha en räckvidd på 1-20 km beroende på tillämpning. För att uppnå långa räckvidder krävs smala laserlober och noggranna trackingsystem vilket innebär att kostnaden troligen kommer att vara ganska hög. I gengäld kan stora mängder data skickas vilket möjliggör avancerad sensorfusion och bildöverföring i realtid vilket torde vara ett krav för bland annat UAV-tillämpningar.

Nya komponenter möjliggör utveckling av små och billiga kommunikationsenheter för korthållskommunikation mellan soldater och fordon. En förutsättning är dock fri sikt. Om väggreflexer skall utnyttjas krävs troligen något kraftfullare system för att uppnå önskvärda räckvidder. System som utnyttjar reflekterad strålning kan integreras i exempelvis en handhållen laseravståndsmätare/kikare.

Retromodulatorer möjliggör kommunikationsmoduler för korthållskommunikation som är ytterst energisnåla och endast väger ett fåtal gram. Förutom kommunikation mellan soldater och fordon kan retromodulatorer utnyttjas som relästationer. Modulatorerna kan också monteras på olika typer av sensorer som placeras ut och sedan fjärravläses med exempelvis en handhållen laseravståndsmätare. Retrotekniken möjliggör att systemen kodas så att endast den som är behörig kan läsa informationen. Här finns en möjlighet att integrera snabba IK-funktioner. DARPA driver ett projekt som studerar möjligheten att utnyttja retroteknik för

märkning av objekt [5]. Tekniken skulle kunna användas för att identifiera egna trupper och fordon från luften vilket skulle ge en bra överblick då exempelvis flera stridsgrupper samtidigt rycker fram i närliggande kvarter.

Kommunikation med UV-ljus är en potentiell möjlighet. Tekniken bygger på att utnyttja UV-laser med en våglängd < 280 nm i det så kallade solblinda området. Bakåtspridningen från aerosoler i atmosfären är relativt hög vid dessa våglängder samtidigt som bakgrundsbruset från solen är extremt lågt vilket möjliggör ytterst känsliga detektorsystem. Tekniken skulle kunna utnyttjas för kommunikation inom och mellan olika stridsgrupper, se figur 8. En fördel är att fri siktsträcka inte krävs och att flera samtidigt kan ta del av informationen. Det finns idag en rad frågetecken kring tekniken och huruvida den är praktiskt tillämpbar. DARPA driver ett program benämnt SUVOS (semiconductor ultraviolet optical sources) [6]. Här studeras huvudsakligen möjligheten att utnyttja UV-området för detektion av biologiska stridsmedel samt kommunikationslänkar utan fri siktsträcka (NLOS).



Figur 8: Typiskt scenario för UV-kommunikation i stadsmiljö.

7 Kommunikationsscenarier idag och i framtiden

Utvecklingen av radio- och laserkommunikation går fort och ett stort antal nya produkter tas fram. Det är därför viktigt att skapa en bild av vilken typ av utrustning som bäst hjälper den enskilde soldaten. För att lättare kunna beskriva nyttan med olika kommunikationshjälpmedel så utgår vi från två vanliga scenarier, nedan beskrivna som övningsområde ”passera korsning” och ”genomsöka eller rensa en byggnad”.

7.1 Övningsområde ”Passera korsning”

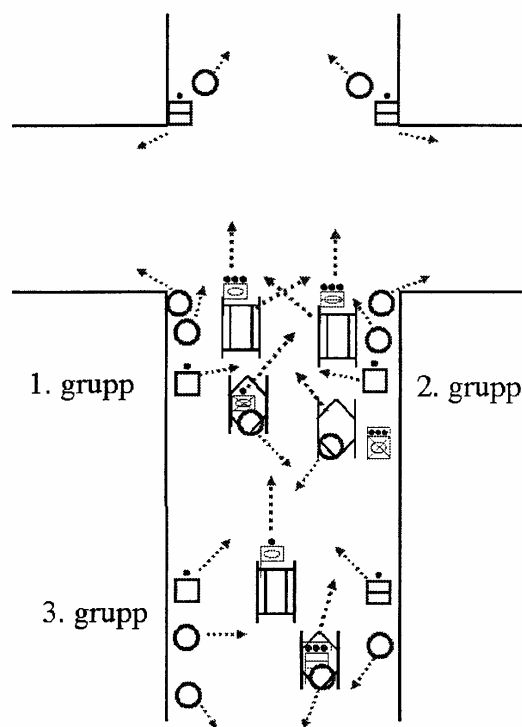
För att bibehålla tempot vid en framryckning sker denna så långt som möjligt uppsuttet. Det gäller framför allt vid liten risk för sammanstöt eller då stor risktagning måste tas. Då det är stor risk för sammanstöt eller då risktagningen kan minimeras sker framryckningen avsuttet. Därför är en typisk uppgift för gruppstridsgruppen att fotsoldater leder in och skyddar stridsvagn och stridsfordon. En ofta förekommande uppgift i bebyggelse är att ta sig över en vägkorsning. Ett av de stora problemen vid passering av en vägkorsning är den begränsade sikten och svårigheten med att upptäcka fienden som befinner sig utefter tvärgatorna. Sensorerna och vapen som finns på fordonen är utvecklade och anpassade för strid i relativt öppen terräng där fienden bekämpas på relativt långt avstånd. I bebyggelse blir dessa svåra att

använda. Husen skymmer sikten för avståndsmätare, sikten och vapen, speciellt då dessa inte kan riktas runt gathörn utan att blotta hela fordonet först.

Taktiken, idag [7], för en pluton, som består av tre gruppstridsgrupper, att passera en korsning är att Plutonchefen avsuttnen leder operationen. Passagen sker, i grova drag, genom att den främre gruppens bakre stridspar till fots tar sig fram och passerar korsningen, figur 9. Efter klartecken till plutonchefen passerar de främre fordonsparen korsningen i hög fart, med eldrören riktade mot tvärgående gata och stannar en bit in på gatan så att nästkommande fordon får plats utan att blotta sig i korsningen. Gruppchef med stridspar framrycker över korsningen samtidigt som den andra gruppen tar över observationen och passerar korsningen samordnat med fordonen. Bakre fordonspar framrycker över korsningen på samma sätt som de tidigare. Eventuellt kan det bakre fordonet framrycka i kön backandes. Slutligen framrycker den tredje skyttegruppen över korsningen.

Idag sker kommunikationen mellan fotsoldater och mellan fotsoldater och stridsfordon med hjälp av handrörelser och den egna rösten. Eventuellt finns det en telefon på utsidan av stridsfordonen så att fotsoldaterna kan komma i kontakt med vagnschefen. Personalen i fordonen kan tala med varandra via radio och interkommunikationssystem. Eftersom det krävs ögonkontakt mellan fotsoldaterna för att vara säkra på att informationen når fram blir tempot i framryckningen väldigt lågt och soldaterna måste vara relativt nära varandra. Utöver detta skall stridsfordonen och truppen av säkerhetsskäl inte heller framrycka samtidigt.

Plutonchefen har en radio som han kan använda för kommunikation med Kompanichefen men den fungerar inte för kommunikation med stridsvagn eller stridsfordon. Eftersom Plutonchefen är den enda fotsoldaten som har en radio så blir han synliggjort och ett attraktivt mål för fienden, speciellt då han måste gå fram till stridsvagnen och kommunicera med denne via telefon.



Figur 9: Dagens taktik då en Pluton skall passera en korsning. Soldaterna är avsuttna och kommunicerar med hjälp av handrörelser och rösten. Källa: ref[7]

7.1.1 Framtida förmåga bortom 2015

För att öka farten, säkerheten och omvärldsuppfattningen hos de framryckande styrkorna vid ovanstående vägkorsning bör olika hjälpmedel användas. Varje soldat bör utrustas med en gruppradio så att kommunikation med gruppen och närmaste chef blir möjlig. Avståndet mellan fotsoldaterna kan då ökas vilket leder till att det behövs något färre soldater jämfört med idag för att skydda fordonen. De övertaliga soldaterna behövs dock för att hantera de nya tekniska systemen. Problemet med att få information om vad som finns runt hörnet kan lösas med hjälp av olika sensorer eller autonoma farkoster. Gruppen kan till exempel använda en liten UAV eller UGV. Det krävs dock en soldat för att styra en sådan sensor oavsett om farkosten går en förprogrammerad väg eller styrs efter hand. Är UAV:n av helikoptertyp kan den hovrandes belysa området. De obemannade farkosterna bör vara små och billiga så att inte deras kostnad påverkar taktiken. Ett alternativ till att använda UGV och UAV är att använda en liten sensor som kapslas in i ett material och som kan skjutas iväg och fastna mot en i korsningen lämplig husvägg. Sensorn levererar därifrån information om vad som befinner sig runt hörnet. Informationen från de olika sensorerna, UGV, UAV och väggsensorer, tas emot av en soldat sittandes i stridsvagnen. Denne har som enda uppgift att studera och vidareförmedla informationen från de olika sensorsystemen. Sensorerna som fästs mot en vägg måste vara så pass billiga att de efter det att korsningen passerats kan lämnas kvar och användas av efterföljande grupper.

Med hjälp av tekniker och materiel som idag befinner sig på forskningsstadiet eller under utveckling vill vi ge två förslag på framtida taktik för att passera ovanstående korsning.

Det första förslaget är det att fordonskolonnen tar sig fram mot korsningen. Det första stridsfordonet skjuter iväg ett antal sensorer mot motstående husfasader på en höjd av 10 – 15 m. Alternativt kan fordonet kasta ut sensorer på marken i korsningen. I det fallet är det viktigt att studera miljön så att inga hinder, typ postlådor, planteringar mm, skymmer sikten. Informationen från sensorerna läses av med hjälp av retrokommunikation av en soldat som handhar styrningen av sensorerna och levererar detta oavkortat till en andra informationssoldat vars uppgift är att tolka och vidareförmedla informationen. Båda soldaterna är placerade i stridsvagnen. Tyder informationen från sensorerna på att korsningen är fri från hinder passerar samtliga stridsfordon, med sina fotsoldater uppsuttna, i högt tempo korsningen. För säkerhets skull är eldrören riktade mot tvärgående gata.

Ett andra förslag till taktik är att använda en hovrande UAV istället. UAV:n, som styrs via radiolänk, flyger en bit framför fordonskolonnen på en höjd av ett tjugotal meter. Denna passerar korsningen under det att den sänder lägesinformation, via retrokommunikation till informationssoldaten i stridsfordonet. Även i detta fall styrs informationsinhämtningen av en förare av UAV:n. Efter passagen inväntar UAV:n hovrandes framför fordonskolonnen som i högt tempo med eldrören riktade mot tvärgående gata passerar korsningen. Samtliga soldater befinner sig uppsuttna.

Gruppchefen kommunicerar med Plutonchefen om framskridandet och denne får då automatiskt information om gruppens lägesposition via radions positionshanteringssystem.

7.2 Övningsområde "Genomsöka eller rensa en byggnad"

Att genomsöka en byggnad är så pass resurskrävande och riskabelt att det inte bör göras utan förhandsuppgifter som givit ett starkt motiv för det. I de fall då en eller flera personer eftersöks är taktiken den att få de misstänkta ur byggnaden så att de kan gripas utanför.

Man skiljer på genomsökning och rensning av byggnad. Genomsökning utförs vid avsaknad av information om egen eller fiendtlig personal i byggnaden eller om det bedöms finnas civila inne i byggnaden. Genomsökning utförs utan ammunitionsinsats. Rensning genomförs om det är osäkert om det finns fiender i byggnaden eller om fienden försvarar byggnaden. Rensning genomförs med insats av eldhandvapen, handgranater samt spräng- och tändmedel. Genomsökning/rensning av hus är en psykiskt ansträngande uppgift på grund av osäkerheten om vad som finns på andra sidan väggen. Där kan finnas en eftersökt fiende likaväl som lekande barn. Barnen kan dessutom leka med mycket verklighetstroga vapen. Vid genomsökning av en byggnad förloras idag kontakten med omvärlden utanför eftersom fotsoldaterna endast kan kommunicera med handtecken och rösten. En stridsvagn på gatan utanför upplever byggnaden som en stor svart låda och vagnschefen vet inte hur genomsökningen av byggnaden framskrider såvida inte någon enskild soldat muntligen vidareförmedlar ställföreträdarens information om läget. Vid en eventuell attack mot stridsvagn och soldater utanför byggnaden finns en uppenbar risk att fordon och soldater måste lämna området utan att kunna meddela soldaterna inne i byggnaden.

Taktiken idag [8] för att rensa en byggnad är att utföra den våningsvis uppifrån och ner. Uppgiften är både resurs och tidskrävande. Det åtgår en Pluton att rensa en byggnad på 4 - 5 våningar och 4 - 8 lägenheter per våning. Trots att genomsökningen bör ske uppifrån och ner tar sig styrkan vanligtvis in på gatuplanet eller första våningen för att sedan ta och försvara en framrycknings- och underhållsväg till det översta våningsplanet, figur 10. För att förenkla ledningen, minska riskerna för vådabeskjutning samt minimera förlusterna vid en överraskande sammanstötning, bör storleken på rensande/genomsökande styrka inte överstiga 4 - 6 man. Ett stridspar kan rensa två till tre rum innan avlösning.

I grova drag är taktiken den att inbrytningen i byggnaden sker på den sida som ger bäst skydd för rensningsgruppen. Plutonens huvuddel avger direktriaktad eld med eld- och pansarvärnsvapen mot byggnadens fasader. Inne i byggnaden rensas sedan två till fyra rum i vardera riktning för att skapa manöverutrymme för bland annat tillkommande grupper. Angränsande rum samt källare rensas med handgranater i syfte att hindra fiende att överraskande genomföra ett motanfall. Rensningen fortsätter sedan rakt uppåt i byggnaden t.ex. via innertaket till nästa våningsplan, se figur 10. På varje våningsplan rensas två till tre rum för att skapa manöverutrymme. Stridspar lämnas kvar på varje våningsplan som vakter. På så sätt skapas en framrycknings- och underhållsväg i höjdlid vilken kan användas av plutonens huvuddel för utgångsgruppering på de våningsplan där rensning skall fortsätta. Den fortsatta rensningen sker sedan våning för våning uppifrån och ner med utgångspunkt från de säkrade rummen.

Plutonchefen befinner sig bakom den rensande gruppen och flyttar sig till nästa våning inför nästa rensning. Ställföreträdaren befinner sig i rummet där inbrytningen utfördes först genomfördes. Han svarar för sambandet till eventuellt understöd ur egen eller sidoordnad pluton samt leder underhållstjänsten. Sambandet mellan plutonchefen och ställföreträdaren sker med ordonnans.

Taktiken bygger på att med sprängkraft ta sig igenom byggnaden vilket leder till en högljudd operation utan överraskningsinslag.



Figur 10: Vid genomsökning/rensning av byggnader säkras en huvudväg varefter varje våningsplan rensas uppifrån och ner.

Källa: ref[8]

7.2.1 Framtida förmåga bortom 2015

För att öka effektiviteten hos plutonen bör ett antal hjälpmedel användas. Genom att utrusta varje enskild soldat med en radio kan avstånden soldater emellan öka och operationer genomföras parallellt. Eftersom soldaten bör ha hög eldberedskap, dvs. kolven på axeln, bör radion kunna styras från en trådlös enhet som fästs på t.ex. geväret alternativt som en ring runt pekfingret. Radion bör även vara försedd med hörsnäcka så att en smygande soldat inte avslöjas på grund av att det sprakar i radion. Sådana lösningar finns redan idag.

Ett förslag på framtida taktik kan vara att soldaterna utifrån tar sig upp på taket eller översta våningen och genomsöker huset nedåt med så kallad kamteknik. När ett rum genomsöks placeras ett par sensorer ut i rummet. Soldaterna förflyttar sig därefter till nästa rum. De utplacerade sensorerna larmar automatiskt soldaterna, via radio, om någon person inträder i rummet efter genomsökningen. För att minimera falsklarm kan sensorer som reagerar på t.ex. metall användas. Sensorerna måste vara så pass billiga att de kan lämnas kvar efter genomsökandet. Eftersom byggnader inte genomsöks/rensas annat än vid indikationer på att fienden finns där så torde det inte vara alltför osannolikt att fienden återkommer till byggnaden om denne undgår gripande. De utplacerade sensorerna kan då tjäna som passiva spanare och sända eventuellt larm till en sensor utanför byggnaden som i sin tur skickar larmet vidare till förbandet i området. Om soldaterna utrustas med verktyg att bryta upp fönster och dörrar kan operationen genomföras mycket tyst vilket kan leda till överraskningsmoment för fienden. Sensorer som mäter ljud genom väggar skulle i ett sådant fall kunna användas för att avslöja om någon person befinner sig på andra sidan väggen. Tempot skulle öka och antalet soldater som genomför operationen skulle kunna minskas. Skadegörelsen skulle också minska vilket minskar risken för kroppsskada i form av skärsår, hörselproblem mm. Under hela operationen har chefen kommunikation med fordon och soldater utanför byggnaden och får på så sätt information om vad som händer utanför byggnaden.

8 Slutkommentarer

Pågående forskning och teknikutveckling kommer leda fram till olika hjälpmedel som minskar de enskilda soldaternas fysiska och psykiska påfrestningar vid strid i urban miljö. Varje nytt hjälpmedel måste dock kritiskt granskas för att försäkra att det leder till att förenkla den enskilda soldatens arbetsuppgifter. I dagsläget väger en fotsoldats utrustning ca 50 kg. Utgångspunkten måste vara att denna vikt skall minskas.

Träning på strid i bebyggelse har visat att effektiviteten ökar markant då varje fotsoldat utrustas med en enkel radio. Ljudnivån minskade eftersom soldaterna inte behövde ropa till varandra och tempot ökade. En radio kan också motverka ensamhetskänsla för den enskilde vid en operation skild från gruppen, t.ex. vid genomsökning av del av byggnad.

Innan införande av avancerad teknik, typ sensorer och autonoma farkoster, är det nödvändigt att klargöra vem som skall ha tillgång till dess information. Informationen måste omgående komma berörd grupp tillhanda men även högre chefer kan vara i behov av den. Organisationen måste därför formas så att den obehindrat kan sända sådan information uppåt i leden.

Nya tekniska lösningar måste öka tempot vid strid i bebyggelse. Inledande försök med att använda UGV i en stadsmiljö har dock visat att tempot sjunker ytterligare eftersom man tenderar till att bli försiktig. Soldaterna i försöket använde UGV:n till att avsyna ett område så noggrant att de inledde sin planerade aktion för sent.

Nya tekniska lösningar bör medföra en förändrad taktik vilket påverkar förbandet. Det är därför viktigt att regelbundet träna med nya system. Om soldaten inte till fullo behärskar någon del i utrustningen så kommer han inte att använda den i ett skarpt läge. Det spelar då ingen roll att det var det bästa tänkbara hjälpmedlet.

I Kanada används byggnader som skall rivas som träningsområde för strid i urban miljö. Fördelen med det är att eventuella åverkningar på omgivningen inte måste repareras. Dessutom ger det en tillgång till varierande träningsobjekt.

Alla kommunikationssystem har starka och svaga sidor. Genom att kombinera radio med optiska länkar kan informationsflödet optimeras för varje enskild situation. Krav på tillgänglighet, räckvidd, datahastighet och störtålighet bör styra valet. De båda teknikerna ger tillsammans många nya möjligheter och ett krav är att de integreras med varandra till ett gemensamt kommunikationssystem. Användaren skall inte påverkas av om kommunikationen sker optiskt eller via radio. En uppsutten soldat kan till exempel läsa av en sensor via optisk länk och vidareförmedla informationen till en fotsoldat via radio.

9 Referenser

- [1] L. Berglund, Å. Waern, Rapport från konferens Urban krigföring 2004-01-21 -- 22, FOI-R--1189--SE, Mars 2004.
- [2] Three block war, <http://www.cdi.org/iraq/urban-pr.cfm>
- [3] Joint Tactical Radio System, <http://jtrs.army.mil>
- [4] Type 98 Main Battle Tank, <http://www.sinodefence.com/army/tank/type98.asp>
- [5] Dynamic optical tags (DOTS), <http://www.darpa.mil/ato/programs/dots.htm>
- [6] Semiconductor Ultraviolet optical sources, <http://www.darpa.mil/mto/suvs>
- [7] Utbildningsanvisning för strid i bebyggelse 02-03, MSS 19100:90714, augusti 2002.
- [8] Förbandsreglemente för armén Strid i bebyggelse, FörbR A SIB, 1998.