



Självständigt arbete militärteknik (15 hp)

Författare	Förband	Kurs
Kd. Alexander Svensson	Militärhögskolan Karlberg	OP 09-12
Handledare		
Öing. Stefan Fjärdhammar		
<p style="text-align: center;">Hybriddrift i stridsfordon, Fördelar och nackdelar</p> <p>Sammanfattning: Petroelektriska stridsfordon eller hybriddrivna stridsfordon är ingen ny företeelse. Under 1900-talet har såväl Tyskland som USA testat fordon med denna teknik. Trots flera identifierade fördelar finns idag inget operativt hybridstridsfordon. Den här uppsatsen undersöker därför vilken militär nytta elhybriddrift kan medföra. Den ska inte ses som en bedömning av huruvida Försvarsmakten borde anskaffa ett hybridstridsfordon eller inte. Metodmässigt undersöker uppsatsen för- och nackdelar med hybridtekniken i ett lätt stridsfordon. Undersökningen bygger på en komparativ analys av svaren från semistrukturerade intervjuer samt en textanalys. Källorna representerar olika sidor, från industri till beställare och användare. Resultatet presenteras i form av en tabell där fördelarna framgår, samt förutsättningarna för att de ska uppnås. Bland fördelarna finns ökad manöverförmåga, som följd av förbättrad acceleration, och ”Tyst” mode som förbättrar såväl skydd som uthållighet. Flera av fördelarna är beroende av energilagring i form av batterier. Ett exempel är regenerativ bromsförmåga. Batterier i sin tur är behäftade med flera risker och kräver förbättrade prestanda och utveckling av säkerhetssystem för att fördelarna ska uppnås fullt ut.</p> <p>Nyckelord: Hybridfordon, Stridsfordon, Strf, Grundläggande förmågor</p> <p>Antal ord: 9954</p>		

Author	Unit	Course
Cd. Alexander Svensson	Swedish Military Academy Karlberg	OP 09-12

Supervisor

S.Eng. Stefan Fjärdhammar

Hybrid Infantry fighting vehicle, Advantages and disadvantages

Abstract:

Petro-electric IFVs (Infantry fighting vehicles) or hybrid-IFV's are not a new phenomenon. During the 1900's Germany as well as the U.S both tested vehicles constructed with hybrid technology.

In spite of several identified advantages, no serving hybrid-IFV exists today.

This essay examines the possible military benefits from electrical hybrid-drive. It is not however, to be

seen as an assessment of whether the Swedish armed forces should procure a hybrid vehicle or not.

Through a method of description this essay aims to describe advantages and disadvantages of hybrid-drive in a light IFV.

The survey relies on a comparative analysis of answers given in semi-structured interviews.

Each source could represent a different side in a future acquisition process.

Results are presented in a table showing the advantages and the criteria pertaining to each advantage.

Amongst the benefits are improved maneuverability, due to increased acceleration, and "silent" mode which improves both protection and endurance.

Several benefits rely on energy storage i.e. batteries, regenerative braking is an example of this. Batteries, in turn, are marred with a variety of problems. And therefore demand improved performances and safety systems in order not be deemed as disadvantages.

Keywords: Hybrid vehicle, Infantry fighting vehicle, IFV, Basic capabilities

Words: 9954

Innehållsförteckning

1. Inledning	5
1.1 Hybriddrift – framtiden?	5
1.2 Problemformulering	6
1.3 Syfte	8
1.4 Frågeställning	8
1.5 Tidigare studier	8
1.6 Avgränsningar	9
2. Teori.....	10
2.1 Grundläggande förmågor	10
2.2 Rörlighet	11
2.3 Uthållighet	11
2.4 Skydd	12
2.5 Centrala begrepp	13
3. Metod.....	17
3.1 Introduktion.....	17
3.2 Tekniker- semistrukturerade intervjuer, textanalys och komparativ analys	18
3.2.1 Semistrukturerade intervjuer	18
3.2.2 Textanalys.....	19
3.2.3 Komparativ analys	19
3.3 Källor och material	20
3.4 Källkritik	21
4. Analys	21
4.1 Rörlighet	21
4.2 Diskussion/Slutsatser rörlighet.....	23
4.3 Uthållighet	24
4.4 Diskussion/Slutsatser uthållighet	25
4.5 Skydd	27
4.6 Diskussion/Slutsatser skydd	29
5. Resultat.....	31
5.1 Fördelar	31
5.2 Nackdelar/Brist på uppfyllnad av fördelar	32
6. Sammanfattande diskussion.....	33

6.1 Förslag till fortsatta studier	35
7. Referenser	36
8. Bilagor	37
8.1 Bilaga 1. Intervjuunderlag	37

1. Inledning

1.1 Hybriddrift – framtiden?

Stigande oljepriser har drivit utvecklingen av nya kommersiella hybridfordon framåt.

Det som kännetecknar ett hybridfordon är att det använder sig av två kombinerade tekniker för att generera rörelseenergi.

Vanligast är att en förbränningsmotor används för att generera elektrisk energi som sedan används i elmotorer kopplade till fordonets drivande hjul.

Bilmodellen Toyota Prius är ett välkänt och populärt exempel som erbjuder en längre räckvidd, lägre bullernivåer och minskade utsläpp jämfört med vanliga bilar.

Dessa fördelar anses även kunna bidra till en effektivare militär verksamhet.¹ Det var sannolikt därför BAE-systems på uppdrag av FMV (Försvarets materielverk) valde att konstruera plattformen SEP (Splitterskyddad enhetsplattform) med en hybriddrivlina.

Efter att BAE förlorat den aktuella upphandlingen, i vilken SEP ingick, till finska Patria lades SEP-projektet på is.

BAE utgår från att Försvarmakten i framtiden kommer att välja ett fordonssystem med hybriddrift. Så genom att utveckla tunga fordon för den civila marknaden tror man sig ha goda förutsättningar att i framtiden kunna erbjuda en beprövad och fungerande hybridteknik.²

BAE har tillsammans med andra aktörer på marknaden tagit fram teknik för en drivlina till truckar, lastbilar och bussar.

Förutsatt att försvarmakten i framtiden väljer att anskaffa fordon med hybridteknik. Vilken nytta skulle tekniken göra i den militära verksamheten?

¹ BAE-systems, *Hybrid electric power supply*, (2012), http://www.baesystems.com/ProductsServices/l_and_a_gs_hybrid_electronic.html, (Hämtad 2012-04-11)

² BAE-systems, *EM centre – power for the future*, (2012), http://www.baesystems.com/product/BAES_033841/em-centre---power-for-the-future?_afLoop=158501350716000, (Hämtad 2012-04-04)

1.2 Problemformulering

Det finns flera exempel under 1900-talet på militära fordon som använt elhybridteknik. Nazityskland byggde *Ferdinand*, eller *Elefant* som den även kom att kallas, en bensinelektrisk pansarvärnskanonvagn. USA arbetade på 60-talet med att modifiera en M113 (bandgående trupptransportfordon) till eldrift. 1999 publicerades en artikel i tidskriften *Jane's Defence* som beskriver tyska framgångar i konstruktionen av en hybridvariant av den lätta, helikoptertransporterbara Wiesel-vagnen.³

Gemensamt för dessa projekt är att de alla framhåller viktiga fördelar med hybridteknik och elektrisk drift av militära fordon.

Den idag vanligast förekommande konstruktionslösningen i kommersiella hybridfordon kallas för parallellhybrid. Vilket, som namnet antyder, innebär att fordonet har två parallella drivkällor.

Det finns alltså möjlighet att välja vilken av de två motorerna (el- eller förbränningsmotor) som ska användas. Alternativt kan de båda motorerna samverka, och elmotorn kan då användas för att ge extra kraft vid starter eller i branta uppförsbackar. Detta i sin tur medför att en jämförelsevis mindre, bränslesnålare, förbränningsmotor kan användas.

I militära fordon skulle den här konstruktionslösningen kunna innebära en ökad redundans.

Fordonet skulle även ha möjlighet att framrycka näst intill tyst.

Viktmässigt torde skillnaden bli liten då en parallellhybrid i princip har samma drivlina som ett konventionellt fordon.⁴

Om en konstruktionslösning kallad seriehybrid används kommer drivlinan endast att bestå av elektriska ledningar mellan en generator, battericell och en eller flera elmotorer. Detta sparar vikt i fordonet och medger dessutom att motor och övriga komponenter i drivlinan kan placeras på mer eller mindre valfri plats. Den främsta viktbesparingen kommer av att det inte behövs några kardanaxlar och stora växellådor som annars är förknippade med tunga fordon.

Batterier och möjligheten att framföra fordonet helt elektriskt får även till följd att fordonet blir betydligt tystare.⁵

³ Ogorkiewicz, Richard M, 'Electric drives take new forms: developments of electric transmissions for armored vehicles', *Jane's IDR.*, (21):1, (1999), s. 33-34, 36-37

⁴ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 103f, 128f

Vidare fördelar med eldrift är att värmesignaturen minskar jämfört med då förbränningsmotorn är igång.⁶

Elmotorn i sig har som största fördel en verkningsgrad kring 90 %, vilket vida överstiger den hos till exempel en dieselmotor med typiskt verkningsgrad kring 40 %.

Elmotorns vridmoment är, till skillnad från förbränningsmotorns, inte varvtalsberoende. Möjligheten finns dessutom att använda elmotorer konstruerade för att bromsa fordonet och ta tillvara på den rörelseenergi som annars går till spillo. Energin lagras i batterierna och kan senare användas för framdrivning.

Generellt ger hybridtekniken fördelen att den förbränningsmotor som används kan utnyttjas på ett sådant sätt att den lämnar optimal effekt. Därför kan en något mindre förbränningsmotor väljas vilket också ger en bättre bränsleekonomi och längre räckvidd.⁷

Elsystemet i en hybriddrivlina innehåller vanligen 600 volt, eller mer, vilket innebär risker vid olyckor eller bärgningsföretag. I bilar som Toyota Prius finns ett säkerhetssystem som ska bryta spänningen vid krock, i samband med att övriga säkerhetssystem i fordonet löser ut.

Biltillverkarna meddelar dock att det finns en potentiell risk att systemet kan fela vid krock. Vid krock eller haveri finns alltså risken att delar av ett hybridfordon kan bli strömförande.⁸

Det går heller inte att utesluta risken för att en elmotor ska ge upphov till, eller påverkas negativt av, elektriska störningar eller magnetiska fält. Vilket generellt sett är ofördelaktigt i en installation med känsliga komponenter som kan skadas eller sluta fungera pga. störningar.⁹

De battericeller som används för att lagra energi för framdrivning i dagens hybridfordon behöver fortfarande utvecklas. Battericellerna anses inte tillräckligt effektiva vad gäller att ge och ta emot stora mängder energi under kort tid.¹⁰

Historiskt sett är hybridtekniken beprövad och de identifierade nackdelarna har ansetts vara konstruktionsmässiga.

⁵ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 103f, 128f

⁶ Lindström, Rickard O., *Tankar om framtidens stridsfordon*, KKrVAHT nr 5 2007, Stockholm, (2007), s. 10

⁷ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 103f

⁸ Wargelou, Dan, *Räddning vid trafikolycka - personbil, Ny, [utök. och uppdaterad] utg.*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Karlstad, (2010), s 40f

⁹ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 44

¹⁰ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 104

Såväl Sverige som Tyskland har konstruerat militära hybridfordon och sett fördelarna med dem. Fördelar som även den kommersiella marknaden framhåller, med t. ex. Toyota Prius som ett bevis.

Trots att fördelarna med hybridteknik tycks överväga de konstruktionsmässiga nackdelarna, finns idag inget operativt hybriddrivet militärt fordon med stridserfarenhet.

1.3 Syfte

Går det då att hävda att den ”nya” tekniken med dess fördelar faktiskt gör någon militär nytta? Den här uppsatsens syfte är att undersöka vilka för- och nackdelar elhybriddrift innebär för den militära verksamheten om Försvarmakten anskaffar ett sådant stridsfordon.

Den ska inte ses som en bedömning av huruvida Försvarmakten borde anskaffa fordon med hybridteknik eller inte.

1.4 Frågeställning

Vilka för- och nackdelar innebär hybridtekniken i lätta stridsfordon?

1.5 Tidigare studier

Kommunikationsforskningsberedningen gav år 2000 ut rapporten ”Hybridfordon: ett alternativ för den svenska bilparken”. En rapport som syftar till att sammanställa och beskriva situationen för utveckling av hybridfordon och olika alternativ.

Fokus ligger på den civila marknaden och applikationer i såväl personbilar som bussar. Ett antal exempel på kommersiella fordon som utvecklats av bland andra Mercedes och Toyota beskrivs också i rapporten. Utöver detta behandlar rapporten ett brett spektra av hybridtekniken, från bränslen och motorer till kostnader och miljöaspekter.¹¹

Några av slutsatserna i rapporten är; förbättrad bränsleekonomi, att batteritekniken behöver utvecklas och att seriehybridtekniken främst lämpar sig i tyngre fordon.

¹¹ Egebäck & Bucksch, *Hybridfordon: ett alternativ för den svenska bilparken*, (2000)

Slutsatserna motiveras med att hybridfordon kan nyttja förbränningsmotorn optimalt och till exempel utesluta tomgångskörning med förbränningsmotorn. Vidare går det att nyttja så kallad regenerativ bromsning där fordonet bromsas magnetiskt varvid energin lagras som elektricitet.¹²

Batteritekniken behöver utvecklas, främst avseende kapacitet att ta emot och lagerhålla tillräckliga mängder energi, tillräckligt snabbt. Dessutom bör batterier med högre volym-/vikteffektivitet utvecklas.¹³

Seriehybridtekniken lämpar sig främst i tyngre fordon vilka används huvudsakligen i tätorter med många start och stopp. Det handlar alltså i första hand om sopbilar, budbilar och eventuellt stadsbussar.¹⁴

På den militära sidan har BAE-systems på uppdrag av FMV producerat rapporten ”Studie om framtida fordonsteknologier”. Vilken utgår från utvecklingen av plattformen SEP.

Studiens fokus ligger på teknologier som anses kunna utnyttjas på flera sätt i framtida fordonsutveckling.

Ur SEP-projektet identifierades ett antal intresseområden för fortsatta studier, där erfarenheter ur SEP ansågs ha bidragit. Bland dessa områden fanns elektrisk transmission eller EM (electro mobility).

BAE spår att elektrisk transmission och elhybridteknik kommer att ha en plats i framtida militära fordon, och för att ta tillvara och driva utvecklingen vidare har BAE startat ett projekt som kallas EM-center.¹⁵

1.6 Avgränsningar

Uppsatsen avgränsar sig (taktiskt) till att undersöka hybridteknikens inverkan på ett enskilt fordon. Detta eftersom det inte finns något operativt typförband eller enhet att studera.

Det enskilda fordonets uppträdande beskrivs vidare utifrån svensk taktik och stridsteknik.

Tekniska avgränsningar görs till typen av huvudmotor som används i de flesta hybridfordon.

¹² Egebäck & Bucksch, *Hybridfordon: ett alternativ för den svenska bilparken*, (2000), s. 92

¹³ Egebäck & Bucksch, *Hybridfordon: ett alternativ för den svenska bilparken*, (2000), s. 60

¹⁴ Egebäck & Bucksch, *Hybridfordon: ett alternativ för den svenska bilparken*, (2000), s. 124

¹⁵ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s 47ff

En kolvmotor (istället för stirling eller gasturbin), diesel- eller bensindriven, då huvuddelen av dagens hybridfordon är konstruerade enligt den principen. Detsamma gäller även de militära konceptfordon, till exempel SEP, som byggts.

För att knyta an till tidigare forskning, och utnyttja erfarenheter ur t.ex. SEP-projektet, studeras ett *lätt (15-20 ton)* fordon.

Vidare teknisk avgränsning är till seriehybridteknik, eftersom den vanligare parallellhybriden fortfarande använder en i allt väsentligt traditionell drivlina.

Teoriramen med Försvarens sex grundläggande förmågor avgränsas till att omfatta tre förmågor. Rörlighet, uthållighet och skydd är de förmågor som står i närmast relation till en teknisk utveckling av drivlinan på ett enskilt stridsfordon. Med hänsyn till de fördelar som hybridtekniken anses ge.

Uppsatsen kommer inte bedöma några påverkande ekonomiska faktorer, eftersom en sådan undersökning kräver att ett helt fordonssystem studeras. Det finns, som redan nämnts, inget förbandssatt system att utgå ifrån. Studien skulle dessutom kräva att hela fordonets livscykel från anskaffning, användning, underhåll, modifiering till avveckling studeras.

2. Teori

I det här kapitlet beskrivs den teori som här ligger till grund för undersökningen av fördelar och/eller nackdelar. Först beskrivs den övergripande teorin, de grundläggande förmågorna. Därefter ges en specificerad beskrivning av hur förmågorna tillämpats på den taktiska/stridstekniska nivån. Detta ger förutsättningar för att bedöma om en ny teknik kan utöka möjligheterna i någon av förmågorna.

2.1 Grundläggande förmågor

Grundläggande förmågor är en tankemodell som kan användas för att beskriva militär effekt, eller nytta. Förmågorna har sitt ursprung i vad som tidigare kallades stridens grunder¹⁶, och

¹⁶ Arméreglemente. Del 2, *AR Taktik*, 1995 års utg., Chefen för armén i samarbete med Försvarsmedia, Stockholm, (1995), s. 38ff

numera, de sex basfunktionerna¹⁷. Dessa förmågor har ett inbördes beroende, dvs., en förändring i någon av dem får konsekvenser i samtliga. Undersökningen i denna uppsats kretsar kring förmågorna; rörlighet, uthållighet och skydd, och deras tillämpning i markoperationer på ett enskilt fordon.

2.2 Rörlighet

”Rörlighet syftar till att manövrera avdelade system, förband och övriga resurser i tid och rum så att eget och överordnat mål kan uppnås.”¹⁸

Rörlighet kan inom markarenan ses som ett fordons manöverförmåga och framkomlighet. Framkomligheten påverkar hur stor del av en yta som fordonet kan använda. Till exempel om det kan köra över en myr, stenröse eller vada genom ett vattendrag.

Manöverförmågan beskriver exempelvis hur snabbt ett fordon accelererar eller hur hög dess toppfart är.

Faktorer som påverkar detta är bland annat vikt, storlek, motorstyrka, kraftöverföring samt om fordonet är band- eller hjulgående.

Rörligheten påverkar hur ett fordon kan användas för att till exempel ta eller försvara terräng.¹⁹

2.3 Uthållighet

”Uthållighet syftar till att kontinuerligt vidmakthålla egen personell och materiell tillgänglighet så att eget och överordnat mål uppnås.”²⁰

Kan beskrivas som hur väl, ett förband eller system, hanterar att över viss kortare tid upprätthålla full verksamhet. Till exempel hur länge ett fordon kan köras för fullt eller hur länge ett stridsfordonsförband kan strida.

¹⁷ *Militärstrategisk doktrin*, Försvarmakten, Stockholm, (2002), s. 76ff

¹⁸ *DMarkO doktrin för markoperationer*, Försvarmakten, Stockholm, (2005), s. 69

¹⁹ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Förvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 21ff

²⁰ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Förvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 73

Det kan också vara ett mått på hur intensiv verksamhet som kan bedrivas utan att stridsvärdet sjunker under ett visst värde avseende tillgänglighet eller kvarvarande drifttid. Kan även vara ett mått på förmågan att fortlöpande bedriva viss verksamhet med oförändrat stridsvärde.

Uthålligheten påverkas också av hur personalen upplever systemet med hänsyn till hur säkert (både användarsäkerhet och skyddsnivå) det upplevs. Ett system som innebär en hög skaderisk genererar ett lågt stridsvärde hos personalen, vilket i sin tur leder till en förkortad uthållighet.²¹

2.4 Skydd

*”Skydd syftar till att – genom såväl tekniska som taktiska, passiva och aktiva åtgärder – skapa förutsättningar för ökad överlevnad, uthållighet och möjligheter till verkan, så att eget och överordnat mål kan uppnås”*²²

Här handlar det om skyddet i, eller av, det enskilda fordonet. Vanligen olika typer av ballistiskt skydd för att förhindra verkan. Liner och brandsläckningssystem för att motverka restverkan osv.

Det handlar även om signaturreducerande åtgärder för att förhindra upptäckt. Till exempel kan ett fordons konstrueras så att dess avgaser kan kylas eller ledas om för att förändra värmesignaturen. Det kan också vara möjligheten använda fordonet i ”tyst” läge med motorn avstängd för att minska den akustiska signaturen.

Fordonets manöverförmåga kan också spela roll för att undvika träff eller för att snabbt förflytta fordonet ur en hotfull situation.²³

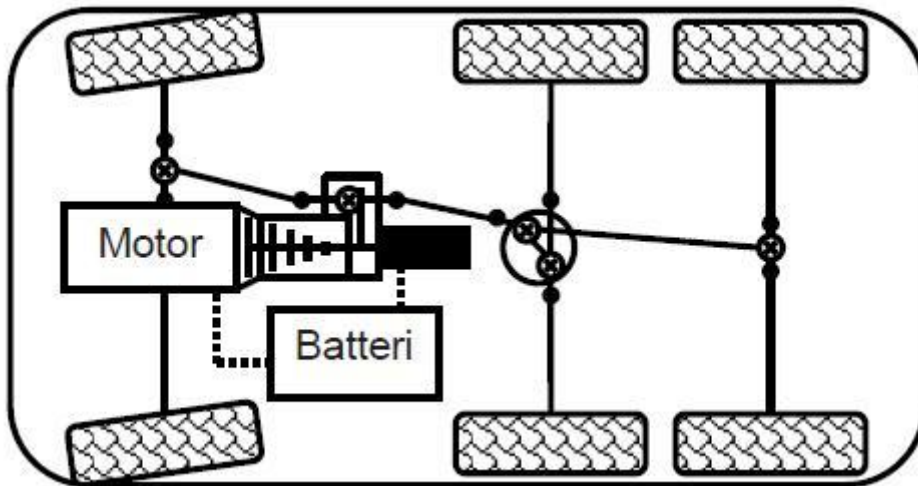
²¹ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 26f

²² *DMarkO doktrin för markoperationer*, Försvarsmakten, Stockholm, (2005), s. 71

²³ Andersson, Kurt et.al., *Verkan och skydd*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2009), s. 250f

2.5 Centrala begrepp

Parallellhybrid: kan drivas mekaniskt med antingen el-, förbränningsmotor eller både och (för att få extra kraft). De har alltså en mekanisk drivlina till vilken t.ex. en elmotor kopplas in och ur. Detta är den vanligaste typen av drivlina i hybridfordon.²⁴ Figuren nedan beskriver ett fordon med sexhjulsdrift som är konstruerat med en parallellhybriddrivlina där en elmotor kopplats till växellådan.

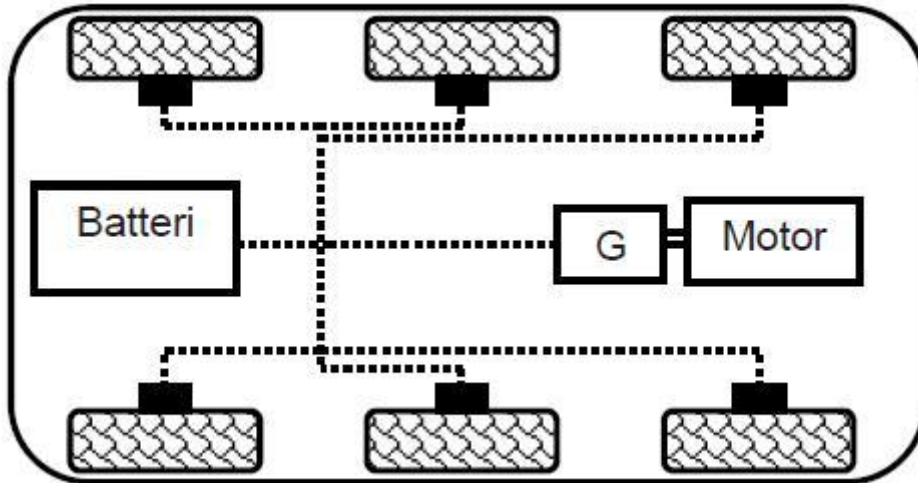


Figur 1. Exempel på parallellhybridfordon med elmotor kopplad till växellåda.²⁵

²⁴ Anund, Kjell, Ohlsson, Anders & Larsson, Sven, *Prestanda: BAS 3.0. Fordonsteknik*, 3., [uppdaterade] uppl., Gleerup, Malmö, (2008), s.95

²⁵ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 129

Seriehybrid: saknar mekanisk koppling mellan förbränningsmotor/transmission och drivande hjul. Istället används förbränningsmotorn enbart för att alstra elektrisk energi som sedan överförs till en eller flera elmotorer. Istället för axlar och växellådor kan elektriska ledningar användas i en seriehybrid.²⁶ Figuren nedan beskriver ett fordon med sexhjulsdraft som är konstruerat med seriehybrid drivlina och navmonterade elmotorer. Lägga märke till att axlar och dylikt är ersatt med elkabel.



Figur 2. Exempel på seriehybridfordon med navmonterade elmotorer.²⁷

Stridsfordon: är en övergripande benämning på stridsvagnar, pansarskyttefordon och trupptransportfordon. I Sverige benämns CV90 något missvisande som stridsfordon, när det i själva verket är frågan om ett pansarskyttefordon.²⁸

Energilager: används för att skapa en buffert, för att eventuellt ta tillvara energin från regenerativ bromsverkan, eller möjliggöra helt elektrisk drift. Vanligen består detta av någon form av batterier. Här beskrivs några olika typer av batterier för att påvisa möjligheter och begränsningar med dagens teknik.

²⁶ Anund, Kjell, Ohlsson, Anders & Larsson, Sven, *Prestanda: BAS 3.0. Fordonsteknik, 3.*, [uppdaterade] uppl., Glerup, Malmö, (2008), s. 95

²⁷ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 129

²⁸ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s 78ff

För att exemplifiera verkningsgraden i ett batteri görs en jämförelse med bensin.

1 kg bensin ger ca 12 kWh, jämfört med ett blybatteri som kan leverera ca 0,02-0,04 kWh/kg.²⁹

I parallellhybriden Toyota Prius används nickelmetallhybridbatterier.³⁰ Generellt sett kan dessa batterier ackumulera dubbla energimängden jämfört med blybatterier.

Ett annat alternativ är litium-jonbatterier vilka har som största fördel att de levererar samma effekt som blybatterier men med fyra till fem gånger så hög lagringskapacitet.

Litium-jonbatterier riskerar dock att genomgå en farlig cyklisk reaktion om de överhettas.

En generell svårighet med batterier är deras förmåga att ta emot större laddningsmängder tillräckligt snabbt.³¹

Regenerativ bromsverkan: används för att återanvända fordonets kinetiska energi genom att omvandla den till elektrisk energi, som kan lagras i t. ex. batterier.

Tekniken användes från början i spårvagnar och har på senare år förekommit i såväl cyklar som formel-1 bilar.

I ett hybridfordon kan elmotorn användas för att bromsa, eftersom principen för en elmotor och en generator är densamma.

Kortfattat kopplas motorn om för att driva i motsatt riktning som fordonet färdas. Elmotorn har då blivit en generator som drivs av fordonets kinetiska energi.

Regenerativ bromsverkan lämpar sig bäst i start- och stoppsituationer. Bromsverkan från den här tekniken är däremot inte tillräcklig för att helt ersätta de mekaniska bromsarna.

Men den utgör ett välkommet tillskott i hybridfordon och anses kunna sänka bränsleåtgången med mellan 10 och 25 procent.

Tekniken kräver förfinad styrning för att energin ska utnyttjas på bästa sätt och för att rätt bromsar ska användas vid rätt tillfälle.³²

²⁹ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 46

³⁰ Anund, Kjell, Ohlsson, Anders & Larsson, Sven, *Prestanda: BAS 3.0. Fordonsteknik*, 3., [uppdaterade] uppl., Gleerup, Malmö, (2008), s. 96

³¹ Bruzelius, Nils et.al., *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 46

³² Lampton Christopher, *How regenerative braking works*, <http://auto.howstuffworks.com/auto-parts/brakes/brake-types/regenerative-braking.htm/printable>, HowStuffWorks, Inc., Atlanta GA, Hämtad 2012-05-10

Elektriskt pansar: är en typ av pansar som använder elektricitet för att påverka/störa ett inkommande hot.

Det anses kunna komplettera det konventionella ballistiska skyddet på framtida stridsfordon.

Den princip som idag bedöms kunna bli verklighet bygger på att hot-penetratorn kortsluter en elektrisk krets. På så sätt urladdas en stark ström genom penetratorn.

Mot RSV-strålar (Riktad sprängverkan) har denna teknik visat sig effektiv då den påverkar de mekaniska egenskaperna hos penetratormaterialet.

Vid tillräckligt höga strömmar kan materialet eventuellt fås att smälta eller förgasas.

Konstruktionsprincipen för denna typ av pansar är relativt enkel. Två plattor, placerade på ett visst avstånd från varandra, vinkelrätt mot hotet, laddas upp till hög spänning och kortsluts när strålen passerar genom dem.³³

Adaptiv signaturanpassning: är ett system för signaturanpassning i IR-spektrat framtaget av BAE på uppdrag av FMV. Systemet är uppbyggt av sexkantiga moduler vilka bildar vad som kan liknas vid en storbildsskärm.

Monterat på sidan av ett fordon kan modulerna sedan styras enskilt med hjälp av programvara. Genom att modulernas temperatur anpassas kan olika IR-bilder projiceras över sidan på fordonet. Ett stridsfordon kan därför, i IR-spektrat, fås att se ut som en ko, bil eller annat objekt. En IR-kamera på motsatt sida av fordonet gör att även en bild av bakgrunden kan visas. På så sätt blir fordonet i princip osynligt för en IR-kamera.

Systemet är testat på CV90 men spås i framtiden också kunna användas på sjö- och luftfarkoster.³⁴

³³ Andersson, Kurt et.al., *Verkan och skydd*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2009), s. 104f

³⁴ BAE-Systems, *Adaptiv – A unique camouflage system*,
http://www.baesystems.com/magazine/BAES_019786/adaptiv--a-cloak-of-invisibility?_afrLoop=249401358918000, (2011), Hämtad 2012-05-07

3. Metod

3.1 Introduktion

För att bedöma huruvida hybridtekniken innebär en fördel eller en nackdel intervjuas personer med goda kunskaper av stridsfordon. Något underförstått menas med fördel/nackdel att den nya tekniken jämförs med en traditionell drivlina i konventionella fordon.

Hybridtekniken kan i flera fall (se tidigare forskning) ge fördelar i vad som kan liknas vid framkomlighet, manöverförmåga, skydd och uthållighet. Således lämpar sig begreppen rörlighet, uthållighet och skydd väl för att undersöka den militära nyttan på taktisk/stridsteknisk nivå.

Den här uppsatsen bygger övergripande på en metod som undersöker vilka militära fördelar och nackdelar som seriehybridtekniken kan ge i ett stridsfordon.

Begreppet stridsfordon förknippas vanligen med hur ett fordon används och inte hur det är konstruerat. Därav uppstår en svårighet när det kommer till att undersöka hybridteknikens inverkan eftersom begreppet är så generellt.

Följaktligen utgår den här uppsatsen från olika konstruktionsprinciper avseende framdrivning och vikt.

Det går dock att hävda att dessa konstruktionsprinciper kan bero på hur fordonet är tänkt att användas.

Författaren menar att det är en fördel att studera konstruktionslösningar framför användningsområden, eftersom det då går att ställa upp tydligare ramar för hur fordonet som undersöks är konstruerat.

Stridsfordon av typen trupptransportfordon har vanligen en vikt kring 15 ton och förekommer i både hjul- och bandgående varianter.

BAE redovisar i sin studie³⁵ om framtida fordonsteknologier erfarenheter från det som kallas ”elektrisk transmission” (hybriddrift) i konceptfordonet SEP. Vilket är ett fordon med en totalvikt på 17.5 ton och som finns i såväl hjul-, som bandversion.

För att knyta an till detta projekt och utnyttja erfarenheter och åsikter därifrån anses det lämpligt att i den här uppsatsen undersöka ett fordon med liknande principiella konstruktion.

³⁵ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010)

Det två undersökta fallen avseende militära fördelar/nackdelar är således:

- a) ”Lätt” fordon (kring 15-20 ton), bandgående
- b) Samma fordon , hjulgående

Till detta ges ramar baserat på det som tagits upp i uppsatsens avgränsningar.

Fordonet som undersöks ska bedömas utifrån svenska taktiska/stridstekniska instruktioner. Det ska vidare vara en seriehybridkonstruktion och ingen hänsyn ska tas till eventuella ekonomiska faktorer.

3.2 Tekniker- semistrukturerade intervjuer, textanalys och komparativ analys

3.2.1 Semistrukturerade intervjuer

I vart och ett av de två fallen görs en bedömning av den militära nyttan med hjälp av underlaget från semistrukturerade e-mailbaserade intervjuer.

Det vill säga, intervjupersonerna har i förväg tagit del av frågor och ramar för intervjun³⁶, och därefter, under själva intervjun, tillåts intervjupersonen besvara frågorna utan krav på ordningsföljd. Den intervjuade får svara utförligt på frågorna och har möjlighet att utveckla sina idéer och synpunkter.³⁷

Fördelar med den här typen av intervju är att de intervjuade får tid på sig att förbereda sig och sina svar. Risken för korta eller förhastade svar minskar. Dessutom kan intervjun följas upp med fler frågor eller frågor för att förtydliga innehållet.

Nackdelar är att författaren kan tvingas tolka eller försöka tyda bakomliggande tendenser hos den intervjuade. En bristfällig tolkning skulle i värsta fall kunna ge ett snedvridet resultat. Här kan det vara av vikt att komplettera intervjun med fler frågor eller förtydliganden.

Tillförlitligheten i det insamlade materialet kan ifrågasättas då svaren från varje intervjuperson kan vara unika för just den personen. Men då intervjupersonerna är valda ur olika kontext kan deras svar jämföras och slutsatserna baseras på överensstämmelsen i svaren.

³⁶ Underlaget för intervjuerna återfinns i Bilaga 1.

³⁷ Denscombe Martyn, *Forskningshandboken: för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*, 2. uppl., Studentlitteratur, Lund, (2009), s. 234f

I de fall där meningsskiljaktigheter förekommer anser författaren att slutsatser kan dras utifrån majoriteten av de intervjuades åsikt.

Intervjupersonerna har valts efter deras olika representation och det faktum att de besitter mångårig erfarenhet av militära fordon och utvecklingen av dessa.

3.2.2 Textanalys

Intervjusvaren kompletteras sedan med en textanalys av Sundelins Rapport om framtida fordonsteknologier³⁸ där författaren lyfter ut och diskuterar olika data. Författarens analys görs mot samma teoretiska bakgrund som de intervjuade fått. Svaren från intervjupersonerna jämförs sedan med de motiv och argument som hämtats ur Sundelins rapport. Svagheten är författarens förmåga att tolka de argument som förs fram i rapporten avseende relevans, men dessa argument kompletteras i sin tur av svaren från de intervjuade.

På detta vis bygger undersökningen på källor från FMV, BAE, FHS och FM.

Källorna skulle kunna stå på olika sidor, från industri till beställare och användare. Deras åsikter kan därför jämföras inbördes och på så sätt minskar risken för att ”säljargument” färgar undersökningens resultat.

Självklart går det inte att bortse från att sådana ”säljargument” ska finnas i den enskilda intervjupersonens åsikter. Men personerna intervjuas enskilt och får inte ta del av varandras svar. Författaren anser därmed att sannolikheten att alla intervjuade ska ha samma ”säljargument” i sina svar, är låg.

3.2.3 Komparativ analys

Alla intervjusvar kommer att behandlas i en komparativ analys. Detta för att skapa en bild av vilka fördelar och nackdelar intervjupersonerna ser med hybridtekniken.

Metoden komparation eller komparativ analys ställer bl.a. krav på att vissa företeelser generaliseras³⁹.

Den här studien undersöker ett enskilt seriehybridfordon där fördelar och nackdelar betraktas jämfört med en konventionell mekanisk drivlina. Dessutom studeras huvudsakliga

³⁸ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnsköldsvik, (2010)

³⁹ Ejvegård, Rolf, *Vetenskaplig metod*, 3., omarb. uppl., Studentlitteratur, Lund, (2003), s. 41f

konstruktionsprinciper och inte ett operativt fordonssystem. Underlaget tillåter alltså att komparation används.

Författaren kommer utifrån svaren att dra slutsatser avseende den militära nyttan i termer av rörlighet, uthållighet och skydd.

Slutsatserna tas därefter upp i en diskussion för att bedöma deras relevans.

På så sätt kan författaren i sitt analysarbete välja att bortse från argument eller åsikter som inte förs inom undersökningens avgränsningar. Till exempel om en någon av källorna lyfter fram fördelar som inte rör den taktiska/stridstekniska nivån eller den avsedda fordonsvikten.

Avslutningsvis kommer slutsatser och argumentation leda fram till ett resultat i form av en lista på vilka förutsättningar hybridtekniken bör uppfylla för att utgöra någon militär nytta.

3.3 Källor och material

För den här undersökningen har tre personer intervjuats.

Den första personen är Rickard O. Lindström som är anställd på FMV. Lindström är civilingenjör och har ett långt förflutet inom det militära fordonsområdet. Han har bland annat varit projekt- och produktledare för utvecklingsprojektet SEP 1993-2011. Har varit Ledare för 6-nationsprojektet "All electric vehicle" inom WEAG (Western e European Armaments Group). På senare år har Lindström medverkat i de stora konkurrensupphandlingarna avseende AWV (Armoured Wheeled Vehicle – som blev AMV 8x8) och BvNy (BvS10 MkIII).

Intervjuperson nummer två är Jonas Eklund. Eklund som har erfarenhet som Teknisk Chef på Mek.komp 90 och som instruktör på flertalet stridsfordonskurser från Strf. 9040 A-C och BGBV90 m.fl. Utöver detta har Eklund varit tekniklärare vid FHS och är delförfattare till Lärobok i militärteknik vol. 5 Farkostteknik.

Tredje och sista intervjupersonen är Jens Lindh, vars erfarenhet består av bl.a plutonchefsbeftattning för insatspluton på Livgardet. Lindh innehar förarbevis på Pbv302 och Patgb203, och har även erfarenhet som vagnchef på Pbv302.

BAE:s studierapport om framtida fordonsteknologier utgör den fjärde och kompletterande källan.

I rapporten presenteras resultat från provkörningar av SEP-hjul och SEP-band. Provkörningarna är gjorda av vad som anses vara erfarna förare. Rapporten belyser och argumenterar för nyttan med olika tekniska lösningar i såväl SEP som hybriddrift generellt.

Författaren har även tagit del av en samling dokument som utgör en slutrapport för SEP-projektet. Detta material anses dock vara alltför omfattande eftersom det i detalj redovisar SEP-projektet. Dessutom bygger den här uppsatsen på redan nämnda studierapport, vilken behandlar de erfarenheter kring fördelar och nackdelar med hybridteknik som efterfrågats för denna undersökning.

3.4 Källkritik

Lindström har genom SEP-projektet kommit i kontakt med BAE. FMV står t.ex. som beställare till tidigare nämnda studierapport. Det finns alltså ett tänkbart beroende i Lindströms åsikter. Det vill säga att åsikterna är byggda på vad som skrivits i rapporten.

Rapporten i sin tur kan misstänkas vara tendensiös och i huvudsak framhålla fördelarna med hybridteknik, särskilt som BAE utvecklar och söker nya marknader för elektrisk transmission. Lindh har själv ingen koppling till arbete med hybridteknik. Utan hänvisar till att hans kunskaper består av vad han läst eller fått berättat. Lindh bygger alltså sina åsikter på en egen tolkning av olika källor.

Eklunds delförfattarskap av Lärobok i militärteknik har sannolikt inneburit att han använt sig av källor. Boken tar upp olika typer av hybriddrivlinor och kortfattat deras för- och nackdelar. Det går därför inte att utesluta ett visst beroende i hans åsikter även i den här frågan.

4. Analys

4.1 Rörlighet

Avseende rörlighet har intervjupersonerna varit eniga, även om de lyft fram olika fördelar och argument. Deras åsikter stämmer även överens med den som framförs i BAE:s studie.

Ett **hjulfordon** med seriehybridteknik anses få fördelar i såväl framkomlighet som manöverförmåga.

Framkomligheten främjas av att varje hjul med hjälp av relativt enkel reglerteknik kan drivas individuellt. Således kan kraften till varje hjul begränsas för att erbjuda bästa friktion mot underlaget, med förbättrad framkomlighet i till exempel blockterräng⁴⁰.

Vidare förbättras möjligheterna att konstruera underredet så att axlar eller andra komponenter inte genererar lika hög friktion mot underlaget. Kortfattat, slätare underrede ger lägre motstånd i snö eller myrmark.⁴¹

Med samma teknik som reglerar drivningen av varje hjul kan hjulen dessutom fås att driva åt olika håll, och på så sätt möjliggöra en centrumsväng.

Genom att istället för mekanisk drivlina använda elkabel kan vikt sparas i fordonet. Vars motorer och övriga komponenter i drivlinan kan placeras på ett optimalt sätt. Det innebär att fordonet dessutom kan byggas mer kompakt och på så sätt få bättre framkomlighet.⁴²

Förmågan till centrumsväng lyfts fram som en fördel även när det gäller manöverförmågan eftersom att fordonet då har större möjlighet att manövrera i trånga utrymmen.

Att använda elmotorer för framdrivning för med sig de fördelar som en elmotor har i vridmoment. Det vill säga att den levererar i princip fullt vridmoment från stillastående vilket skulle ge fordonet en högre initial acceleration.⁴³

Den förbättrade accelerationen och förmågan till centrumsväng bör korta ner tiden det tar för fordonet att manövrera från alternativ och växelstridsställning.⁴⁴

En provförare av fordonet SEP-hjul drar slutsatsen att fordonet presterar så mycket bättre än *Alligator 8x8* (ett tyngre fordon konstruerat med mekanisk drivlina) att det måste bero på seriehybridtekniken i SEP-hjul.⁴⁵

I seriehybridkonstruktioner av **bandgående** fordon framhåller de intervjuade bättre framkomlighet tack vare optimerad placering av komponenter. Vilket i sin tur ger en fördelaktig viktfordelning.⁴⁶

⁴⁰ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund 2012-04-24

⁴¹ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund 2012-04-24

⁴² Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund samt Lindström 2012-04-24, 2012-04-25

⁴³ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁴⁴ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, Lindström samt Lindh, 2012-04-24,25,25

⁴⁵ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 26

⁴⁶ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

Ett lättare fordon innebär högre framkomlighet, något som också stärks av provförare av SEP-band. Där föraren anser att SEP med elektrisk drivning och styrning av drivhjulens får en ”piggare” styrning. Det i kombination med den minskade vikten gör att föraren anser att fordonets framkomlighet i terrängen kan mäta sig med den hos BvS-vagnar (vilka är lättare och mindre).⁴⁷

Manöverförmågan i det undersökta bandfordonet kan, precis som i hjulfordonsfallet, öka tack vare att elmotorer används. Det handlar då främst om acceleration från stillastående.

Som redan har nämnts upplevdes styrningen ”piggare” när elmotorer används i SEP.⁴⁸

Provföraren jämför här med Stridsfordon 90 där föraren aktivt måste kompensera med ökat gaspådrag för att bibehålla fart vid sväng. Slutsatsen är att hybridtekniken ger en bättre respons i styrningen hos ett bandfordon.⁴⁹

4.2 Diskussion/Slutsatser rörlighet

Ingen av de intervjuade, eller den studerade rapporten, lyfter fram några direkta nackdelar vad gäller rörlighet. Däremot finns argument som talar för att inte alla fördelar uppnås.

Eklund ifrågasätter t.ex. hur mycket vikt som i praktiken sparas då den mekaniska drivlinan ersätts. Med tanke på att batterier tillförs är vinsten i vikt inte självklar.⁵⁰

Det skulle kunna innebära att ökningen i framkomlighet blir i det närmaste obefintlig i de fall där framkomligheten beror på vikt och marktryck.

Å andra sidan kvarstår fördelarna som följer av ett renare underrede hos hjulfordon även om det även här går att hävda att det inte skulle vara en lösning som är förbehållen seriehybridfordon. Det är möjligt att även ett hjulfordon med mekanisk drivlina kan konstrueras med ett ”rent” underrede. Författaren anser dock att en sådan lösning inte är genomförbar inom samma viktspann som med hybridlösningen.

Dessutom stärks framkomligheten och manöverförmågan fortfarande av elmotorns varvtalsberoende vridmoment.

Rent tekniskt går det kanske att konstruera en mekanisk drivlina som möjliggör centrumsväng.⁵¹ Men återigen försvinner då den tänkta viktbesparingen som fås då en mekanisk drivlina ersätts med elkabel.

⁴⁷ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 27

⁴⁸ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, Lindström, 2012-04-24,25

⁴⁹ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 27

⁵⁰ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

Generellt ter det sig som att seriehybridlösningen i ett hjulfordon gynnar fordonets framkomlighet och manöverförmåga så att den kan komma att likna den hos bandfordon.

Bandfordon erhåller störst fördelar avseende manöverförmågan tack vare bättre styrrespons och acceleration från stillastående.

Att ingen av de intervjuade listar några direkta nackdelar kan förklaras av att det finns få praktiska erfarenheter. De praktiska försök som gjorts med fordon liknande det som avses här har i princip endast rört bränsleekonomi och manöverförmåga. Tekniken är heller inte testad fullt ut i terrängen eller i stridssituationer varför det kan finnas en svårighet att identifiera eventuella nackdelar som den nya tekniken för med sig.

4.3 Uthållighet

Flertalet av de resonemang som förts av de intervjuade antyder att fördelar/nackdelar inte är helt bundet till hjul- eller bandfordon. Givetvis finns det undantag och dem redovisas från fall till fall.

Att förbränningsmotorn i ett hybridfordon kan gå med ett optimalt varvtal skapar flera fördelar.

Bränsleåtgången minskar och därmed ökar räckvidden, motorerna kan dessutom styras så att olika ”moder” kan väljas. Till exempel kan fordonet ställas in för minimal bränsleåtgång eller maximal prestanda.⁵² Rent maskinellt anses en motor som går med ett jämnt varvtal vara mindre benägen att gå sönder (jämfört med en motor som används på ett traditionellt sätt).⁵³

Det optimala varvtalet skulle kunna vara sådant att vibrationerna från motorn hålls nere. Vilket i sin tur är fördelaktigt för personalens, komponenternas och diverse delsystems uthållighet, till exempel sikten och ammunition.

Något som också anses öka räckvidden och som framhålls som en av de stora vinsterna med hybridtekniken är den s.k. regenerativa bromstekniken. Det innebär att fordonets elmotorer då används som generatorer och bromsar fordonet, och rörelseenergin från hjulet återmatas in i

⁵¹ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁵² Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 63

⁵³ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindström, 2012-04-25

systemet som elektricitet. Utöver att rörelseenergin hos fordonet utnyttjas bättre så ökar komponentlivslängden i de mekaniska bromsarna som inte behöver användas lika mycket.⁵⁴ Lägre ljudnivåer skulle också nås i ett hjulfordon då fordonet konstrueras utan mekanisk drivlina tillsammans med helt eller delvis elektrisk drift. Det gynnar personalens uthållighet då ljudnivåerna blir lägre och eventuellt försvinner då behovet av active noise reduction (ANR) i hörselskydden (ANR-systemet sänder ut ett ”motbrus” som släcker ut det ursprungliga bruset). Utrustat med batterier skulle fordonet kunna stå tyst i observationsställning under längre tid utan att behöva ha förbränningsmotorn igång.⁵⁵

Osäkerheten kring de eventuella fördelarna utgörs bland annat av att prestandan i dagens batterier är tveksam. Eklund menar att det inte är säkert att det finns batterier som kan ta tillvara på all den energi som genereras då regenerativ bromsning används.⁵⁶

Utöver detta innebär integreringen av elektriska maskiner i fordon ofta högre krav på temperaturlåglighet hos komponenterna samt förbättrade kylprestanda.⁵⁷

Användarsäkerheten påverkas eventuellt negativt av de ökade riskerna som höga spänningar och stora mängder batterier innebär. Om det innebär stora risker för personalen vid bärgnings- och truppoperationer i fält kan uthålligheten och tilltron till systemet nedgå.⁵⁸

De stora vibrationerna i ett bandfordon kommer från just banden varför en övergång till hybriddrivlina inte anses som tillräckligt för att gynna uthålligheten.⁵⁹

4.4 Diskussion/Slutsatser uthållighet

Flera av fördelarna är kopplade mot att förbränningsmotorn ska gå med ett idealt varvtal. Därför att detta ökar fordonets räckvidd och personalens uthållighet i detsamma. Det förlänger också hållbarheten i själva motorn. Det ter sig också som att skillnaderna återigen blir störst i ett hjulfordon.

Men liksom i fallet rörlighet beror fördelarna i flera fall av att vissa förutsättningar uppnås.

⁵⁴ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 63 samt Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindström, 2012-04-25

⁵⁵ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindström, 2012-04-25

⁵⁶ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁵⁷ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 65

⁵⁸ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindh, 2012-04-25

⁵⁹ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

Den regenerativa bromsförmågan kan anses ge störst fördelar i hjulgående fordon, på grund av att bandfordon går så tungt att de i princip bromsas av det egna bandstället.

I dagsläget kvarstår enligt Eklund en del utveckling av batterierna. Men även om batterikapaciteten behöver utvecklas så kvarstår flera av fördelarna uthållighetsmässigt om fordonet kan köras elektriskt med motorn igång. Tillgången till större mängder elektricitet än i vanliga fordon genererar nya möjligheter avseende skydd (vilka tas upp i avsnittet skydd).

Även de minskade vibrationsnivåerna anses här göra störst skillnad i hjulfordon. Men det finns idag teknik för att utrusta fordon av den typen som här undersökts med gummiband.

På så sätt nedgår vibrationerna väsentligt till en nivå liknande den hos BvS-vagnar (som har gummiband).

Men frågan är då om fördelen i ett bandfordon i första hand kommer av hybridtekniken eller införandet av gummiband.

Om ett fordon med en konventionell mekanisk drivlina jämförs med ett hybridfordon, utan mekanisk drivlina, finns ytterligare fördelar.

I en mekanisk drivlina finns flera mekaniska knutpunkter där kraften ska överföras. I var och en av dessa uppstår en förlust i kraftöverföringen mellan till exempel kuggar och lager där energi försvinner i form av värme.

Dessutom innebär var och en av knutpunkterna en potentiell felkälla som är beroende på byten av förbrukningsdelar och smörjning.

Ställs detta mot en elektrisk drivlina som till största delen består av elektriska ledningar torde slutsatsen vara uppenbar. Den elektriska drivlinans fysiska uthållighet är bättre än en konventionell mekanisk motsvarighet.

Å andra sidan är så gott som samtliga källor eniga om att uthålligheten inte är given.

Det saknas ännu tester under operationslika förhållanden.

BAE pekar i sin rapport på att hybridtekniken använts i truckar, spårvagnar, trådbussar och dylikt med gott resultat⁶⁰. Författaren anser dock att dessa slutsatser inte kan tillämpas rakt av på stridsfordon, därför att det finns en väsentlig skillnad i den miljö ett stridsfordon ska användas i (terrängkörning och beskjutning etc.).

⁶⁰ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, Appendix 1, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 69

Användarsäkerheten spelar roll för personalens tilltro till systemet. När det rör sig om höga spänningar och eventuellt bly-syra-batterier blir riskerna påtagliga.

Uthålligheten kan komma att bero av hur väl utvecklade säkerhetssystem som konstrueras i ett framtida fordon.

Men även om personalen inledningsvis känner oro kring säkerheten vid bärgning/fältreparationer eller liknande, anser författaren att denna är övergående. Eftersom alla nya materielsystem genomgår omfattande tester av inte minst användarsäkerhet torde risken för personskada bli acceptabel. Den eventuella oro som finns inledningsvis borde minska i takt med stigande erfarenhet och tänkbara modifieringar i fordonen.

4.5 Skydd

Skyddet av ett stridsfordon skiljer sig enligt de intervjuade inte nämnvärt mellan band- och hjulgående fordon. Denna åsikt kan eventuellt vara grundad i att undersökningen utgått från ett konceptfordon på endera hjul eller band, och skydd av ett enskilt fordon utgår till stor del från att skydda utrymmet i vilket personalen vistas, eller att minska fordonets signatur.

Att ett hybridfordon har möjlighet att producera större mängder elektricitet skapar förutsättningar för flera tekniska skyddssystem. Lindström ger exempel på system som elektriskt pansar och adaptiv signaturanpassning⁶¹.

Samtliga källor är eniga om att seriehybridfordon har förutsättningar att lämna en lägre akustisk och termisk signatur.

Ett så kallat ”tyst” mode och en generellt sett lägre nivå av vibrationer och buller gör att fordonet löper en mindre risk för upptäckt. Något som kan vara en fördel till exempel fordonsmarsch med hjulfordon. Tätfordonet, som ofta är extra utsatt, kan då framrycka i ”tyst” mode och då minska risken att bli upptäckt⁶².

Ett hybridfordon kan stå i observations- eller eldställning utan att några motorer behöver vara igång.⁶³ Genom att inte ha någon motor som går på tomgång minskar den termiska signaturen från avgasutblås och dylikt.

⁶¹ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindström, 2012-04-25

⁶² Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁶³ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindh, 2012-04-25

Rent konstruktionsmässigt kan ett fordon av den här typen få fördelar genom minskad vikt och mer kompakt konstruktion. Tidigare har nämnts att ett hjulfordon skulle kunna spara in vikt om en mekanisk drivlina utesluts och därmed kan den insparade vikten utnyttjas till extra ballistiskt skydd inom samma viktram.⁶⁴

En mer kompakt och optimerad konstruktion gör att fordonet dels blir mindre och därmed syns mindre. Dels att komponenter, som motorpaket och liknande, kan placeras så att de bidrar till att höja skyddsnivån i fordonet.⁶⁵

Ett hjulfordon som kan genomföra en centrumsväng har större möjligheter att köra ur en hotfull situation. Dessutom kan såväl band- som hjulfordon utsättas för lägre risk för träff tack vare att de med en högre manöverförmåga kan korta tiden för förflyttning mellan olika ställningar.⁶⁶

Redundans i system är en faktor som kan påverka såväl uthållighet som skydd. De förda resonemangen sorteras dock i den här undersökningen in under skydd.

Ett hjulfordon utrustat med en elmotor i varje hjul får en relativt hög redundans då fordonet kan fortsätta i princip obehindrat även om ett hjul försvinner eller sluta driva. Med ett enerilager i form av batterier kan fordonet dessutom köras en viss tid på enbart batterikraft.⁶⁷ Alltså kan fordonet i så fall framföras utan att förbränningsmotorn fungerar. Det sistnämnda gäller både hjul- och bandfordon.

Redundansen skapad av elmotordriften i ett bandfordon kan dock ifrågasättas. Eklund skriver i sitt svar att:

*”För ett bandgående fordon så finns ju fördelar med redundans med två motorer och batterier. Dock finns ingen redundans om en elmotor slås ut eftersom vagnen då tappar drivningen på det bandet”.*⁶⁸

Det innebär förvisso en ökad redundans med dubbla kraftkällor, men då varje band drivs av endast en motor kvarstår bristen på redundans om den motorn slås ut. Jämfört med hjulfordonet som kan ha en motor för varje hjul.

⁶⁴ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Lindström, 2012-04-25

⁶⁵ Intervjuunderlag från Lindström, Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnsköldsvik, (2010), s. 64

⁶⁶ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁶⁷ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁶⁸ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

Flera av fördelarna som lyfts fram av de intervjuade förutsätter att fordonet utrustas med ett energilagrar i form av batterier. Återigen pekar Eklund på en svaghet som i det här fallet kan vara en direkt nackdel.

*”En risk är ju hur batterierna påverkar skyddet. Vissa typer av batterier kan få väldigt häftiga reaktioner om de kortsluts, tex om splitter eller projektiler penetrerar batteriet. Även vanliga blybatterier är ju riskfyllda pga syran”.*⁶⁹

Eklunds resonemang stärks av det faktum att BAE i sin rapport identifierat ett behov av att undersöka riskerna då det gäller t.ex. skador på energilagringssystem.⁷⁰

Centrumsväng med hjulfordon och batteridrift anses kräva relativt avancerad styrelektronik. Den här avancerade elektroniken, menar två av de intervjuade, kan innebära en nackdel i en hotmiljö från HPM-vapen (High power microwave) eller EMP (Elektromagnetisk puls). Inte minst hjulfordon som förväntas kräva mer elektronik för att styra de individuella hjulen anses få en ökad känslighet.⁷¹

Undersökningen av skyddet av ett enskilt fordon får avslutas med ännu ett av Eklunds resonemang kring nackdelar.

Ett hjulfordon med motorerna lokaliserade i navet riskerar att få en högre termisk signatur. Eftersom dessa elmotorer avger värme vid drift och dessutom är placerade relativt ”ytligt” i fordonet.⁷²

4.6 Diskussion/Slutsatser skydd

Flera av de stora möjligheterna till förbättrat skydd tycks komma ur det faktum att ett hybridfordon har större tillgång till elektrisk kraft. Både vad gäller energilagrar och elektriska skyddssystem.

Frågan är dock vilken betydelse navmonterade motorer får för den termiska signaturen. Det skulle kunna innebära en ökad signatur i de fall då fordonets hjul är synliga. Men då fordonet

⁶⁹ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

⁷⁰ Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnköldsvik, (2010), s. 65

⁷¹ Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund samt Lindh, 2012-04-24, 2012-04-25

⁷² Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Eklund, 2012-04-24

står i strids- eller obeservationsställning är det eftersträvansvärt att dölja större delen av fordonet bakom en höjd eller i vegetation, och i de fallen är hjulen helt eller delvis dolda.

För varje nytt tekniskt system som införs tillkommer också en potentiell felkälla, och för att fördelarna med ett nytt system ska uppfyllas krävs att systemet fungerar. Särskilt om ett nytt skyddssystem inneburit en reducerad vikt genom minskat ballistiskt skydd. Om systemet felar har vagnen annars i värsta fall ett sämre skydd än en traditionell vagn.

Störkänsligheten skulle kunna påverka hur väl de olika alternativa elektriska skyddssystemen fungerar. Såväl Lindh som Eklund har i sina svar ifrågasatt störkänsligheten mot till exempel HPM-vapen. Det stämmer förvisso att det krävs ett fullgott skydd mot denna typ av vapen för att inte riskera att fordonet utsätts för oacceptabel risk. Men de HPM-vapen som idag finns tillgängliga har sannolikt inte de prestanda som krävs, främst vad gäller effekt och räckvidd, för att utgöra ett nämnvärt hot.

Tillgången till ett energilager, dvs. batterier bidrar till stor del det som kallas ”tyst” mode. Vilket har lyfts fram som en stor fördel i hjulfordon både vad gäller uthållighet och skydd. I ett bandfordon tillför ett batterilager relativt liten nytta. Som redan har diskuterats går ett bandfordon så pass tungt att det knappt lönar sig. Men utan ett batterilager faller förmågan till ”tyst” mode. Å andra sidan kanske det inte spelar någon roll vad gäller risken för upptäckt, vilket är en del av skyddet. Eftersom ett bandgående fordon är behäftat med stora ljud- och vibrationsnivåer från sitt bandställ. Vilket åter för tankarna mot att gummiband är ett viktigt komplement när det gäller bandfordon.

Huruvida vikten kan minskas beror enligt författaren på vilket tankesätt som råder vid utvecklingen av ett framtida fordon. Sätts tillräckligt förtroende till sådana elektriska skyddssystem som tagits upp kan vikt sparas genom att pansartjockleken minskas. Om riskerna med ett felande elektriskt skyddssystem bedöms som oacceptabla kan pansartjockleken behållas på bekostnad av viktbesparingar. Alternativt måste systemen konstrueras med en tillräcklig robusthet. Men med hänsyn till de nackdelar som energilager kan medföra, kan det istället bli tvunget att förbättra bepanseringen kring batterierna.

5. Resultat

Hybridtekniken ger sannolikt fördelar i förmågorna rörlighet, uthållighet och skydd på taktisk/stridsteknisk nivå. Fördelarna tycks överväga nackdelarna.

Däremot lutar den här undersökningens resultat mot att fördelarna i flera fall förutsätter kompletteringar av ytterligare tekniska system.

5.1 Fördelar

Förmåga	Fördelar	Förutsättningar
Rörlighet	- Seriehybridlösning i ett <u>hjulfordon</u> för fordonets framkomlighet och manöverförmåga närmre den hos bandfordon.	- Konstruktion med ”rent” underrede. - Navmonterade elmotorer. - Programvara för att åstadkomma centrumsväng o.dyl.
	- <u>Bandfordon</u> erhåller fördelar avseende manöverförmåga tack vare bättre styrrespons och acceleration från stillastående.	- Anpassad programvara för styrning av de elektriska motorerna.
Uthållighet	- <u>Hjulfordon</u> får lägre ljud-/vibrationsnivåer vilket gynnar personalens uthållighet.	- Fordonet konstrueras utan mekanisk drivlina och kan köras elektriskt, ”tyst”.
	- Längre räckvidd pga. idealt varvtal på förbränningsmotor samt regenerativa bromsar. Det sistnämnda gäller i princip bara <u>hjulfordon</u> .	- Regenerativ bromsförmåga kräver batterier och komponenter som kan ta tillvara på den alstrade energin.
	- ”Tyst” mode. Kan gälla både hjul- och bandfordon	- För att ge fördelar fullt ut i ett bandfordon krävs att detta dessutom utrustas med gummiband eller liknande. - Tyst mode kräver batterilager.
Skydd	- ”Tyst” mode, ökad möjlighet att framrycka dolt. Ökad möjlighet att stå dold i observationsställning. Hjul-såväl som bandfordon.	- Batterilager.
	- Tillräcklig ombordvarande elektrisk kraft förbättrar möjligheterna att använda nya skyddssystem. T.ex. Elektriskt pansar eller adaptiv signaturanpassning.	- Tankesätt med tilltro till nya tekniska system. - Robusthet i komponenter och system för att säkerställa fullgott skydd.
	- Redundans, kunna köra vidare en viss sträcka på enbart batteri eller laddning från förbränningsmotor.	- Kräver i första fallet batterilager och i andra fallet att systemet medger att elektricitet levereras direkt från generator till elmotor(er).

Tabell 1. Fördelar med seriehybridteknik i stridsfordon

5.2 Nackdelar/Brist på uppfyllnad av fördelar

Den största direkta nackdelen, dvs. vad som skulle kunna innebära minskad eller utebliven nytta/fördel/effekt, är ett eventuellt batterilager.

Batterilager förutsätts i flera av fall för att fördelarna ska uppnås. Med konsekvensen att batterierna och de höga spänningsnivåerna, med hänsyn till dagens teknik, kan skapa nackdelar avseende skydd och uthållighet.

Nackdelarna anses mer generella än fördelarna och inte i huvudsak bundna till hjul- eller bandfordon.

Skydd

- risk för cyklisk reaktion om t.ex. litium-jonbatterier kortsluts efter att ha skjutits på, vilket innebär försämrat skydd mot restverkan
- för att skydda batterierna kan ökad bepansring krävas, eventuellt på bekostnad av rörlighet i och med att fordonets vikt ökar.

Uthållighet

- Användarsäkerheten generellt, kopplat mot handhavande av batterier och höga spänningar.
- Bärgning och fältreparationer måste föregås av att personalen tillser att chassi och liknande inte är spänningssatt till följd av skador på fordonet.
- Fler komponenter/system innebär fler felkällor trots robustheten i konstruktionen. Leder eventuellt till större fokus på människan som den svaga länken i systemet.

Utan tillräcklig utveckling av prestanda i batterier och säkerhetssystem är framgången med seriehybridtekniken i ett enskilt fordon inte given. Detta faktum diskuteras vidare i nästa kapitel.

6. Sammanfattande diskussion

Svaret på frågeställningen; vilka för- och nackdelar hybridtekniken ger på taktisk/stridsteknisk nivå i lätta stridsfordon, framgår av undersökningens resultat.

Däremot kan resultatet kvantitativt sett tolkas som att fördelarna vida överstiger nackdelarna. Alltså att fördelarna med självklarhet kommer att uppnås bara för att de är fler.

Förutsättningarna för att fördelarna ska uppnås i kombination med vissa av de direkta nackdelarna pekar i en annan riktning. Möjligen kan detta bidra till att klarlägga delar av det som togs upp i problemformuleringen, nämligen det faktum att det idag inte finns något operativt hybriddrivet militärt fordon med stridserfarenhet.

En återkommande förutsättning är behovet av energilagring, och med hänsyn till dagens batteriteknik går det inte med säkerhet att utropa hybridtekniken som ett vinnande koncept.

Fortfarande återstår att testa tekniken under operativa förhållanden vilket lämnar en osäkerhet kring huruvida det finns fler direkta nackdelar eller nackdelar som följd av andra svagheter i hybridtekniken.

Å andra sidan pågår arbete på flera håll, civilt och militärt, med att förfina tekniken för att öka prestandan i system för energilagring.

Dessutom kvartstår flera av de framtida möjligheterna som inte är beroende av energilagring. Därför kan en seriehybrid drivlina utifrån den här undersökningen ändå anses överlägsen en konventionell drivlina. Det beror till stor del på den ökade tillgången till elektrisk kraft, vilken i sin tur innebär att system som elektriskt pansar kan komma att användas.

Den ökade elektrifieringen kräver förvisso robusthet och anpassad programvara. Författaren anser dock att det snarare är en fråga om att ta fram system/produkter och genom prov och försök finna en lämplig lösning.

Den konstruktionslösning som åtnjuter flest fördelar enligt resultatet är ett hjulfordon. Den största orsaken till det är att det har just hjul istället för band.

Fördelarna med seriehybridteknik i ett bandfordon kan ifrågasättas utifrån de resonemang som förts, främst avseende regenerativa bromsar samt ljud- och vibrationsnivåer.

Härav går det att konstatera att annan eller mer utvecklad teknik krävs.

Alternativt är bandfordon helt enkelt en mer förädlad fordonskonstruktion och då finns fördelarna utanför den här undersökningens avgränsningar, t.ex. i gummibandstekniken.

En återkoppling till teoriramen de grundläggande förmågorna får stå som avslutning för den här undersökningen.

Utifrån de definitioner som givits har tre personer fått argumentera för vilka för- och nackdelar de kunnat se med en ny hybriddrivlina i ett stridsfordon. Deras svar anser författaren tyder på att intervjupersonerna förstått och i stor utsträckning kunnat förhålla sig till teoriramen. Författaren menar att det bekräftar att tankemodellen grundläggande förmågor varit användbar i den här undersökningen.

Intervjusvaren överensstämmer även i stort med de resultat författaren erhållit från analysen av BAE:s rapport.

De grundläggande förmågornas inbördes beroende kan anses bekräftat av att en förändring i en förmåga, på grund av en teknisk förändring, speglar av sig även på övriga förmågor.

Ett exempel är tillgången till tillräcklig elektrisk kraft. Med den kan fordonet framföras tyst, både tack vare att den mekaniska drivlinan kan byggas bort och för att fordonet kan köras helt elektriskt. Av detta stärks personalens *uthållighet* i fordonet.

Det tysta fordonet löper mindre risk att upptäckas och elektrisk drift förbättrar möjligheterna för ett hjulfordon att göra centrumsväng. Denna ökade *rörlighet* i kombination med bättre acceleration från stillastående tack vare elmotorerna, gynnar också *skyddet*.

På liknande sätt borde resonemangen kunna fortsätta för att täcka in övriga tre grundläggande förmågor.

Med vilka förutsättningar och på vilket sätt får framtida forskning ge vid handen.

Författaren vill rikta ett särskilt tack till följande personer för deras bidrag och medverkan:

Björn Andersson, Jonas Eklund, Jan Forsberg, Jens Lindh, Rickard O. Lindström

6.1 Förslag till fortsatta studier

Den här uppsatsen fokuserade på ett enskilt fordon med seriehybridteknik. Endast tre av sex grundläggande förmågor undersöktes.

Det kan således vara av intresse att studera påverkan i övriga tre förmågor. Vilket kan kräva att ett förband av fordon studeras (pluton, kompani eller motsvarande).

Även andra fordonstyper än stridsfordon kan undersökas för att bedöma om seriehybridteknik eller hybridtekniken i allmänhet kan ge fördelar även där. Till exempel kan logistikfordon såsom lastväxlarlastbilar och dylikt studeras för att eventuellt bedöma nyttan i den strategiska rörligheten. Särskilt sedan den här undersökningen kommit fram till att hjulfordon får störst fördelar jämfört med bandfordon.

Det har heller inte gjorts några bedömningar av ekonomiska faktorer eftersom det inte finns något operativt system vars livscykelkostnad kan beräknas.

Även olika tekniker för energilagring, vilka har fått stort fokus i den här undersökningen, är av intresse att undersöka. Möjligen kan en liknande studie upprepas om ett antal år då batteritekniken genomgått ytterligare utveckling. Alternativt kan ett fordon med förmåga att bära mer nyttolast i form av just batterier undersökas för att se om tekniken ställer samma krav där.

7. Referenser

- Andersson, Kurt et.al., *Verkan och skydd*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2009)
- Anund, Kjell, Ohlsson, Anders & Larsson, Sven, *Prestanda: BAS 3.0. Fordonsteknik, 3.*, [uppdaterade] uppl., Gleerup, Malmö, (2008)
- Arméreglemente. Del 2, *AR Taktik*, 1995 års utg., Chefen för armén i samarbete med Försvarsmedia, Stockholm, (1995)
- BAE-Systems, *Adaptiv – A unique camouflage system*, http://www.baesystems.com/magazine/BAES_019786/adaptiv--a-cloak-of-invisibility?_afLoop=249401358918000, (2011), Hämtad 2012-05-07
- BAE-systems, *EM centre – power for the future*, (2012), http://www.baesystems.com/product/BAES_033841/em-centre---power-for-the-future?_afLoop=158501350716000, (Hämtad 2012-04-04)
- BAE-systems, *Hybrid electric power supply*, (2012), http://www1.baesystems.com/ProductsServices/l_and_a_gs_hybrid_electronic.html, Hämtad 2012-04-11
- Bruzelius, Nils et.al, *Farkostteknik*, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010)
- Denscombe Martyn, *Forskningshandboken: för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*, 2. uppl., Studentlitteratur, Lund, (2009)
- DMarkO doktrin för markoperationer*, Försvarsmakten, Stockholm, (2005)
- Egebäck, Karl-Erik & Bucksch, Sören, *Hybridfordon: ett alternativ för den svenska bilparken*, Kommunikationsberedningen (KFB), Stockholm, (2000)
- Ejvegård, Rolf, *Vetenskaplig metod*, 3., omarb. uppl., Studentlitteratur, Lund, (2003)
- Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Jonas Eklund, 2012-04-24
- Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Jens Lindh, 2012-04-25
- Intervjuunderlag, i författarens ägo, från Rickard O. Lindström, 2012-04-25
- Lampton Christopher, *How regenerative braking works*, <http://auto.howstuffworks.com/auto-parts/brakes/brake-types/regenerative-braking.htm/printable>, HowStuffWorks, Inc., Atlanta GA, Hämtad 2012-05-10
- Lindström, Rickard O., *Tankar om framtidens stridsfordon*, KKrVAHT nr 5 2007, Stockholm, (2007)
- Militärstrategisk doktrin*, Försvarsmakten, Stockholm, (2002)
- Ogorkiewicz, Richard M, 'Electric drives take new forms: developments of electric transmissions for armored vehicles', Jane's IDR., 1999(21):1, s. 33-34, 36-37, (1999)
- Sundelin, Tom, *Studie om framtida fordonsteknologier*, v7, BAE-systems, Örnsköldsvik, (2010)
- Wargclou, Dan, *Räddning vid trafikolycka - personbil*, Ny, [utök. och uppdaterad] utg., Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Karlstad, (2010)

8. Bilagor

8.1 Bilaga 1. Intervjuunderlag

Intervju

- Åsikter angående fördelar/nackdelar med seriehybridteknik i stridsfordon

Datum: 2012-04-

Namn:

Kort bakgrund: (Till exempel nuvarande anställning och befattning, samt tidigare erfarenheter av stridsfordon och/eller hybridteknik)

Förutsättningar

Det här materialet innehåller ett antal frågor och ramfaktorer för intervjun. I intervjun efterfrågas dina åsikter kring fördelar och nackdelar med ett seriehybridstridsfordon.

-Nivåmässigt avses **två** konceptuella konstruktioner av ett enskilt fordon.

-Ramarna för undersökningen består av **tre** definierade förmågor.

-Motivera dina svar.

Frågeställningar

1) Vilka fördelar och/eller nackdelar kan du se med seriehybridtekniken i ett lätt, **hjulgående** stridsfordon, vikt ca 15-20 ton, avseende:

a) Taktisk/stridsteknisk rörlighet

*"Rörlighet syftar till att manövrera avdelade system, förband och övriga resurser i tid och rum så att eget och överordnat mål kan uppnås."*⁷³

Taktisk rörlighet kan inom markarenan ses som ett fordons manöverförmåga och framkomlighet. Med framkomlighet menas till exempel om det kan köra över en myr, stenröse eller vada genom ett vattendrag.

Manöverförmågan beskriver exempelvis hur snabbt ett fordon accelererar eller hur hög dess toppfart är.

Faktorer som påverkar detta är bland annat vikt, storlek, motorstyrka, kraftöverföring samt om fordonet är band- eller hjulgående.

Stridsteknisk rörlighet påverkar hur ett fordon kan användas för att till exempel ta eller försvara terräng.⁷⁴

SVAR:

b) Uthållighet på taktisk/stridsteknisk nivå

⁷³ DMarkO doktrin för markoperationer, Försvarsmakten, Stockholm, (2005), s. 69

⁷⁴ Bruzelius, Nils, Farkostteknik, 1. uppl., Försvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 21ff

*"Uthållighet syftar till att kontinuerligt vidmakthålla egen personell och materiell tillgänglighet så att eget och överordnat mål uppnås"*⁷⁵

Kan beskrivas som hur väl, ett förband eller system, hanterar att över viss kortare tid upprätthålla full verksamhet. Till exempel hur länge ett fordon kan köras för fullt eller hur länge ett stridsfordonsförband kan strida.

Det kan också vara ett mått på hur intensiv verksamhet som kan bedrivas utan att stridsvärdet sjunker under ett visst värde avseende tillgänglighet eller kvarvarande drifttid.

Uthålligheten påverkas också av hur personalen upplever systemet med hänsyn till hur säkert (både användarsäkerhet och skydds nivå) det upplevs.⁷⁶

SVAR:

c) Skydd på taktisk/stridsteknisk nivå

*"Skydd syftar till att – genom såväl tekniska som taktiska, passiva och aktiva åtgärder – skapa förutsättningar för ökad överlevnad, uthållighet och möjligheter till verkan, så att eget och överordnat mål kan uppnås"*⁷⁷

Här handlar det om skyddet i, eller av, det enskilda fordonet. Vanligen olika typer av ballistiskt skydd för att förhindra verkan. Liner och brandsläckningssystem för att motverka restverkan osv.

Det handlar även om signaturreducerande åtgärder, främst akustiskt och termiskt, för att förhindra upptäckt.

Fordonets manöverförmåga kan också spela roll för att undvika träff eller för att snabbt förflytta fordonet ur en hotfull situation.⁷⁸

SVAR:

Vänligen besvara nu samma frågor utifrån förutsättningarna i fråga 2)!

2) Vilka fördelar och/eller nackdelar kan du se med seriehybridtekniken i ett lätt, bandgående stridsfordon, vikt ca 15-20 ton, avseende:

a) Taktiskt/stridsteknisk rörlighet

SVAR:

⁷⁵ DMarkO doktrin för markoperationer, Förvarsmakten, Stockholm, (2005), s.73

⁷⁶ Bruzelius, Nils, Farkostteknik, 1. uppl., Förvarshögskolan, Stockholm, (2010), s. 26

⁷⁷ DMarkO doktrin för markoperationer, Förvarsmakten, Stockholm, (2005), s. 71

⁷⁸ Andersson, Kurt, Verkan och skydd, 1. uppl., Förvarshögskolan, Stockholm, (2009), s. 250f

b) Uthållighet på taktisk/stridsteknisk nivå

SVAR:

c) Skydd på taktisk/stridsteknisk nivå

SVAR: