

FFI RAPPORT

UBEMANNET BAKKEKJØRETØY MED SENSORPAKKE – Teknologispill til FS 07

EGGEREIDE Bård

FFI/RAPPORT-2006/00834

**UBEMANNET BAKKEKJØRETØY MED
SENSORPAKKE – Teknologiinnspill til FS 07**

EGGEREIDE Bård

FFI/RAPPORT-2006/00834

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT (FFI)
Norwegian Defence Research Establishment

UNCLASSIFIED

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY
REPORT DOCUMENTATION PAGE

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2006/00834	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 28
1a) PROJECT REFERENCE FFI-I/874/161.1	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE UBEMANNET BAKKEKJØRETØY MED SENSORPAKKE – Teknologispill til FS 07 Unmanned ground vehicles with sensors		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) EGGEREIDE Bård		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: IN NORWEGIAN:		
a) <u>Unmanned Ground Vehicle</u>	a) <u>Ubemannede bakkekjøretøy</u>	
b) <u>Defence planning</u>	b) <u>Forsvarsplanlegging</u>	
c) <u>Mines</u>	c) <u>Miner – uskadeliggjørelse</u>	
d) <u>Land operations</u>	d) <u>Landoperasjoner</u>	
e) <u>Material procurement</u>	e) <u>Materiellanskaffelser</u>	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT Unmanned ground vehicles (UGVs) have become an important resource during the latest wars/conflicts. They have been used to a great extent, especially in Iraq, and particularly in urban terrain, have the unmanned ground vehicles been useful. UGVs can be equipped with several different sensors, ranging from microphones to sensors which detect explosives or B/C threats. A UGV with an explosive detector could ease and reduce the risk for personnel who search for IEDs and mines. UGVs are also used by police and military in homeland defence. Today, the UGVs are relatively small, drives slow and can only be used for short periods. In the near future the speed will increase and the duration of operation will be extended. Most of the manned vehicle programs to day relay upon unmanned weapon stations. These weapon stations can also be used on larger unmanned ground vehicles. The weapon stations can be controlled from e.g. a command post or a manned vehicle.		
9) DATE 2006-07-03	AUTHORIZED BY This page only Jan Erik Torp	POSITION Director

ISBN 82-464-1008-3

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHOLD

	Side	
1	SAMMENDRAG	7
2	INNLEDNING	8
3	OVERSIKT OVER EKSISTERENDE SYSTEMER	8
3.1	Ubemannede bakkekjøretøy i Forsvaret	8
3.2	Systemer og programmer som eksisterer i dag	10
3.2.1	Små og lette kjøretøy	11
3.2.2	Små og middelstunge kjøretøy	15
3.2.3	Mellomstore og tunge kjøretøy	16
3.2.4	Store kjøretøy	18
4	UTVIKLINGSTRENDER	19
5	ANVENDELSESBETRAKTNINGER	21
6	KOSTNADSOVERSLAG	22
6.1	Valgte alternativer	23
6.2	Kostnadsberegninger	23
6.2.1	Forutsetninger	23
6.2.2	Kostnader – tall og figurer	24
6.2.3	Kvalitative implikasjoner i forsvarsstrukturen	25
APPENDIKS		
A	FORKORTELSER	26
	Litteratur	27

UBEMANNET BAKKEKJØRETØY MED SENSORPAKKE – Teknologiiinnspill til FS 07

1 SAMMENDRAG

Ubemannede bakkekjøretøy (UGV) har blitt en viktig ressurs i de senere års konflikter. Spesielt i Irak har de vært benyttet i stor utstrekning, og særlig i bebygde områder har de vært til stor nytte (1).

UGV-er kan utstyres med mange ulike typer sensorer, alt fra kamera og mikrofon til sensorer som detekterer f.eks. sprengstoff eller B/C-våpen. En UGV med sprengstoffsniiffer vil kunne avlaste og redusere risikoen for personell (og hunder) som leter etter udetonerte sprengladninger og miner. I tillegg til eksplosivrydding vil ubemannede kjøretøy få en viktig rolle i forbindelse med informasjonsinnhenting. En UGV vil også kunne benyttes i en oppklaringsrolle, enten alene eller sammen med bemannede kjøretøy. UGV-er benyttes også av politi og militære styrker i Norge, f.eks. ved klarering av et usikkert område for mulige sprengladninger.

I dag er de fleste UGV-er relativt små, saktekjørende og lite utholdende. I nær fremtid vil hastighet og utholdenhet øke. De fleste bemannede kjøretøysprosjektene som pågår baserer seg på ubemannede våpenstasjoner som blir styrt innenfra kjøretøyet (2), (3). Det er lett å tenke seg at samme type våpenstasjon som benyttes på bemannede kjøretøy kan plasseres på større UGV-er og fjernstyres fra andre kjøretøy eller kommandoplasser i fremtiden.



Figur 1.1 Det har de siste par årene vært en rask utvikling av ubemannede bakkekjøretøy med ulike sensorer. Spesielt er utviklingen på sensorsiden stor. Bildet viser Dragon Runner, et lett bærbart kjøretøy (ca. 4,5 kg) som blir benyttet av USMC i Irak og Afghanistan. UGV-en kan bære ulike typer sensorer, f.eks. for visuell inspeksjon eller sniffing etter eksplosiver

Ubemannede bakkekjøretøyer er relativt billige. Hvert kjøretøy er billig å anskaffe, og det er forholdsvis små utgifter til vedlikehold. I denne rapporten er det sett på kostnadene ved et alternativ bestående av 13 stk. små og middelstunge UGV-er.

Dette alternativet med små og middelstunge UGV-er er kostnadsberegnet til å ha en total kostnad på 166 millioner NOK i løpet av en periode på 20 år. De årlige driftskostnadene ligger på 1,0 millioner NOK. Totalkostnaden er sterkt påvirket av kostnadene knyttet til investering, 40 millioner NOK i 2006, 48 millioner NOK i 2015 og 58 millioner NOK i 2025.

2 INNLEDNING

En viktig oppgave for Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) er rådgivning vedrørende den militærteknologiske utvikling, bl.a. ifm. Forsvarets langtidspanlegging. I 2003 startet FFI-prosjektet P874 "Teknologi og forsvar etter 2014 (Tek14)". Tek14 har som oppgave å presentere en bred militærteknologisk ramme for senere, mer detaljerte, teknologistudier som understøttelse for Forsvarsstudien 2007 (FS 07). Et av prosjektets hovedmål er å utarbeide en begrunnet liste over 20 militærteknologiske temaer hvor egne delanalyser/rapporter antas å være særlig nyttige for den kommende planprosessen (4).

Denne rapporten er en av disse 20 rapportene, og skal omhandle temaet ubemannede bakkekjøretøy (UGV) med sensorpakker. Rapporten inneholder en gjennomgang av hvilke systemer og anvendelsesområder som allerede eksisterer i dag. Rapporten presenterer videre en vurdering av utviklingstrender innen ubemannede bakkekjøretøy og gir eksempler på ulike programmer. Rapporten ser også på anvendelser av UGV-er, samt gir et kostnadsestimat for anskaffelse av en norsk UGV-kapasitet. De ulike sensorene er ikke vurdert i denne rapporten.

3 OVERSIKT OVER EKSISTERENDE SYSTEMER

Det vil her bli gitt en kort gjennomgang av systemer som eksisterer i dag, eller som vil materialisere seg i løpet av noen få år, og deres bruksområder. Det vil ikke bli en fullstendig oversikt over alle mulige kjøretøy, men mer en oversikt over hvilke klasser av kjøretøy med ulike bruksområder som finnes. Det vil også bli gitt noen få eksempler på kjøretøy i hver av de ulike kategoriene.

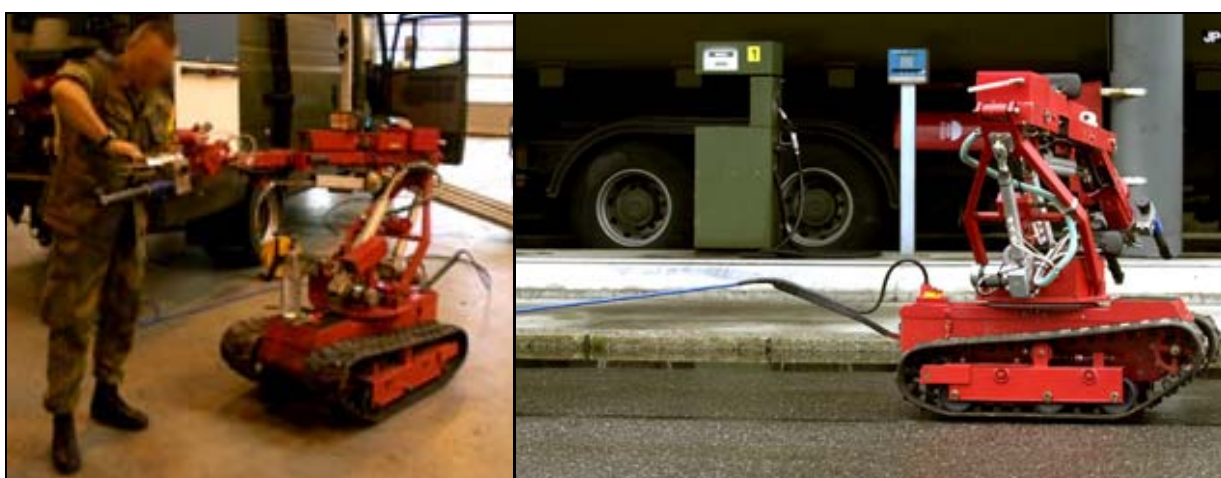
De ulike kjøretøyene kan inndeles på flere måter. Committee on Army Unmanned Ground Vehicle Technology (5) ved National Research Council deler UGV-er inn i følgende fire kategorier: Teleopererte bakkekjøretøy, semiautonome bakkekjøretøy, plattformsentriske autonome bakkekjøretøy og nettverkssentriske autonome bakkekjøretøy. I denne rapporten er ikke en slik klassifisering benyttet. Det er i stedet valgt å dele de inn etter størrelse og vekt; nemlig lette, middelstunge, tunge og store kjøretøy. Aller først vil det bli gitt en kort gjennomgang av hva som eksisterer i det norske forsvaret.

3.1 Ubemannede bakkekjøretøy i Forsvaret

Forsvaret har hatt ubemannede bakkekjøretøy i tjeneste siden 1973. Alle disse ulike norske ubemannede bakkekjøretøy har vært benyttet til eksplosiv- og bomberydding. Justisdepartementet anskaffet i 1973 et ubemannet bakkekjøretøy, av type Hunter, for å rydde udetonerte sprengladninger og bomber. Hunter var utrustet med et gevær.

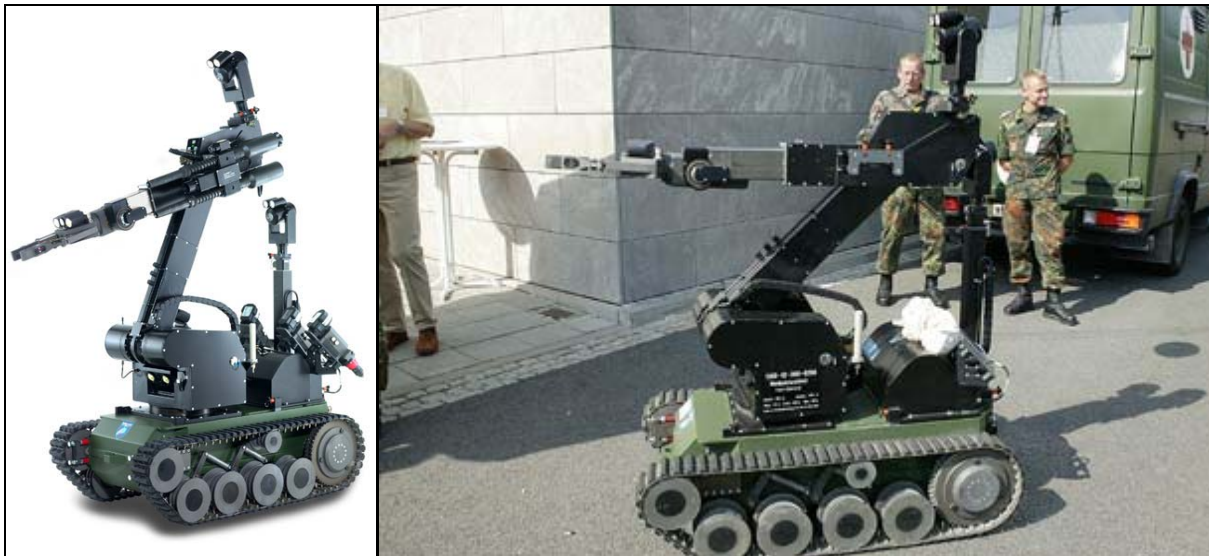
På slutten av 70-tallet / starten på 80-tallet ble tre Hobo kjøpt inn som et supplement til Hunter. Hobo var en 6-hjuling utrustet med klo og kamera.

Norge har frem til september 2005 hatt 14 stk. ubemannede bakkekjøretøy av typen Blaster i operativ virksomhet. Anskaffelsen av de første av disse ble foretatt i forkant av OL på Lillehammer i 1994, mens de siste kom rundt årtusenskiftet. Blaster var utstyrt med tre fargekameraer, ett gevær og to ”vannkanoner”. Disse kjøretøyene var moderne da de kom, og var fortsatt meget nyttige til de ble besluttet tatt ut av bruk i september 2005. Blaster var forholdsvis liten, men ikke bærbar (se figur 3.1). Den veide i overkant av 300 kg. Blaster kunne styres ved hjelp av radiostyring, eller med kabelstyring. Med radiostyring hadde kjøretøyet en batterilevetid på 4–6 timer, men det kunne også operere med strømforsyning gjennom kabel slik at batterilevetiden ikke ble noen begrensning. Kjøretøyet hadde en rekkevidde på 200 meter med kabelstyring.



Figur 3.1 Forsvaret hadde 14 stk. UGV av typen Blaster i tjeneste frem til september 2005

Etter at Blaster ble tatt ut av bruk har Forsvaret (minedykkerkommandoen (MDK)) hatt én UGV av type tEODor (telerob Explosive Ordnance Disposal and observation robot). Det er ytterligere ett kjøretøy under anskaffelse. tEODor (se figur 3.2) er et tysk system i samme størrelsesorden som Blaster. tEODor veier ca. 380 kg, har fire kamera og kan utstyres med flere typer utstyr. Blant annet kan den utstyres med gevær, vannkanon, drill, klo, tang og krok.



Figur 3.2 tEODor er i tjeneste i mer enn 30 ulike land, deriblant Norge

Forsvaret har også et anskaffelsesprosjekt på gang for å erstatte Blaster. Det er her snakk om å kjøpe inn ytterligere UGV-er, i tillegg til de to tEODor som MDK anskaffer.

3.2 Systemer og programmer som eksisterer i dag

Mange ulike ubemannede bakkekjøretøy av ulike størrelser og utforminger er tilgjengelige i dag. De aller fleste av disse er kjøretøy som er tilgjengelig kommersielt, og som kan tilpasses det behov som spesifiseres av en militær avdeling.

De fleste av de UGV-ene som er tilgjengelig i dag er relativt små, saktekjørende og lite utholdende. I nær fremtid vil hastighet og utholdenhet øke. De fleste bemannede kjøretøysprosjektene som pågår i dag baserer seg på ubemannede våpenstasjoner som blir styrt innenfra kjøretøyet (2), (3). Det er lett å tenke seg at samme type våpenstasjoner som blir styrt innenfra bemannede kjøretøy kan plasseres på større UGV-er og fjernstyres fra andre kjøretøy eller kommandoplasser i fremtiden.

Vi har valgt å dele de ubemannede bakkekjøretøyene inn i tre hovedkategorier – små, mellomstore og store. Små kjøretøy er igjen delt inn i lette og middelstunge kjøretøy, slik at det totalt blir fire kategorier (se Tabell 3.1). I hver kategori vil det presenteres generelle trekk, samt en liten omtale av noen eksempel på kjøretøy i denne kategorien.

Kategori		Vekt	Eksempel
Små	Lette	<50 kg	Dragon Runner
	Middelstunge	50–1 000 kg	Gladiator
Mellomstore	Tunge	1 000–10 000 kg	FCS – MULE
Store	Tunge	>10 000 kg	Panther II

Tabell 3.1 Oversikt over de ulike kategoriene av UGV-er som er benyttet i denne rapporten

Den amerikanske hæren (US Army) har et program de kaller Future Combat Systems (FCS). FCS er et program som utvikler en rekke systemer av systemer. Det skal etableres et nettverk av systemer der soldaten er i sentrum. FCS vil bestå av både bemannede og ubemannede kjøretøy

og sensorer på bakken og i luften. Tre ulike ubemannede bakkekjøretøy inngår som en del av FCS (6). Disse vil bli omtalt i dette kapittelet under den kategorien de tilhører.

3.2.1 Små og lette kjøretøy

Dette er ubemannede bakkekjøretøy som er små og veier mindre enn 50 kg. De aller fleste kjøretøyene i denne kategorien er også betydelig lettere enn dette (< 25 kg). Her inngår også kjøretøy som kan puttes i en ryggsekk og bæres dit de skal benyttes. Et eksempel på et slikt kjøretøy er Dragon Runner (se figur 3.3) som USA har benyttet i Irak-krigen (1). På grunn av sin lette vekt er disse spesielt nyttige i situasjoner der det ikke er mulig å kjøre helt frem til operasjonsområdet, som f.eks. i bygninger under strid i bebygde områder (SIBO).



Figur 3.3 Dragon Runner har blitt benyttet til inspeksjon av bl.a. grotter og hus i Irak

Dette er den kategorien der de fleste av de sivile robotene inngår. Her kommer alt fra autonome støvsugere til radiostyrte kjøretøy med ulike tilleggsutstyr som f.eks. arm/klo, kamera, små våpen og ulike sensorer.

Dragon Runner

Dragon Runner (se figur 3.4) er utviklet av US Marine Corps (USMC), og har blitt benyttet under krigen i Irak (1). Utviklingen er finansiert av Marine Corps Warfighting Lab og The Office of Naval Research, og blir bygd av The Naval Research Laboratory og instituttet for robotteknologi ved Carnegie Mellon University (7).

Dragon Runner brukes i Irak til å uskadeliggjøre bomber og udetonerte sprengladninger. Dessuten benyttes den for å undersøke/klarere et område før innsetting av personell. Bl.a. er grotter, bygninger og smug blitt undersøkt ved hjelp av Dragon Runner.



Figur 3.4 Dragon Runner er så liten og lett at den kan bæres av en soldat i en ryggsekk. Bildet til venstre viser en Dragon Runner i aksjon

Dragon Runner har fire hjul, bakhjulsdrift, styring på fremhjulene, veier ca. 8 kg og er ca. 40 cm x 30 cm x 12 cm stor (7). Den er utviklet for å bære med seg sensorer av ulike slag. F.eks. er den utstyrt med video, lyd- og bevegelsessensorer. God polstring gjør at Dragon Runner kan kastes inn gjennom et vindu, opp en trapp eller over en vegg for rask deployering.

Styresystemet for Dragon Runner er en bærbar konsoll med en liten videoskjerm og en joystick.

PackBot

PackBot er utviklet av iRobot (8), og har blitt benyttet i Irak og Afghanistan (9), (10). PackBot ble benyttet operativt for første gang under stridsfasen i Irak (11). Der ble den benyttet til å undersøke om det var fiendtlige styrker tilstede og om et område inneholdt feller eller miner.

PackBot er beltegående, og i tillegg til hovedbeltene har den et ekstra ledd foran beltene som gjør at den kan forsere små hindringer (se figur 3.5). Blant annet kan den kjøre oppover trapper. Disse "flipperne" gjør også at kjøretøyet kan snu seg om det skulle havne på "ryggen".



Figur 3.5 PackBot har blitt benyttet i Irak og Afghanistan til blant annet minerydding og klarering av et operasjonsområde før styrker inntar området. Det fins tre ulike konfigurasjoner av PackBot. Figuren viser en PackBot EOD i bruk i Irak

PackBot fins i tre ulike konfigurasjoner; en versjon for eksplosivrydding (PackBot EOD), en versjon for å utforske et mistenkelig nærområde for f.eks. feller, miner, våpendepoter og fiendtlige styrker (PackBot Explorer) og en versjon som er spesialtilpasset for å benyttes i operasjoner i bebygde områder (PackBot Scout).

Utrustningen på de tre variantene er ulike. Dette medfører at størrelse og vekt varierer litt for de ulike variantene, men i hovedsak er de nokså like. De er ca. 70 cm lange, 40 cm brede og høyden (i sammenlagt tilstand) varierer fra mindre enn 20 cm (Scout) til over 40 cm (EOD). Vekten er også noe forskjellig. PackBot Scout veier ca. 18 kg mens PackBot EOD veier ca. 24 kg.

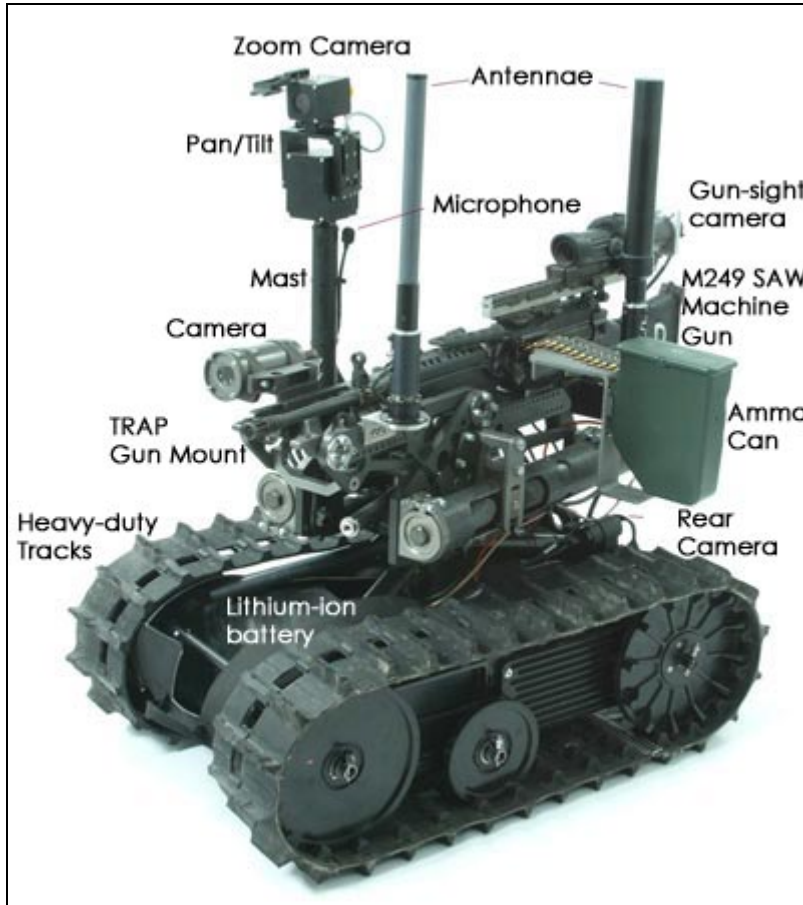
PackBot er utrustet med bl.a. fjernstyrt infrarødt og optisk kamera. Dessuten er den utrustet med infrarødt lys for å kunne manøvrere i totalt mørke. I US Army er det ingeniørvåpenet som opererer de ubemannede bakkekjøretøyene, deriblant PackBot.

Talon

Talon produseres av Foster-Miller. Den er noe tyngrer enn de to foregående eksemplene, men to soldater kan bære kjøretøyet og styrekonsollen dit den skal benyttes. Talon ble benyttet i søk og redningsarbeid på World Trade Center 11. september 2001 (12), og har dessuten blitt benyttet i

Bosnia, Afghanistan og Irak for uskadeliggjøring av granater, miner og andre farlige sprengladninger (13).

Talon (se figur 3.6) er beltegående, og kan forsere trapper o.l. på opptil 45 grader, samt ta seg frem på snø (14).



Figur 3.6 Talon kan tilpasses ulike oppdrag ved å tilføres ulike sensorer og våpen. Figuren viser noen av de sensorene og våpnene som kan benyttes på Talon

Talon finnes i ulike konfigurasjoner; bl.a. kan den utrustes med ulike fysiske og kjemiske sensorer som kan fjernavleses av operatøren (15). I tillegg har Talon mulighet for å tilkople flere ulike våpen (16), (17). Disse våpnene må fjernutløses av operatøren, det er ingen form for kunstig intelligens på kjøretøyet som kan operere våpenet.

Utrustningen på de forskjellige variantene er ulik. Dette medfører at størrelse og vekt varierer litt, men i hovedsak er de nokså like (14). De er ca. 86 cm lange, ca. 57 cm brede og høyden er rundt 30 cm. Vekten varierer fra 34 kg til 54 kg avhengig av hvilket oppdrag den skal utføre. Talon kan ha en nyttelast på 45 kg, og kan taue ca. 90 kg. Fullt utstrakt arm kan løfte 9 kg.

FCS – Small Unmanned Ground Vehicle (SUGV)

SUGV er en videreutvikling av PackBot. Den er liten, skal veie mindre enn 15 kg og skal kunne ta med seg en nyttelast på 6 kg. SUGV (se figur 3.7) skal benyttes i oppdrag som krever mange soldater og/eller i svært farlige oppdrag (som f.eks. etterretning, overvåking og rekognosering (ISR) i bebygde områder og kjemiske/toksikologiske undersøkelser) for å ikke eksponere

soldaten direkte for faren. SUGV er utviklet med tanke på å kunne operere med syv ulike nyttelaster som lett kan forandres for å tilpasses det oppdraget den skal løse (18).



Figur 3.7 SUGV blir deployert og operert av soldaten, og skal minimere farene for soldaten i farlige oppdrag

3.2.2 Små og middelstunge kjøretøy

Disse kjøretøyene er ikke bærbare, men det er fortsatt snakk om små kjøretøy med en vekt på mellom 50 og 1 000 kg. De kan benyttes til en rekke oppdrag, f.eks. logistikkoppdrag, minerydding, overvåking og oppklaring (inkl. NBC). Eksempel på et slikt system er Gladiator som er vist i figur 3.8.

Gladiator

Gladiator er et ubemannet, svært mobilt bakkekjøretøy som er utviklet for å støtte det amerikanske marinekorpset (19). I hovedsak skal det støtte soldater med en rekke ulike oppdrag i hele spennet av konflikter. Primæroppdraget vil være rekognosering og oppklaring, overvåking og målidentifikasjon. Gladiator vil bl.a. også kunne utrustes med både dødelige og ikke-dødelige våpen, samt et system for kjemisk deteksjon (20).

Gladiator veier ca. 400 kg, inkludert nyttelast og styreenhet. Det er i USMC ønskelig å ha muligheten til å transportere to Gladiator i lasterommet på en HMMWV (High Mobility Multi Purpose Wheeled Vehicle). Størrelse og vekt er derfor tilpasset dette kravet (20).



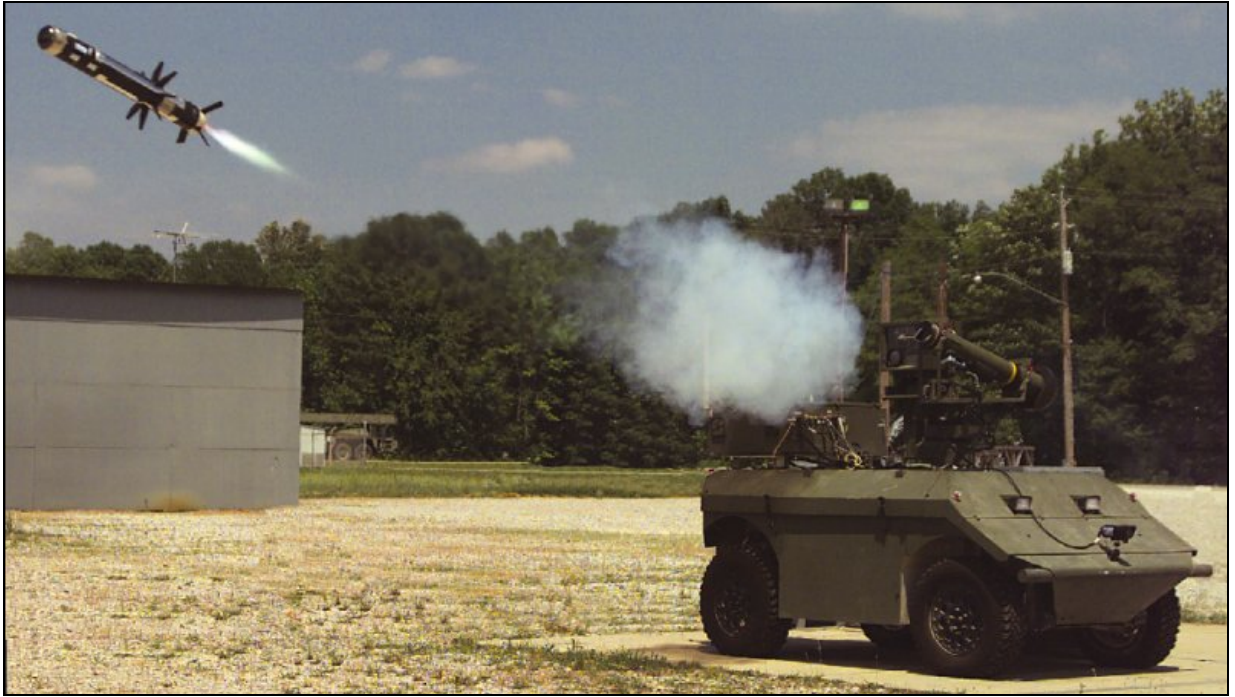
Figur 3.8 Gladiator er forventet i aktiv tjeneste for USMC i løpet av 2006

3.2.3 Mellomstore og tunge kjøretøy

Det er her snakk om mellomstore kjøretøy med en vekt på mellom 1 000 og 10 000 kg. De kan benyttes til en rekke oppdrag, f.eks. logistikkopdrag, minerydding, overvåkning og som en plattform for direkteskytende våpen. Eksempel på et slikt program er COUGAR som er vist i figur 3.9.

COUGAR

COUGAR (COoperative Unmanned Ground Attack Robot) er et prosjekt som arbeider med å utvikle en samling av ubemannede systemer som opptrer som sensor, designator og som effektor (21). COUGAR er altså ikke et bestemt system, men en kapabilitet som kan materialisere seg gjennom ulike systemer som f.eks. US Army sitt program FCS og USMC sitt Gladiator-program.



Figur 3.9 COUGAR ("The killer robot") kan bli utstyrt med LAW-raketter (Light Antitank Weapon), Javelin-missil og/eller HELLFIRE-missiler

FCS – Multifunctional Utility/Logistics and Equipment (MULE) vehicle

MULE veier i overkant av to tonn og fins i tre ulike konfigurasjoner som har lik plattform (se figur 3.10). Denne plattformen er basert på et fjæringssystem som gjør at kjøretøyet skal kunne ta seg frem i vanskelig terreng sammen med en soldat (18).

Den første varianten er et transportkjøretøy som kan bære med seg inntil 1200 kg med ryggsekker og annet utstyr for personell. MULE skal ha god nok fremkommelighet til å følge soldatene i "vanskelig" terreng. Den andre varianten er en minerydder. Den skal kunne oppdage, markere og nøytralisere stridsvognsminer. Den siste er en variant med integrerte våpen og et rekognoserings-, overvåknings- og måloppdagelsessystem (RSTA) som skal støtte avlastede soldater med å finne og tilintetgjøre fiendtlige plattformer og stillinger.



Figur 3.10 MULE fins i tre ulike varianter; transport, minerydding og lett stridskjøretøy

FCS – Armed Robotic Vehicle (ARV)

ARV kommer i to varianter, en angrepsvogn og en variant for RSTA. De to variantene har lik plattform (se figur 3.11). ARV er planlagt å veie mellom fem og seks tonn.

Begge variantene skal gi muligheten til å kunne utføre rekognosering på avstand. De skal kunne utplassere sensorer, direkteskytende våpen og spesialammunisjon inn i bygninger, bunkere, tunneler og andre urbane områder. Dessuten skal de kunne utføre skadekartlegging (BDA) og opptre som kommunikasjonsrelé. Angrepsvarianten skal i tillegg kunne støtte oppsittet og avlastet personell i et angrep ved hjelp av direkteskytende ild og panserbekjempelsesvåpen. I tillegg skal den kunne innta et strategisk utkikkspunkt for å gi ildstøtte.



Figur 3.11 ARV fins i to ulike varianter; en angrepsvogn og en variant for RSTA

3.2.4 Store kjøretøy

Disse kjøretøyene har en vekt på over 10 tonn. Disse blir typisk benyttet til minerydding. Eksempel på et slikt system er Panther som er vist i figur 3.12.

Panther

M60 Panther (Panther) er en M-60 stridsvogn uten kanontårn som er spesialtilpasset for å drive med minerydding (se figur 3.13). Den er utstyrt med Standardized Robotic System (SRS), som er et system som kan tilpasses ulike kjøretøy for å muliggjøre fjernstyring. Panther har bl.a. blitt benyttet til minerydding i Bosnia (22).

M1 Abrams Panther II (Panther II) er tilsvarende Panther, men med utgangspunkt i en M1 Abrams stridsvogn. Panther II veier 43 tonn, er fjernstyrt og kan rydde ca. 5 000 m² på en time. Panther II kan opereres fra en avstand på opptil 850 meter. Den har blitt benyttet siden 1999, og har vært i aksjon både i Bosnia og i Kosovo.



Figur 3.12 Panther detonerer en personellmine i Bosnia



Figur 3.13 M60 Panther er en M60 Patton stridsvogn som er spesialtilpasset til mineryddingsoppdrag. Tårnet er fjernet, og ruller for fjerning av miner er montert i fronten. Den er utstyrt med fjernstyring slik at den kan opereres fra trygg distanse til minefeltet

4 UTVIKLINGSTRENDER

Ubemannede bakkekjøretøy benyttes i stor grad både i det militære og i det sivile samfunnet i dag. Både innen "space" og bilindustrien har ubemannede bakkekjøretøy blitt benyttet i stor

utstrekning. Det kan være verdt å merke seg at ubemannede bakkekjøretøy i det sivile ofte blir omtalt som roboter. Slike ”roboter” er i dag kommersielt tilgjengelig i form av f.eks. autonome gressklippere og støvsugere.

Det er en klar trend mot mer autonome kjøretøy. Det stilles etter hvert krav til flere av kjøretøyene om at de, i alle fall for en kortere periode, skal kunne opptre på egenhånd. Enten ved at de skal kunne operere helt autonomt, eller ved at de f.eks. skal kunne følge andre kjøretøy eller soldater. Det er også ønskelig at dersom kjøretøyet mister kontakten med operatøren, så skal det kunne fortsette med oppdraget, eller eventuelt finne veien ”hjem” på egen hånd. Autonomitet for ubemannede bakkekjøretøy kan deles inn i følgende nivåer ut i fra hvor selvstyrt kjøretøyet er (23), (24):

1. Kjøretøyet har manuell fjernstyring. Kjøretøyet er ubemannet, men kontrolleres av et menneske via radio- eller kabelstyring. Finnes i dag.
2. Kjøretøyet kan kjøre en innlært rute, eller det kan følge etter en ”lederbil”. Finnes til en viss grad i dag.
3. Kjøretøyet finner beste rute mellom to punkter og følger den. Realiserbart rundt år 2020.
4. Kjøretøyet vurderer selv hvor det bør være i forhold til situasjonsbildet, og forflytter seg dit. Dette ligger langt frem i tid.

Pentagon har som et uttalt mål at innen 2015 skal 1/3 av alle operasjonelle bakkekjøretøyer i US Army være ubemannede (25), (26). For å sette fart i utviklingen av førerløse biler har DARPA (The Defence Advanced Research Projects Agency) de siste årene hatt en årlig konkurranse der det er om å gjøre å få en bil til å kjøre fra Los Angeles til Las Vegas (211 km), uten stopp eller menneskelig innblanding. Målet med konkurransen er å samle ekspertisen til å utvikle ubemannede bakkekjøretøy som det amerikanske forsvaret kan bruke i felten. I 2005 fikk man for første gang et kjøretøy som klarte å kjøre hele ruten innen tidsfristen. Det var fem kjøretøy som fullførte løpet. Vinneren holdt en gjennomsnittsfart på 31 km/t, og var på det raskeste oppe i 61 km/t.

De ubemannede bakkekjøretøyene følger mange av de samme utviklingstrendene som gjelder for stridskjøretøy. Blant annet på fremdriftssystemer vil mye av utviklingen være felles, som f.eks. hybrid-elektrisk drift. Når det gjelder pansring, som det også er stor utvikling på i forbindelse med stridskjøretøy, vil ikke kravet være like stort for ubemannede bakkekjøretøy som for de bemannede kjøretøyene. I tillegg til at de ubemannede bakkekjøretøyene følger mange av de samme trendene som de bemannede (3), kommer utviklingen på autonomitet i tillegg. Her er det spesielt de strenge kravene til gode kommunikasjons- og navigasjonsløsninger som det vil bli brukt store ressurser på å forbedre. Kjøretøyet skal bl.a. kunne estimere sin egen posisjon og orientere seg relativt til et referansesystem eller andre kjøretøy, og kanskje samtidig lage et kart over området. Et annet vanskelig tema er utviklingen av kunstig intelligens eller evne hos kjøretøyene til å fatte egne beslutninger. Dette er et område det er stor utvikling på, og som de ubemannede bakkekjøretøyene vil ha større og større behov for etter hvert som de blir introdusert til flere selvstendige oppgaver.

På sensorsiden vil også utviklingen være stor. Ubemannede bakkekjøretøy er i dag utrustet med mange ulike sensorer og våpen, og i fremtiden vil det nesten bare være fantasien som setter grenser for hvilke sensorer som kan plasseres på de ulike ubemannede bakkekjøretøyene. Denne rapporten går ikke inn på de ulike sensorene, men den vil likevel forsøke å gi eksempler på noen

aktuelle sensorer. Noen av sensorene eksisterer ikke i dag, men de fleste som omtales her er allerede i bruk, men ikke alle blir benyttet i forbindelse med en UGV.

Sensorer som blir brukt, eller er tenkt brukt på et ubemannet bakkekjøretøy, er ulike kameraer, mikrofoner, infrarøde sensorer, elektrooptiske sensorer og multispektrale sensorer. Også bruk av akustiske sensorer, radar, lidar og "through the wall imaging" teknologi er aktuell sensor-teknologi. Røntgen er noe som er aktuelt spesielt innen eksplosivryddetjenesten. Det kan også være aktuelt å benytte en UGV i forbindelse med f.eks. GPS-jamming ved å plassere en jammer på kjøretøyet. Eller man kan benytte den som en designator for styring av langtrekkende ild ved å plassere en laserbelyser på kjøretøyet.

I tillegg til utvikling på sensorsiden vil utviklingen i forbindelse med ubemannede våpenplattformer (2) muliggjøre større bruk av våpen på UGVene. Selv om utviklingen går mot en større mulighet til å ha våpen på de ubemannede bakkekjøretøyene, vil terskelen for ikke å ha en "man-in-the-loop" ved avfiring være høy. Et alternativ til dødelige våpen på det ubemannede kjøretøyet er å benytte ikke-dødelige våpen.

5 ANVENDELSESBETRAKTNINGER

Utviklingen går mot at flere og flere av oppgavene som i dag utføres av soldater til fots, i fremtiden skal kunne utføres av ubemannede bakkekjøretøy. Spesielt gjelder dette oppdrag som er farlige, "skitne" eller kjedelige (de såkalte 3D-opdragene – dull, dirty and dangerous). Med "skitne" er det her tenkt på kjemisk eller biologisk forurensning. I skitne oppdrag er det blant annet stor mulighet for utnyttelse av en ubemannet kapasitet til innsamling av prøver (27), (28), eller som en fremskutt sensor ved at det ubemannede bakkekjøretøyet er utstyrt med en sensor for deteksjon av B- og/eller C-stridsmidler. Dette gjøres allerede i dag til en viss grad.

I dagens operasjoner er det et større og større behov for muligheten til å benytte virkemidler som ligger mellom "ingen aksjon" og bruk av våpen på intensitetsskalaen. Det er derfor et stort behov for å ha muligheten til å benytte ikke-dødelige våpen. Disse våpnene kan også plasseres på en UGV. En annen ting som er påpekt i forbindelse med bruk av UGV i Irak, er nytten av mikrofon på de ubemannede bakkekjøretøyene. Når en UGV skal klarere et område, f.eks. en hule eller en bygning, før innsetting av soldater, er det nyttig med en mikrofon montert på kjøretøyet. En mikrofon gir viktig tilleggsinformasjon til det visuelle bildet som ulike kameraer formidler. Dette har vært en mangelvare på noen av de ubemannede bakkekjøretøyene som har vært benyttet i Irak (29).

Ubemannede bakkekjøretøy vil i hovedsak bli benyttet som et supplement til eksisterende kapasiteter. Spesielt i farlige og/eller kjedelige oppdrag, samt oppdrag i forurensede områder vil man få stor nytte av ubemannede bakkekjøretøy. Mye av jobben til en soldat er farlig, men noen ting er farligere enn andre. Minerydding og deaktivering av bomber er eksempler på slike oppdrag. Dette er også gode eksempler på oppdrag som et ubemannet bakkekjøretøy kan hjelpe til med å løse. Skulle noe gå galt, så mister man et ubemannet bakkekjøretøy og ikke en soldat – man mister altså kun verdier og ikke menneskeliv (se figur 4.1).



Figur 5.1 Dette ubemannede bakkekjøretøyet ble ødelagt under rydding av eksplosiver i Irak. Ingen personer kom til skade

En annen type oppdrag som også utsetter soldaten for stor fare, og som kan løses av en UGV, er det å belyse et mål. En UGV kan sendes frem som laserdesignator (FAC) for ild skutt fra bakre områder.

Et område som UGV-er til en viss grad er blitt benyttet for å løse, og som de trolig i større grad vil bli benyttet til i fremtiden, er støtte i forbindelse med evakuering i bebygde område (USAR). Bl.a. ble ubemannede bakkekjøretøy benyttet i forbindelse med evakueringsarbeidet i World Trade Center. Her kan de i noen grad hjelpe til med å frakte ut skadde personer, men den største fordelen med å benytte ubemannede bakkekjøretøy i slike oppdrag er at de kan sendes inn i et uklart område for å kontrollere om det er trygt, og sende tilbake en rekke opplysninger fra de medbrakte sensorene (ulike kamera, mikrofoner, B/C-detektor, ...).

På kort og mellomlang sikt er det nok mest aktuelt med en liten UGV for Forsvaret. I dag har Forsvaret UGV-er i EOD-avdelinger, og det er i denne type avdeling det i første rekke er aktuelt med en ny UGV-kapasitet. Her kan man benytte en liten og lett UGV i kombinasjon med en middelstung UGV. Det vil også kunne være aktuelt å benytte UGV-er i en oppklaringsrolle for avdelinger som opererer i et bymiljø, samt å benytte den i en mineryddingsavdeling. En UGV kan også operere sammen med bemannede oppklaringskjøretøy.

6 KOSTNADSOVERSLAG

Dette kapitlet gir kostnadsoverslag på teknologien som er presentert i rapporten. Det er kun ment å gi en idé om kostnadenes størrelsesorden, og må på ingen måter oppfattes som en

absolutt kostnadsberegning. Generelt er estimering av investerings- og driftskostnader forbundet med høy usikkerhet. De kostnadsestimatene som er presentert her, er ment å brukes som en del av beslutningsgrunnlaget for hvilke teknologier en bør prioritere i den videre utviklingen av forsvarsstrukturen. Estimatenes er ikke ment til investerings- eller budsjetteringsformål.

I kostnadsberegningene er det utført en analyse av kostnadene over hele systemets levetid, en såkalt Life Cycle Cost (LCC) -analyse. Kostnadene knyttet til investering, drift (inkludert vedlikehold), oppdateringer/oppgraderinger, direkte personellkostnader og avhendingskostnader er estimert. Nærmere beskrivelse av metodikk for kostnadsberegningene finnes i egen rapport (30).

6.1 Valgte alternativer

Det er valgt å kostnadsberegne et alternativ for anskaffelse av et norsk ubemannede kjøretøy. Alternativene som er sett på er en liten middelstung UGV. Foreløpig er dette det mest aktuelle for norske styrker. Det er i kostnadsberegningen sett for seg at kjøretøyene skal benyttes til eksplosivrydding, men overslagene kan benyttes som et overslag også for UGV-er som skal løse andre oppdrag. Det kan også være aktuelt med et ubemannet kjøretøy for oppklaring, men dette alternativet er ikke kostnadsberegnet her.

Det er tatt utgangspunkt i en avdeling med 13 middelstunge UGV-er som en erstatning for de kjøretøyene som ble tatt ut av drift i september 2005. I beregningene er det forutsatt at avdelingen blir som den er i dag, dvs. ingen endring i personell.

6.2 Kostnadsberegninger

6.2.1 Forutsetninger

Følgende antakelser er gjort:

- Teknologien er allerede tilgjengelig og et anskaffelsesprosjekt er startet. Investeringskostnader og driftskostnader er budsjettet og anskaffelsen godkjent. Tallene fra denne budsjetteringen er brukt i LCC-analysen.
- 13 enheter kjøpes inn i 2006 og settes i drift. Første året vil det derfor være redusert drift. Kostnadene er halvparten av de normale årlige kostnadene.
- Levetiden til UGV-ene er 10 år. Siden levetiden er relativt kort, er en periode på 20 år tatt med i LCC-analysen for å gi et mer komplett bilde av kostnadene.
- Det vil ikke bli gjort oppdateringer/oppgraderinger/MLU, men heller reanskaffelser i årene 2015 (13 stykk) og 2024 (13 stykk). Dette fordi det er stor slitasje på UGV-ene og man har en rask teknisk utvikling (ref. erfaring fra forrige norske UGV).
- I motsetning til i 2006, anskaffes nye UGV-er i slutten av det siste bruksåret for de gamle UGV-ene (og ikke i samme år som de skal brukes). Dette er fordi man ønsker å ha en kontinuerlig beredskap.

- Reanskaffelsen i 2015 er tatt med for å illustrere den forventede økningen i investeringskostnader per enhet. Driftskostnader for disse enhetene vil ikke løpe før i 2016.
- Man forventer at UGV-ene som anskaffes etter 10 og 20 år vil være mer teknologisk avanserte. En teknologisk fordyrelse (TKF) er derfor lagt inn på investerings- og driftskostnadene. Den er satt til 2 % ut fra en antagelse om at UGV-en brukes i stridsstøtte og ligger på et middels teknologisk nivå (31).
- Driftskostnadene er beregnet til 1 000 000 NOK per år for 13 enheter. Dette tilsvarer 2,5 % av investeringskostnadene.
- Det er ikke beregnet kostnader knyttet til personell av den grunn at innkjøp av UGV-er erstatter gamle UGV-er og ikke medfører behov for mer personell eller vesentlig mer opplæring.
- Avhendingskostnadene er satt til 300 000 for de 13 første UGV-ene. Det er antatt at denne kostnaden per enhet ikke vil øke vesentlig for de senere anskaffelsene.

6.2.2 Kostnader – tall og figurer

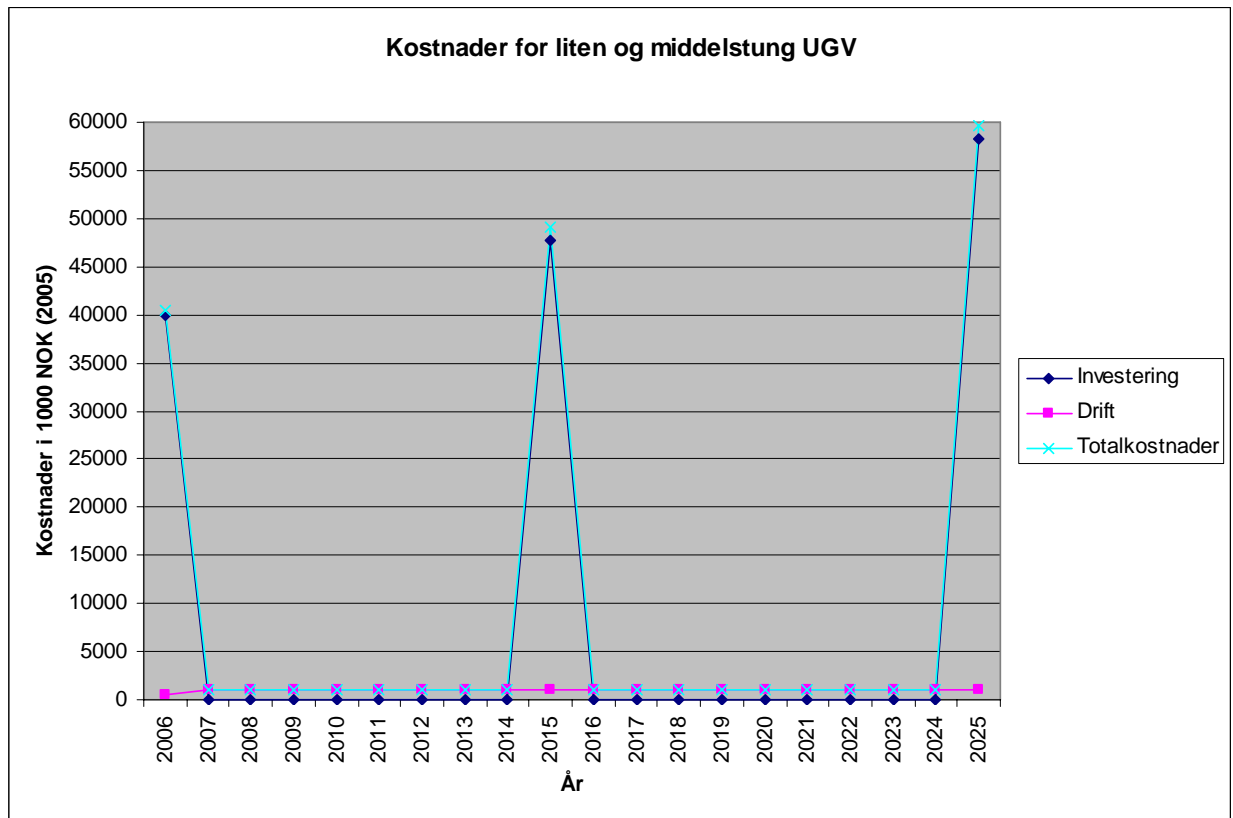
Liten og middelstung UGV

Totalkostnadene for dette alternativet er 166 millioner NOK. De årlige driftskostnadene ligger på 1,0 millioner NOK. Totalkostnaden er sterkt påvirket av kostnadene knyttet til investering, 40 millioner NOK i 2006, 48 millioner NOK i 2015 og 58 millioner NOK i 2025. Tabell 6.1 viser kostnadene for hvert år av systemets levetid. Figur 5.1 gir et grafisk bilde av kostnadene.

År	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Investering	40000	0	0	0	0	0	0	0	0
Drift	500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Avhending	0	0	0	0		0	0	0	0
Totalkostnader	40500	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
47804	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58272
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
49104	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	59572

Tabell 6.1 Årlige kostnader for liten og middelstung UGV (alle tall i 1000 NOK)



Figur 6.1 Grafisk fremstilling av årlig kostnad for liten og middelstung UGV

6.2.3 Kvalitative implikasjoner i forsvarsstrukturen

Det er i beregningene tatt utgangspunkt i at anskaffelsen av nye ubemannede bakkekjøretøy ikke fører til noen endring i personellbehovet. Kjøretøyene som anskaffes går inn i den gjeldende forsvarsstrukturen, og fører ikke til noe nytt personellbehov.

APPENDIKS

A FORKORTELSER

Forkortelse	Forklaring
3D	Dull, dirty and dangerous
ARV	Armed Robotic Vehicle
B/C	Biological/Chemical (biologisk/kjemisk)
BDA	Battle Damage Assessment
COUGAR	COoperative Unmanned Ground Attack Robot
DARPA	The Defence Advanced Research Projects Agency
EOD	Explosive Ordnance Disposal
FAC	Forward Air Controller
FCS	Future Combat Systems
FFI	Forsvarets forskningsinstitutt
FS 07	Forsvarsstudien 2007
GPS	Global Positioning System
HMMWV	High Mobility Multi Purpose Wheeled Vehicle
IED	Improvised Explosive Devices
ISR	Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance
LAW	Light Antitank Weapon
LCC	Life Cycle Cost
MDK	Minedykkerkommandoen
MLU	Mid-Life Update
MULE	Multifunctional Utility/Logistics and Equipment vehicle
NBC	Nuclear, Biological and Chemical
NOK	Norske kroner
RSTA	Reconnaissance, Surveillance and Target Acquisition
SIBO	Strid i bebygde områder
SRS	Standardized Robotic System
SUGV	Small Unmanned Ground Vehicle
Tek14	Teknologi og forsvar etter 2014
tEODor	telerob EOD and observation robot
TKF	Teknologisk fordyrelse
UGV	Unmanned Ground Vehicle (ubemannet bakkekjøretøy)
USAR	Urban Search and Rescue (evakuering i bebygde område)
USMC	US Marine Corps

Tabell A.1 Forkortelser benyttet i rapporten

Litteratur

- (1) Eggereide B, Hansen A S, Wahl T (2004): Militærteknologiske betraktninger om stabiliseringsfasen i Irak, FFI/RAPPORT-2004/02495.
- (2) Andås H (2006): Ubemannede våpenstasjoner for kjøretøy og skip – Teknologispill til FS 07, FFI/RAPPORT-2006/01309.
- (3) Østevold E (2006): Nytt stridskjøretøy – Teknologispill til FS 07, FFI/RAPPORT-2006/01685, unntatt offentlighet.
- (4) Kråkenes T, Eggereide B, Wahl T (2005): TEK14: Viktige, militærteknologisk inspirerte temaer for Forsvarets langtidsplanlegging ("Top20"), FFI/RAPPORT-2004/03955, Begrenset.
- (5) <http://www.nap.edu/catalog/10592.html> (2002): Technology Development for Army Unmanned Ground Vehicles, Committee on Army Unmanned Ground Vehicle Technology, National Research Council.
- (6) US Army (2005): Future Combat Systems – 18 + 1 + 1 Systems Overview, *White Paper*, 29. september.
- (7) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/dragon-runner.htm> (2005): Dragon Runner, *GlobalSecurity.org*.
- (8) <http://www.irobot.com> (2005): iRobot – Robots for the Real World, *PackBot*.
- (9) Kucera J, Sirak M (2005): Bomb-clearing robots to enter full-rate production, *Jane's Defence Weekly*, 13. juli, s. 9.
- (10) McMichael W H (2003): Send in the Bomb-bots – Ordnance Disposal Robots Could Keep U.S. Troops Safer, *Defense News*, 22. desember, s. 36.
- (11) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/smr.htm> (2005): Small Mobile Robots, *GlobalSecurity.org*.
- (12) <http://www.foster-miller.com/lemming.htm> (2005): TALON Robots – The Soldier's Choice, *foster-miller.com*.
- (13) Kennedy H (2005): Incoming fire – Force protection moves from bases to battlefield, *National Defense*, July, s. 20–21.
- (14) Foster-Miller (2005): The Soldier's Choice – TALON robots, reklamebrosjyre.
- (15) Waltham M A (2004): TALON Robots Detects Chemicals, Gases, Radiation and Heat, *Space Daily*, 28. september.
- (16) Kucera J (2005): US Army speeds fielding of armed robots to Iraq, *Jane's Defence Weekly*, 2. februar.
- (17) Sgt. Jewell L (2004): Armed robots soon marching to battle?, *ARNEWS – Army News Service*, 3. desember.

- (18) <http://www.army.mil/fcs/factfiles/overview.html> (2006): FCS Overview, *Future Combat Systems*.
- (19) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/gladiator.htm> (2005): Gladiator Tactical Unmanned Ground Vehicle, *GlobalSecurity.org*.
- (20) http://www.onr.navy.mil/02/baa/expired/2002/02_005.htm (2002): Technology Development and Performance Requirements Validation Program for the Future Gladiator Tactical Unmanned Ground Vehicle (TUGV), *The Office of Naval Research*, 31. januar.
- (21) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/grouond/cougar.htm> (2005): COoperative Unmanned Ground Attack Robots (COUGAR), *GlobalSecurity.org*.
- (22) <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground /panther.htm> (2005): Panther, *GlobalSecurity.org*.
- (23) <http://www.fmv.se/WmTemplates/Page.aspx?id=1328> (2003): Framtida system och funksjoner for ny målbild - SYSTEMRAPPORT 2003, FMV, kap. 23.
- (24) <http://www.fmv.se/WmTemplates/Page.aspx?id=1327> (2005): Teknisk Prognos 2005, FMV, bilaga 4.
- (25) Meland A (2004): Kjøretøy uten sjåfør, *Magasinet i Dagbladet*, 10. mars.
- (26) Lerner P (2005): Roboter i krig, *Popular Science*, 1, s. 36–43,71.
- (27) Blatny J M, Fykse E M, Olsen J S (2006): Hurtig deteksjon av biologiske stridsmidler – Teknologinnsjpill til FS 07, FFI/RAPPORT-2006/01483.
- (28) Rustad G, Gran H C, Busmundrud O (2006): Avstandsdeteksjon av kjemiske og biologiske stridsmidler – Teknologinnsjpill til FS 07, FFI/RAPPORT-2006/00050, unntatt offentlighet.
- (29) Lundberg C, Christnsen H I, Hedström A (2005): Military use of unmanned ground Vehicles in urban terrain, *Proceedings of Second International Conferance on Military Technology*, Stockholm, s. 229–238.
- (30) Jacobsen T H, Gulichsen S (2006): Teknologinnsjpill til FS 07 – metodikk og kostnadsestimater, FFI/RAPPORT-2006/00828 (under utgivelse).
- (31) Dalseg R I (2003): Teknologisk fordyrelse i Forsvaret, FFI/RAPPORT-2002/01050.