



Åke Sivertun, Stefan Silfverskiöld, Lars Löfgren,
Per Eliasson, Martin Norsell, Anders Eriksson

”Geografisk och klimatologisk påverkan på personal och materiel”



Författare Sivertun, Silfverskiöld, Löfgren, Eliasson, Norsell, Eriksson	Datum 2009-12-18	Utgåva	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03
Antal bilagor 2	Informationsklass ÖPPEN		

Dokumentets titel**Geografisk och klimatologisk påverkan på personal och materiel vid expeditionära insatser.****Sammanfattning**

För att kunna verka i framtidens insatsmiljöer krävs en god kännedom om det geografiska området och dess klimat. De människor som ska verka på en plats utan att vara rätt förberedda och utan att ha fått rätt utrustning kommer inte att kunna utföra sitt uppdrag och förlusterna kan bli stora. Den utrustning och materiel som ska stödja insatsen kan bli obrukbar eller få mycket kort livslängd beroende på att den är avsedd för andra förhållanden än den som råder där de blir insatta. Miljön förändrar sig även över tiden med ibland olika årstider eller varierande temperatur, luftfuktighet och andra väderförhållanden – kanske under samma dygn. Fysiologisk inverkan på den enskilde soldaten liksom icke- eller felfungerande materiel är exempel på geografisk och klimatologisk påverkan som har stor betydelse för förbands säkerhet och deras förmåga att lösa tilldelade uppgifter. Utan kunskap om dessa frågor, t.ex. om vilka sjukdomar eller andra lokala faror kopplade bl.a. till klimatet som väntar liksom korrosiva och prestandarelaterade begränsningar hos medförd materiel, kan insatsen bli begränsad eller rent av misslyckad.

Syftet med denna studie är att inledningsvis inventera för att i senare faser föreslå lösningar på behovet av geografisk och klimatologisk kunskap som stöd för den expeditionära förmågan – d.v.s. förmågan att kunna verka även på andra geografiska platser och under andra klimatologiska förhållanden och med snabbare insatstid än vi hittills gjort. Studien omfattar en genomgång av de olika informationsresurser som finns och hur villkoren ser ut för att kunna utnyttja dessa.

- Vilka möjligheter finns det att byta eller kommunicera information med andra förband eller aktörer?
- Hur har erfarenheterna från tidigare insatser dokumenterats och i vilken mån har lärdomarna kunnat integreras i doktriner, kravspecifikationer och planer?

En viktig frågeställning som behöver arbetas vidare med är vilken beredskap som finns i berörda staber att ta hand om geografisk och klimatologisk information och arbeta in den i sina egna planer och system för att skaffa sig en lägesbild? I förslag till senare faser i detta projekt nämns att utveckla förslag på de funktioner som skulle behövas för att kunna hantera dynamisk geografisk och klimatologisk information - tillsammans med information om hur dessa förhållanden påverkar människor och utrustning - i informationssystem och beslutstöd.

Nyckelord

Geografisk information, Klimat- och väderinformation, Fysiologiska och teknologiska begränsningar vid expeditionära insatser

Granskad och godkänd

Granskad av: namnteckning, tjänstetitel Martin Norsell, tf professor i militärteknik	Godkänd av: namnteckning, tjänstetitel Fritz Eriksson, uppdragsledare
------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	3
1.1	Teoretiskt ramverk.....	5
1.2	Metod.....	6
2	Försörjning med Geografisk och klimatologisk väderinformation.	6
3	Meteorologisk information	7
4	Klimatets påverkan på människa, materiel och verksamhet.....	8
	Varmt klimats påverkan på människan	8
	Kallt klimats påverkan på människan	9
	Klimatets påverkan på soldatens klädsel	10
	Kallt klimats påverkan på materiel	11
	Varmt klimats påverkan på materiel	12
	Bergterrängens inverkan på människan.....	12
	Bergterrängens inverkan på materiel	13
5	Fysiologiska faktorer.....	14
6	Forskningsläget idag om hantering av klimatologisk och geografisk information.....	15
7	Slutsatser och rekommendationer	19
8	Referenser.....	20

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 3(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	----------------

1 Inledning

Vid expeditionära insatser är kraven än större på formaliserad information om insatsområdet än vid insatser hemmavid. I Sverige, Norden eller andra länder med liknande klimat och förhållanden har vi dels en, om inte helt ”medfödd” så förvärvad anpassning till de naturgivna förhållandena samt kunskap om det landskap och den miljö vi verkar i.

Egna erfarenheter och de erfarenheter som vi kunnat få fram i ett antal intervjuer och samtal med olika tjänsteföreträdare vid tidigare svenska expeditionära insatser pekar på betydelsen av förtrogenhetskunskap om de områden man skall verka i. Det räcker inte att endast ha en karta med sig utan man måste även komplettera den med information om de olika landskapstyperna och hur de ter sig under olika årstider och väderförhållanden mm. Förståelse för hur marken är beskaffad, vilken vegetation som finns liksom uppgifter om djur och människor i området är viktigt för att se både var man kan hämta stöd och resurser och var faror hotar. För de tjänsteföreträdare som inte har denna förtrogenhet är kraven än viktigare på att man i informationssystemen som ska betjäna dem i deras verksamhet har inbyggda sökfunktioner och funktioner som mer eller mindre automatiskt pekar på omständigheter som måste beaktas på olika platser vid olika tider och under olika givna förhållanden.

Väderinformation är en sådan dynamisk information man måste kunna hämta in med hög upplösning och med möjlighet att jämföra med topografisk och annan geografisk information så att man rätt kan bedöma förutsättningarna för olika förflyttningar och handlingsalternativ. För att åstadkomma detta måste kartor finnas i digital form som är möjliga att uppdatera i realtid eller nära realtid. Metoder för att säkerställa att aktuell information förs med ned till patrullnivån är en säkerhetskritisk förmåga. Att snabbt kunna lämna säkra uppdateringar från fältet eller via sensorer är en annan förmåga som skapar en grund för att verka på ett effektivt sätt.

Rätt använd väderinformation kan tillsammans med det digitala kartunderlaget skapa förutsättningar för initiativförmåga och ett informationsövertag. Vägdata måste finnas eller vara möjlig att lägga till för att möjliggöra transporter och övrig logistik. Dessutom kan detta användas för att registrera och förutse hot samt att planera snabbaste och säkraste sätt att genomföra förflyttningar.

Det gäller inte bara att ha tillgång till en karta – man måste även kunna läsa kartan eller lyfta ut den digitala informationen till analysystem och förstå hur man ska använda sig av informationen i den. Det gäller att kunna ställa samman information om olika förhållanden på en plats för att rätt kunna utnyttja terrängen och dess förutsättningar. Man bör även ha kännedom om vilka människor som finns i området och vilka lojaliteter, seder eller andra förhållanden som råder och om man kan förvänta sig att ha dessa människor med sig eller om de är potentiella fiender.

Således gäller det att samla in och integrera stora mängder av information som bas för att kunna utnyttja sensorer och tekniska system som stöd för verksamheten.

I en aktuell C-uppsats från FHS (Rutgersson 2009) visar författaren på nödvändigheten att bygga upp en infrastruktur med geografiska data som stöd för precisionsvapen (typ

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 4(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	----------------

Excalibur). Moderna informationssystem (IS) och Geografiska Informationssystem (GIS) medger att man hanterar de stora datamängder och den lägesbestämda information som krävs för att sådana vapensystem ska kunna användas på ett önskvärt sätt. Informationssystemen medger analys och jämförelse med inmätta värden på plats, vilket i bästa fall ger dimensionerande verkan och att man undviker vådabekämpning.

I dag har vi olika standarder för data och system för att hantera data vilket försvårar möjligheterna att lägga samman och dela information från olika vapenslag, tjänstegrenar och verksamheter. Här påpekas i de olika såväl militära (t.ex. HKV 18 100:53116) som civila initiativ som vi stött på under arbetets gång (t.ex. Inspire och eSDI-NET+) att det måste till standarder för utbyte av information mellan de olika aktörer som förväntas samarbeta. Den militära verksamheten betecknas i framtiden som såväl expeditionär som multinationell och multifunktionell (t.ex. Örtengren m.fl. 2008). Samtidigt påpekas att det inte räcker med standarder för tekniskt utbyte av data utan att man även måste utveckla metoder och processer för att hantera de ontologiska skillnaderna mellan de databaser som ska integreras. Med ontologier menas de olika grundläggande kunskapssyner som skiljer t.ex. geologiska databaser för hållfasthetsberäkning av grunden vid byggnation och de geologiska kartor som används av hydrogeologer, geokemister eller bönder som vill optimera sina jordbruksmetoder. Även mellan olika militära verksamheter finns sådana skillnader som måste kunna hanteras om man vill uppnå en gemensam lägesbild och en gemensam lägesuppfattning. Om man vill standardisera den våtmarksinformation som finns i Svenska kartor (med ett tiotal klasser) till Nato eller Europeisk standard (där man bara har ett fåtal beteckningar för våtmark) måste man antingen avvika från standarderna eller försöka införa egna undergrupper för att stödja verksamheten. Likaså har vi problemen med symboler som betyder olika saker i olika sammanhang. Ett H kan t.ex. beteckna allt från "hamn", "helikopterlandningsplats", "hospital" eller "hotell". Dessutom vet vi inte om Hospital är en enkel vårdcentral eller ett sjukhus med kirurgisk kapacitet osv. Det gäller således att standardisera inte till den minsta gemensamma nämnaren utan till den "största" och dessutom lägga till attributinformation så att man beroende på användarens situation, verksamhet, tidskrav, språk mm kan få en representation som passar. Det kan även gälla att få data i en form som krävs av den analysmodul och modell man vill använda för en analys. Detta problem har hanterats av många forskare som föreslår en databaslösning med "aktiva medlare" som t.ex. ser det språk, det datalogiska protokoll eller det maner som data presenteras endast som en instans av data. Ett exempel på hur ett sådant synsätt tillämpas är den "Semantiska WEBen" där man bygger in ett antal ingångar till en databas så att användarna får de svar som förväntas och i en form som passar just den användaren. WEBen kan t.o.m. programmeras att känna av vilken plattform användaren vill ha svar på och vilket nätverk och med vilken sekretessnivå och med vilka program som data ska analyseras och sedan presenteras i.

Geografisk och klimatologisk information är viktig med avseende på möjligheterna till integration inom såväl eget förband, vapenslag och försvarsmakt. Vidare krävs i dag samverkan med andra länders försvarsmakter och civila myndigheter och företag. Geografisk och klimatologisk information är viktig för att analysera behovet av utrustning och vilka gränser som finns både för denna och för personalens möjlighet att verka. I ett Geografiskt Informationssystem kan man även successivt lägga in vägar och andra transportleder och på så sätt bidra med logistiska aspekter på verksamheten.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 5(33)
-------------------	---------------------	------------------------------------	----------------

1.1 Teoretiskt ramverk

För analys av expeditionär förmåga (XF) måste man studera behoven och möjligheterna att möta dessa krav. En avgränsning i detta arbete är att behandla informationsbehovet och hur det kan tillfredställas. Genom att veta vilken miljö som kommer att möta en insats och därmed vilka krav som kan finnas på materiel och förberedelser kan man undvika att i ”onödan” och för säkerhets skull behöva ta med sig utrustning och förnödenheter. På samma vis undviker man att av okunskap missa viktiga förmågor därför att man inte var förberedd på den verklighet som man hamnar i. Det är viktigt att i detalj känna till att många regioner i världen (liksom Norden) har årstider och stora variationer i väder och andra förhållanden även inom dessa. Geografiska förhållanden såsom topografi påverkar även temperatur, vindar, framkomlighet och utrustningsbehov. För att beräkna effekten av vädret eller andra dynamiska faktorer är det nödvändigt att utveckla distribuerade modeller där man väger samman betydelsen av olika faktorer enligt gällande teorier för hur man hanterar sådan information. Erfarenheter finns för hur man som förberedelse för en (expeditionär) insats simulerar olika scenarier i ett Geografiska Informationssystem (GIS) och med hjälp av geografiska databaser ev. uppdaterade med sensorinformation och GIS-verktyg och modeller tar fram tänkbara möjligheter och begränsningar. I artikeln ”Critique systems for Geographical information and GIS” (Sivertun 2009), beskrivs hur en sådan GIS-baserad modell för framkomlighet kan användas för att ge ”kritik” av föreslagna framryckningsvägar i ett militärt ledningssystem. Genom processen att samla information och bygga modellen ökar man kännedomen om insatsområdet och kan identifiera kritiska landavsnitt eller situationer som man helst inte ska hamna i om man vill behålla sin förmåga att verka. Vet man att man troligen kommer att behöva röra sig i en terräng med begränsad framkomlighet måste man antingen förses med andra fordon eller säkra de transportvägar där det är möjligt att ta sig fram med befintlig utrustning. På samma sätt krävs det detaljerade underrättelser för att kunna verka bland befolkningen med dess olika kulturella och sociala tillhörigheter, sympatier och antipatier samt ekonomiska intressen.

Som beskrevs i FHS uppsatsen ”Den militära nyttan med GIS kopplat till EOI¹ vid precisionsbekämpning” (Rutgersson 2009) kommer framtida vapensystem och insatser att kräva en mycket mer detaljerad geografisk information. Denna information kan om den är lagrad och indexerad i GIS-format utgöra underlag för bedömningar viktiga för såväl den militära logistiken som för verkan och skydd. Samverkan med egna styrkor, likväl som med allierade förband, kan åstadkommas genom att standardisera och harmonisera inte bara databaserna innehåll utan även hur de är indexerade och vilket semantiskt innehåll de har. Att harmonisera olika kartsymboler är ett steg för att utveckla en sådan informatisk förmåga men, det räcker inte. Man måste så tidigt som möjligt påbörja ett arbete med att beskriva de underliggande förhållanden som gett upphovet till en viss klassning. Denna klassning måste kunna göras dynamiskt eftersom en framkomlig väg kan förändras till en icke framkomlig – av många olika orsaker. Vidare kan man genom att införa nya metoder, ny militär teknik och utbilda på dessa åstadkomma ny militär förmåga. Denna är inte sällan kopplad till möjligheten att snabbt få tillgång till och kunna analysera en föränderlig verklighet. För detta krävs forskning och utveckling av såväl datafusion, sensor-data fusion, analys av rumsliga (geografiska data), dynamiska rumsliga

¹ EOI = Eldlednings- och Observationsinstrument

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 6(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	----------------

förlopp, säker och säkerställd kommunikation med stora datamängder och rumslig information, systemutveckling och utformning av ledningssystem likväl som utveckling av formerna för militär ledning. Dessa komplicerade frågeställningar behandlas i dag internationellt av ett flertal olika forskargrupper, bl.a. inom områdena ledningssystem och Geographical Information Science (GISc).

1.2 Metod

Inom projektet Expeditionär förmåga Geografisk och Klimatologisk påverkan har en forskargrupp på MTA vid försvarshögskolan studerat de dokument och databaser som vi kunnat finna på området. Det har gällt icke hemligstämplade dokument och databaser – öppna för publicering och vi har vinnlagt oss om att inte sammanställa detaljerad sakinformation och prestanda om olika system. Inledningsvis har vi även gjort en inventering av olika rapporter – t.ex. Reserapport från deltagande i NATO ACT Konferens i Nordfolk/Virginia med temat "Expeditionära Operationer" (16 100:60177, 2009) 2009-08-24.

2 Försörjning med Geografisk och klimatologisk väderinformation

HKV PROD LED GEOMETOC GEO funktionsleder den geografisk informationstjänsten i Försvarsmakten och ansvarar för försörjning med geografisk information inom Försvarsmakten.

För att främst tillgodose Försvarsmaktens behov av försörjning med all nationell och internationell geografisk information är en särskild enhet inom LM organiserad (HKV 2007-02-08, 18 100:626 37, *FM/LM Följdöverenskommelse om FM stödenhet geografisk information, Geo SE*). Geo SE är för Försvarsmakten sammanhållande avseende anskaffning, lagring, bearbetning och distribution av geografisk information till FM IT-system, förband och användare.

Kontaktinformation avseende geografisk information vid FMV, Geo SE, Flyginfo SE samt en sammanställning av bilaterala avtal inom området återfinns i bilaga 1.

3 Meteorologisk information

Meteorologisk information är viktig och i många fall gränssättande. FM vädertjänst levererar väderinformation till FM inför övningar och insatser. De har gjort 120-150 utredningar årligen de senaste åren med stort fokus på områden där FM verkar internationellt. Alla utredningar/studier som görs börjar med en beställning eller förfrågan. I verksamhetsuppdragen från HKV får METOCC varje år i uppgift att "ansvara för FM och samverkande myndigheters behov av klimatologi och väderstatistik".

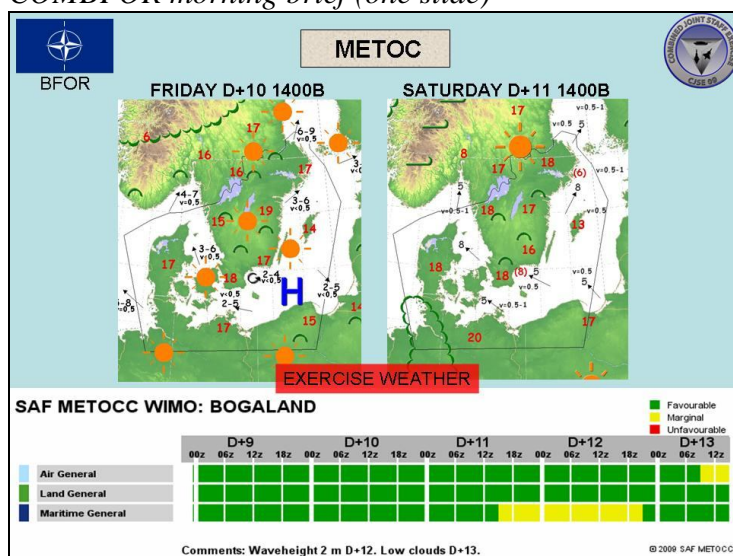
På Produktionsavdelningen på METOCC håller man på att bygga upp kunskaper och metoder att göra realtidsprognoser för områden där FM verkar. T.ex. har man utarbetat realtidsprognoser till den svenska marina insatsen utanför Somalia med start sommaren 2009.

I XF projektet har vi studerat rapporter och exempel på studier och övningar där METOCC och motsvarande organisationer i Holland och USA varit inblandade. Den först studien var av Moilanen, J. (2009) "METOC erfarenheter från CJSE09".

Studien sammanfattades i följande punkter;

- 1) CJSE09 fungerade väldigt bra ur ett Vädertjänstperspektiv. Tekniken, MM4 fungerade stabilt och bra. Vad gäller kontakterna med LTC så återstår en del att förbättra så att de får förståelse för METOCs behov.
- 2) Det är först när vädret börjar ge begränsningar som stabsmedlemmarna upptäcker nytan av att ha en meteorolog i staben. Därför var det bra att väderfaktorn fick spela en roll under denna övning.
- 3) Vad som efterfrågas på de flesta håll är inte "vad blir det för väder" utan "hur påverkar vädret vår planering". Vi måste därför bli bättre på att kunna svara på dessa frågor.
- 4) Behov finns av översiktligt väder på längre sikt, upp till D+10, därför bör vi fundera över ett lämpligt sätt att svara upp mot de kraven. (ibid)

COMBFOR morning brief (one slide)



Figur; Moilanen, J. (2009) "METOC erfarenheter från CJSE09".

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 8(33)
-------------------	---------------------	------------------------------------	----------------

4 Klimatets påverkan på människa, materiel och verksamhet

Många av de möjliga insatsområdena vi står inför har extrema klimat.² Den svenska ISAF-enheten i Afghanistan upplever allt från + 50 °C i skuggan ner till - 35 °C och snöstorm. I både Liberia, Kongo och Tchad har vi verkat i tropiskt klimat.³ Detta ställer krav på både förband och enskilda soldater att vara väl utbildade och förberedda för att kunna börja lösa uppgiften så snart de är på plats.

Nedan lyfts ett antal exempel på klimatets påverkan fram vilka är avsedda att åskådliggöra viktiga faktorer som påverkar människa, materiel och verksamhet. Kunskap som hämtats från utbildningspaketet Vinterförmåga redovisas som exempel på vilken information som skulle kunna presenteras om ett arbete initierades för att utarbeta motsvarande utbildningspaket för ökenförhållanden, tropikerna och bergsterräng.

Djup kunskap och underlag för utbildning om SERE (Survival, Evasion, Resistance, Extraction) i ökenförhållanden och tropikerna finns vid FM Överlevnadsskola. Kunskap och utbildningsunderlag avseende bergsterräng finns vid Bergsenheten på MSS. Enligt deras egna uppgifter saknas dock för närvarande personella resurser att utveckla ett digitalt utbildningspaket liknande Vinterförmåga.

Varmt klimats påverkan på människan

Vid verksamhet i extremt varma klimat så måste soldaten vidta åtgärder för att hålla ner kroppsvärmen, exempelvis skydda sig från solen och klä sig luftigt. Kroppen vidtar också själv åtgärder, den svalkar sig själv genom att svettas.⁴ Men den behöver också tid för att anpassa sig till nya klimat. En kropp som inte är van behöver normalt sett en till två veckor för att acklimatisera sig fullt ut. Ju större temperaturskillnad desto längre tid tar det. Acklimatiseringen underlättas av att vara vältränad. Genom att träna i extra varma träningslokaler kan soldaten förbereda kroppen att arbeta i hög värme vilket underlättar acklimatiseringen.⁵

De amerikanska soldaterna i Kuwait, januari 1991, bar var och en med sig ca 2,5 liter vätska samt fast vätska i form av frukt. När solen gick ner kom kylan. Öknen är torr vilket innebär att den ackumulerar värmen från solen dåligt (vore öknen fuktig skulle den behålla mer av värmen till natten). Dagtid var temperaturen +35 °C och på natten som kallast -28 °C. Följden blev att truppen fick problem med klädseln och att hålla kroppstemperaturen. Vintertid blåste det kraftigt – runt 15 m/s och vid -5 °C innebar det en kyl-

² Svensson Joakim, *Från snö till sand med samma förband*, Stockholm, Krigsvetenskapliga institutionen, Försvarshögskolan 2006 - C-uppsats 319/6:1

³ Försvarsmakten, *Utlandsstyrkan i fredens tjänst*, Fälth & Hässler, Värnamo 2006

⁴ SISU Idrottsböcker, *Idrottens Träninglära*, Elanders Skogs Grafiska 2002, sida 58

⁵ Headquarters, Department of the Army (1982) FM 90-5 – *Jungle Operations*, Washington DC, US Government printing office: 1987 – 189-575: QL 3, kapitel 3

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 9(33)
-------------------	---------------------	------------------------------------	----------------

effekt om ca $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Att öknen var torr innebar vid den extrema kylan att kropparna tor-kade ut. Detta fick till följd att truppen konsumerade mycket vatten, ca 27 liter/dygn.⁶

I djungeln förlorar soldaten stora mängder vätska genom svettning. Vatten är därför livs-viktigt. Det är lätt att hitta vatten i djungeln men svårt att hitta rent vatten då alla naturli-ga källor bör anses vara förorenade. Det är därför livsavgörande att soldaten i djungeln har kunskap om hur han får tag på rent vatten. Att samla regnvatten på rätt sätt och att kunna rena vatten måste alla soldater lära sig innan de sätts in i djungeln. Det är också av stor vikt att chefen ger sina soldater tid och möjlighet att både skaffa fram vatten och att dricka för att kunna ersätta all förlorad vätska.⁷ I djungeln finns det stora möjligheter att hitta mat och föda om det finns behov av detta. Skulle soldaten hamna i en situation där han behöver överleva i djungeln finns det både djur, frukter, blommor, blad, rötter och grönsaker att äta, givetvis beroende på var i världen man befinner sig.⁸ Kunskap om vad som är ätligt och har högt näringsvärde är således viktig. Likaså är det viktigt att ha kun-skap om giftiga eller skadliga växter, insekter och djur. Brist på salt orsakar värmerelate-rade krampstillstånd. Saltbrist i kombination med vätskebrist orsakar värmeutmattning som kan leda till att kroppens kylmekanism sätts ur spel.

Kallt klimats påverkan på människan

Högvintern – (december–februari) karakteriseras av djup snö, stark kyla och mörker. Mörkret kan upplevas som tröttande. Man förbrukar mer energi när det är kallt och får därför inte slarva med maten, t ex sova över ett mål. Den kalla, torra luften drar vätska från kroppen. I stark kyla blir små detaljer avgörande för huruvida man klarar sig från kylskador. Att ha fel sorts handskar, klockarmband av metall etc. kan få svåra conse- kvenser.⁹

Eftervintern – (mars–maj) karakteriseras av dagsmeja, kalla nätter och mycket växlande temperaturer, från flera plusgrader under dagen till ofta kallare än $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nattetid. Nu har soldaterna fått rutin på att vistas ute under vinterförhållanden, men det är lätt att börja slarva när vårsolen värmer. Yrsnö eller regn ena timmen, kallt nästa timme vilket innebär att det återigen blir viktigt med ombyten och att låta kläder och skor torka. Föt- terna är särskilt utsatta när vädret är ombytligt eller man måste in och ut ur fordon.¹⁰ Enligt olika försök ökar ämnesomsättningen hos personal med upp till 100–200 % vid kyla, vilket ökar livsmedels- och vätskebehov. Motsvarande värden gäller för ökad för- brukning av drivmedel.¹¹

Den enskilda människans förmåga att anpassa sig till kyla och snö kan i viss utsträckning påverkas genom en gradvis acklimatisering till miljön. Acklimatisering i vintermiljö tar normalt sett flera veckor under förutsättning att soldaten har rätt utbildning och utrust-

⁶ Utbildningspaket Vinterförmåga, Försvarsmakten 2006, M7734-110021

⁷ Headquarters, Department of the Army (1982) FM 90-5 – *Jungle Operations*, Washington DC, US Government printing office: 1987 – 189-575: QL 3, kapitel 2

⁸ Headquarters, Department of the Army (1982) FM 90-5 – *Jungle Operations*, Washington DC, US Government printing office: 1987 – 189-575: QL 3, kapitel 3

⁹ Utbildningspaket Vinterförmåga, Försvarsmakten 2006, M7734-110021

¹⁰ ibid

¹¹ Utbildningspaket Vinterförmåga, Försvarsmakten 2006, M7734-110021

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 10(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

ning. Man förlorar ofta snabbt denna svårvunna anpassning. Vid väderomslag då det plötsligt blivit mildare är erfarenhet från brevbärare i Boden att man kraftigt lättat på klädseln. Anpassningen till kallt väder behålls då i ca en dag. Sedan tar det ca tre dagar till en vecka att bygga upp sin anpassning igen. Detta bekräftas av vetenskapliga resultat.¹²

Människan är ett däggdjur som är anpassat för en omgivande temperatur på 27 °C (i vila). Vid denna temperatur varken svettas eller fryser vi och kroppen är i värmebalans. Vår hudtemperatur är då 33–34 °C. Kroppen strävar efter att upprätthålla en konstant inre temperatur på ca 37 °C, för att kroppens vitala delar ska fungera på bästa sätt. Vintertid kräver det därför att soldaten vidtar åtgärder för att kunna behålla denna temperatur. Soldaten måste klä på sig ordentligt eller vara i rörelse för att inte börja frysa samt måste också äta och dricka mer än under sommarförhållanden trots samma ansträngningsnivå. Det går åt mer vatten på vintern än på sommaren. Vidare påverkar vätskeförlusten mängden blod i kroppen vilket i sin tur begränsar cirkulationen med påföljd att kylskador på extremiteter lättare uppstår. När kroppstemperaturen sjunker tvingas njurarna arbeta mer, och man tvingas att urinera oftare vilket leder till att man förlorar mycket kroppsvätska. Mat påverkar också vätskeintaget. Att äta fläskkött är bra för det innehåller mycket vatten. Däremot innehåller nötkött mindre vatten. Därför behövs mer vatten vid förbränning i tarmarna. Vid verksamhet i kyla ökar också behovet av att upprätthålla kroppsvärmen. Då fysisk aktivitet är det enklaste sättet att alstra värme och värma upp kroppen så ökar också energiförbrukningen. Det är därför viktigt att öka energiintaget vintertid.¹³

Varje dygn förlorar kroppen ca 2,5 liter vätska (även om man inte utför något arbete utan ligger still i en säng). Vätskeförlusten sker genom bl.a. urinering, avföring, andning och svettning. I vinterklimat bör soldaten dricka 4-6 liter vätska/dygn vid normal ansträngning, dubbelt så mycket som normalt. Detta behov kan dock mångdubblas vid fysisk aktivitet. Detta beror på att kroppen värmer upp och fuktar den torra och kalla inandningsluften mer än normalt.¹⁴

Klimatets påverkan på soldatens klädsel

I djungeln bör soldaten ha med sig minst ett torrt ombyte att ta på sig när han sover. Detta görs inte bara för att motverka svamp och sjukdomar utan också för att kunna vila bättre. På morgonen när han stiger upp tar han på sig sina blöta och smutsiga kläder igen för att spara de torra till kvällen. Det är också viktigt att han ofta tar av sig kängorna för att massera och lufta fötterna samt byter till torra strumpor. Genom att klä sig luftigt och undvika åtsmitande kläder så långt det är möjligt minskar också risken att drabbas av svamp och sjukdomar.¹⁵

¹² Utbildningspaket Vinterförmåga, Försvarmakten 2006, M7734-110021

¹³ Utbildningspaket Vinterförmåga, Försvarmakten 2006, M7734-110021

¹⁴ Försvarmakten, Utbildningsreglemente *Kallt Väder*, 2005, HKV bet 09 833:72361, sida 20

¹⁵ Headquarters, Department of the Army (1982) FM 90-5 – *Jungle Operations*, Washington DC, US Government printing office: 1987 – 189-575: QL 3, kapitel 2

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 11(33)
-------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

Vid verksamhet i sträng kyla måste soldaten klä sig ordentligt för att bibehålla kroppsvärmen (37grader) eftersom kroppen för en ständig kamp mot kylan. Om kroppen förlorar temperatur kan det få ödesdigra konsekvenser.¹⁶

Vid hårt arbete kan avdunstningen genom svettning vara upp till 4 liter vätska per timme.¹⁷

I vinterklimat är det speciellt viktigt att anpassa klädseln innan hårt arbete. Om soldaten är för varmt klädd ökar han då mängden svett som produceras. Detta leder då inte bara till vätskeförlust utan också till att han blir rejält fuktig och ökar risken för nedkylning.¹⁸

Vid bivackering i kyla bör man om möjligt byta om till ett torrt underställ och torra strumpor innan man går och lägger sig. Även om kläderna man har på sig känns torra är det ändå alltid lite fukt i kläderna vilket leder till avkylning. Man kan torka lätt fuktiga kläder i sovsäcken eller mellan sovsäckarna (FM sovsäckssystem 2000) men det är viktigt att alltid ta på sig det fuktiga ombytet innan man börjar arbeta igen så att man alltid har något torrt att ta på sig vid vila.¹⁹

FOI har utvecklat ett generellt simuleringsprogram, INSULA, för beräkning av soldatens termofysiologiska belastning. Programmet innehåller tre delmodeller, en fysiologisk, en beklädnadsfysikalisk och en klimatmodell. Klimatmodellen utgår från representativa klimatdata för ett stort antal orter i världen. Ortens longitud och latitud bestämmer temperatur, luftfuktighet, solinstrålning (på stående människa) under dagens olika timmar, vid valfri tid på året. Vind, molnighet och underlagets reflexionsegenskaper anges. Effekter av regn innebär praktiskt taget alltid nedkylning, antingen direkt vid vätning av huden, eller indirekt via vätning av kläderna. När kläderna blir våta minskar oftast deras isolerande förmåga. Dessutom sker avdunstning från klädernas yta varvid yttemperaturen sjunker. Därmed ökar värmetransporthastigheten genom kläderna som i praktiken upplevs som försämrad isolation. Vatten i kläder innebär att isolation minskar genom att den isolerande luften trängs undan samt, i vissa fall, att plaggen komprimeras varvid mängden innesluten luft minskar. Liknande inverkan har svettansamling i kläderna.²⁰

Kallt klimats påverkan på materiel

Vintern ställer höga krav på prestanda och ökar risken för materielskador. Genom ett varsamt och anpassat nyttjande kan de dock undvikas. Det är viktigt att följa stående rutiner avseende förebyggande och avhjälpande underhåll. Vissa känsliga delsystem kan vara i behov av tätare och noggrannare kontroller och detta ska inarbetas i rutinerna. För att möjliggöra underhåll och kontroller ska nödvändig tid avsättas. Allt genomförande tar längre tid vintertid.

Vid stark kyla går en stor del av förbandets verksamhet åt till att hantera de materielproblem som uppstår. Vinterförhållanden innebär generellt ett ökat behov av underhåll av

¹⁶ Försvarsmakten, Utbildningsreglemente *Vintersoldat*, 1997, HKV bet 09833:70609, sida 11-13

¹⁷ Försvarsmakten, Utbildningsreglemente *Vintersoldat*, 1997, HKV bet 09833:70609, sida 13

¹⁸ Försvarsmakten, Utbildningsreglemente *Vintersoldat*, 1997, HKV bet 09833:70609, kapitel 3

¹⁹ Försvarsmakten, Utbildningsreglemente *Vintersoldat*, 1997, HKV bet 09833:70609, kapitel 1 och 8

²⁰ Ulf Danielsson, INSULA – ett generellt simuleringsprogram för beräkning av soldatens termofysiologiska belastning, FOI-R—1052—SE, Totalförsvarets forskningsinstitut FOI, december 2003.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 12(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

materielen samt krav på särskild förtänksamhet och försiktighet i handhavandet. Erfarenheter visar att omloppstider ökar avsevärt vid stark kyla.

Generellt gäller att:

- kyla gör de flesta material spröda
- kyla gör smörjmedel mer trögflytande och ökar belastningen på maskinell utrustning
- kyla gör att batterikapaciteten går ned
- snö ökar belastningen på fordon
- snö och is kan fysiskt begränsa materielens funktion
- snö gör det svårt att upptäcka hinder och ogynnsamma markförhållanden
- maskinell utrustning bör varmköras med låg belastning tills den erhållit normal driftstemperatur innan full belastning/effekt kan tas ut.

Varmt klimats påverkan på materiel

Varma klimat där även luften är fuktig tenderar att, exempelvis bland annat, accelerera rostning, vilket ställer större krav på att smörja eller eventuellt redan under anskaffning, använda rostfria material på utsatta ställen.²¹

Ur mekanisk synvinkel innebär värme i sig sällan något större problem, inom de ramar som är aktuella på jordytan. Man bör dock notera att de flesta materials hållfasthet sjunker med ökande temperatur, exemplifierat av stål som är ett mycket dåligt bärande material vid brand. För metalliska material är dock reduktionen i hållfasthet närmast försumbar vid de temperaturnivåer som uthärdas av människan, men plaster och gummimaterial kan påverkas väsentligt mer. Då sådana material ofta förekommer i till exempel lager och bussningar, kan slitstyrkan i vissa system reduceras. I vissa typer av komponenter och system kan säkerligen expansionen av materialen med temperaturen leda till driftproblem, till exempel i täta passningar.²²

För en djupare genomgång avseende klimatologisk påverkan av mekaniska system hänvisas till bilaga 2, Rapport från Anders Eriksson, KTH Mekanik.

Bergterrängens inverkan på människan

Under dessa förhållande kan höga höjder över havsytan med påföljande syrebrist orsaka svårigheter för både människor och materiel. Följande översikt är ett exempel och beskriver olika höjder över havet och dess påverkan på människan.

²¹ Tekniska rapport, Tek Mark, 2006-04-10, 35127 90607 Slutrapport Statusundersökning Strf90C.

²² Anders Eriksson, Klimatologisk påverkan av mekaniska system, Rapport, KTH Mekanik.

Tabell 1. Exempel på olika höjders påverkan på människan²³

Höjd	Meter	Effekt
Låg	Havsytan — 1,500	Ingen.
Mellanhög höjd	1,500 — 2,400	Mild, tillfällig höjdsjuka.
Hög	2,400 — 4,200	Höjdsjuka och minskad fysisk förmåga blir vanligare
Mycket hög	4,200 — 5,400	Höjdsjuka och minskad fysisk förmåga allmänt
Extrem	5,400 — Högre	Med acklimatisering kan soldater verka under kortare perioder

Faktorer som människan kan utsättas för i bergsterräng och som även lätt kan förstärka påverkan med ökande höjd är nederbörd, vindhastighet, temperatur, ålder, utmattning, och eventuell medicinerig. Även utbildningsnivån är en viktig faktor för funktionsnivå och överlevnad. Det är mycket viktigt att mat och vätska intas i tillräcklig mängd då kroppen behöver mer energi än vanligt för att fungera vid verksamhet på hög höjd över havet. Tobak, alkohol och koffein är typiska ämnen man bör undvika då de alla har negativ inverkan. På hög höjd där luften är tunn minskar perception, minne, omdöme och uppmärksamhet och på höjder över 3000 meter finns det risk för att sinnena, humör och personlighet påverkas och att perception, minne, omdöme och uppmärksamhet försämras ytterligare.

Bergsterrängens inverkan på materiel

Följande faktorer är exempel på vad som kan vara av betydelse för bedömning av hur vapen och materielen påverkar uppträdande i bergsterräng: Operationer och underhåll av förband och personal, observationsmöjligheter, avstånd, termisk kontrast, ballistik och projektilbanor, målpupptäckt, målbekämpningstid, kamouflage, döljande (maskering) samt ljud, rörlighet, förplägnad och underhåll, aerodynamisk lyftförmåga, funktion och tillförlitlighet, positionering och val av grupperingsplats.²⁴ Kombinerat med faktorerna höjd, nederbörd, vindhastighet och temperatur fås den sammanlagda effekten på människan och förbandets förmåga.

Vapenhantering, risker med vapen och inverkan av vapensystemens vikt har stor inverkan vid verksamhet i bergsterräng. I stenig terräng ökar risken för att splitter förekommer. Vapen bör skjutas in inför operationer i bergsterräng då högre nivåer över havet påverkar hur projektiler beter sig. Verkan av direktriktad understödseld minskar ofta då stora skillnader i höjder samt korta avstånd är vanliga. Understödsvapen tyngre än granatgevär, som exempelvis pansarvärnsrobot och liknande, kan på grund av vikten vara svåra att bära med sig, vilket ofta kan vara nödvändigt i denna sorts terräng eftersom fordon kan ha svårt att ta sig fram.²⁵

²³ <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-97-6/ch1.htm#sec3par4>

²⁴ <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-97-6/ch1.htm#sec3par4>

²⁵ Ibid.

5 Fysiologiska faktorer

GIH har genomfört undersökningar med multisportare som tävlar på relativt hög intensitet under flera dagar i sträck då de sover två timmar per dygn och har en energiomsättning på 15-20 000 kcal per dygn (normal energiomsättning c:a 2 500-3 000 kcal per dygn). Då det är svårt att ha ett energiintag som matchar förbrukningen uppstår stora energiunderskott. Denna stressituation är inte helt olik militär verksamhet och båda typerna av arbete leder till en rad fysiologiska och medicinska konsekvenser som samtliga ger sänkt prestationsförmåga. GIHs forskning visar bl. a. att hjärtat påverkas negativt men att vissa individer påverkas betydligt mindre än andra och därvid kan behålla ett högre stridsvärde. Det finns möjligheter att minska dessa negativa effekter av långvarigt arbete.

Vi föreslår därför att en studie genomförs i samverkan med FoT-området Försvarsrelaterad medicin och GIH för att undersöka om man kan minska de negativa medicinska och fysiologiska effekterna av långvarigt arbete under stressande förhållanden och sömnbrist:

- Vätskeunderskott leder för vissa personer till bl. a. försämrad syn och försämrad förmåga att hantera precisionsverktyg. I varma klimat kan man svettas 2 l/timme, vilket måste ersättas. Hur stor mängd man kan dricka per timme utan att bli illamående varierar mellan 0,6 - 2 l/h. Huruvida man kan vänja sig vid vätskeunderskott är troligen lite studerat, däremot kan man lära sig att ta in vätska med jämna intervaller. Återhämtning efter vätskeunderskott kan ta flera dagar, vilket påverkar det fysiska stridsvärdet. Ett stresstest, där arbetsförmåga vid höga temperaturer och vätskeunderskott undersöks, behöver utvecklas.
- En fråga som kan vara av stort intresse vid expeditionära insatser är om man kan förutse vilka soldater som under givna individuella förutsättningar inte kommer att kunna genomföra ett längre fysiskt pass med stora energiunderskott, sömnbrist och under olika klimatologiska påfrestningar. Tidigare har en studie genomförts med kustjägare där blodprover togs före, under och efter en femdagars övning. Av 10 försökspersoner, som alla var friskförklarade före övningen, var fyra stycken tvungna att avbryta övningen. I blodprover som togs före övningen fanns hos dessa förändringar i delar av immunförsvaret som de som fullföljde övningen saknade. En fördjupad studie skulle kunna visa på om ett enkelt blodprov skulle kunna ligga till grund för att både godkänna soldater för en långvarig krävande insats respektive exkludera soldater från en insats då deras immunologiska status eller andra fysiologiska parametrar inte medger långvarig belastning.
- Kartläggning av stora delar av multisporteliten i Sverige visar tydliga indikationer på att vissa faktorer skiljer mellan de som förekommer i resultatlistornas topp, jämfört med dem som är mindre framgångsrika. Det gäller t.ex. längd, vikt, fysiologiska testvärden likväl som bakgrundsfaktorer såsom träningsmängd, skadebenägenhet och psykologisk stabilitet som förmågan att motstå smärta och oväntade motgångar. Troligen måste det finnas faktorer som särskiljer dem som klarar påfrestningarna från dem som faller igenom. Det väcker forskningsfrågan: Kan man från tester välja ut lämpliga personer för extrema fysiska belastningar? En jämförelse av kartläggningen av multisportare med data från mönstring kopplat till avbrutna utbildningar och testvärden från yrkesmilitärer skulle kunna leda

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 15(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

till fastställande av en kravprofil för rekrytering till krävande militära utbildningar.

- Det finns indikationer på att kvinnor efter 2 dygns långtidsbelastning presterar väl så bra som männen, ibland bättre. En studie av om det finns något i den kvinnliga fysiologin som gör att de klarar sömnbrist bättre än män föreslås genomföras.

I övrigt efterfrågas bättre samverkan inom Norden och andra samarbetsparter avseende sjukvård vid internationella insatser samt en process för återkoppling av erfarenheter avseende fysiologiska faktorer vid insatser, vilket saknas idag.

6 Forskningsläget idag om hantering av klimatologisk och geografisk information

Idag finns det projekt på EU-nivå som försöker skapa möjligheter för gemensam hantering av information från geografiska datasystem, klimatologiska data samt väderinformation. Detta sker inom ramen för EU:s INSPIRE-direktiv, som går ut på att kunna hantera och fusionera informationen i ett system för att därigenom kunna skapa helhetsuppfattningar av geografisk och klimatologisk information.²⁶ Flera holländska och tyska universitet och institut arbetar med detta idag.²⁷ I USA håller NASA på att undersöka vilka metoder som kan vara gångbara för effektiv omvandling av t.ex. nederbördsdata till praktiskt användbar taktisk information.²⁸

Insamlingen av information rörande geografisk och klimatologisk påverkan på människor och materiel har betydande informationskällor om de geografiska områden, djungel, öken och berg som har varit i fokus. Under insamlingen av material till denna studie har flera saker kunnat identifieras som betydande brister i form av avsaknad av samlad kunskap och erfarenhet inom geografisk och klimatologisk påverkan på människa och materiel - vilket diskuteras nedan.

METOC har, som en erfarenhet från flera övningar inom FM, efterfrågat en större förståelse för METOCs krav i verksamheten samt framhäver kraven på hur analyser av hur vädret påverkar förmågan att genomföra verksamheten. Likaså pekar man på krav från staber på längre prognoser – upp till 10 dagar. Likaså borde en förbättrad upplösningen i såväl tid som rum och innehåll i prognoserna kunna tillföra staberna förmåga och insikt om var, när och hur man ska kunna utföra sitt uppdrag. Vad vi förstår går det inte enkelt att överföra prognoskartorna från meteorologerna till analysystem (typ GIS) och ledningssystem. För att kunna uppnå den funktionalitet som efterfrågas av FM föreslår vi således att man i samarbete mellan forskare, utvecklare och användare undersöker i vilken mån man kan öka användbarheten av den meteorologiska informationen i bedömningar rörande såväl personal som materiel och för operationer. Om man skapar möjligheter att

²⁶ www.lantmateriet.se . http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=12635

²⁷ Groot et al. Atmospheric Data Access for the Geospatial User Community (ADAGUC). Remote Sensing and Spatial Information Science. Vol XXXVII. Del B7. Peking 2008

²⁸ Stocker & Kelley. Improving Access to Precipitation Data for GIS Users: Designing for Ease of Use. NASA Goddard Space Flight Center. Third IASTED International Conference ISBN CD: 978-0-88986-682-9 (2007)

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 16(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

utbyta data i de system som används för att hantera såväl meteorologiska data som övriga delar av ledningssystemen skulle meteorologerna få information om terrängen som är viktig för att göra detaljerade prognoser. Användarna av väderprognoserna ges samtidigt möjlighet att väga in detaljerade prognoser i sitt beslutsfattande.

I artiklarna "ATMOSPHERIC DATA ACCESS FOR THE GEOSPATIAL USER COMMUNITY" (Groot, E. et al. 2008) och Improving Access to Precipitation data for GIS Users: Designing for ease of use (Stocker, E. & Kelley O.A. 2007) visas på de problem som är relaterade till att meteorologiska data oftast inte är tillgängliga för andra discipliner och verksamheter än meteorologer. Enligt dessa artiklar är det inte heller bara en fråga om att definiera standarder för att överföra data från system för att beräkna moln, nederbörd, avrinning och andra väderrelaterade data till de ledningssystem som används av militärer och andra beslutsfattare.

- Enligt de svenska erfarenheterna fanns det ett önskemål om bättre information om vilka effekter olika meteorologiska fenomen får på den planeringen. Databaserade modeller utvecklade i samarbete mellan geologer, geografer, meteorologer och olika militära företrädare skulle kunna utgöra ett stöd för bättre bedömningar.
- Utökade studier och erfarenhetsinsamling kring kopplingen mellan klimatet, teknologin och de människor som ska använda densamma
- Att stödja och följa de FoU-områden som rör hantering och fusionering av geografiska data respektive klimatologisk- och väderinformation är en väg som kan väljas. Denna väg är idag långt ifrån färdigutstakad, vilket de studerade EU-direktiverna respektive de studerade projekten talar för. Den slutliga effekten och nyttan av resultaten från dessa standardiserings- och harmoniseringsprojekt är svåra att bedöma. Att delta i denna forskning, utveckling och standardiseringsarbetet är viktigt eftersom detta är en möjlighet att få gehör för Svenska eller Nordiska krav på de framtida databaserna, deras ontologier och procedurerna för att samla in, indexera, analysera och byta data och information.

Harmoniserade geografiska data kan, som tidigare nämnts, integreras även i meteorologernas prognoser så att lokala väderprognoser kan utarbetas. I så fall behöver man harmonisera data vilket i detta fall skiljer sig från standardisering av objektsdefinitioner eller symboler som ska illustrera dessa. För att kunna byta data mellan olika verksamhetsområden är det troligen mest rationellt att modellera data så att de går att sätta samman beroende på den specifika användning de ska ha. Klassificeringen av jordarter är t.ex. beroende av kornstorlek, form och utseende på kornen (texturen), vilket mineral de består av och hur jordarten bildats, om jordarten är stratifierad mm. Det krävs även information i 3 dimensioner för att beskriva om jorden finns i en sluttning, på plan mark, om och med vad den är beväxt osv. Att definiera hur detta ska göras på ett så resurseffektivt sätt som möjligt är ett FoU område där FM skulle kunna bidra för att få sina speciella krav beaktade.

- Såsom visas i artikeln "Critique systems for Geographic information and GIS" (Sivertun 2009) kan man beräkna framkomlighet i ett stort geografisk område som förberedelse och träning för en insats. Genom att komplettera denna modell med andra modeller kan man analysera fri sikt och lämpliga platser för att upprätta olika militära verksamheter med avseende på logistik, skydd och möjlighet att verka. Genom att komplettera med sensorinformation och underrättelser kan man dynamiskt följa en händelseutveckling och vidta motåtgärder.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 17(33)
-------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

Har man tillgång till dessa föreslagna parametrar samt topografi, hydrologi, blockighet, bebyggelse, vägar och andra människoskapade strukturer hjälper detta till att göra såväl detaljerade prognoser samt analysera vilken påverkan som kan väntas och därmed inverkan för insatsen.

Vi har i vår undersökning inte hittat något samlat och systematiserat sätt för kunskaps- och erfarenhetsåterföring inom FM (vilket är identifierat genom C INS uppdrag till Anders Brännström att etablera en strukturerad erfarenhetsprocess). Vad avser geografisk och klimatologisk information skulle denna kunna samlas in multimodalt (d.v.s. som text, databaser, bildform och grafik samt som digitala kartor mm) för att göras tillgänglig i en databas eventuellt som en delmängd av en kunskapsportal (t.ex. KUPAL). Information bör vara lätt och snabbt sökbar och uppdelad på länder eller geografiskt utsnitt med de olika geografiska och klimatologiska förutsättningarna redovisade.

- Vi föreslår att man inventerar de olika metoder som finns för att söka information och data utifrån olika infallsvinklar och för olika behov. Exempelvis kan en sökning på ”öken” resultera i träff på de länder som har öken innanför sina gränser samtidigt som man vid en sökning på ett visst land kan få indikation om och var ökenförhållanden råder. Informationen skulle kunna kompletteras med förtroghetskunskap kring geografiska och klimatologiska erfarenheter från insatsförbanden. Även andra länders erfarenhetsåterföring är viktig att få tillgång till även om det finns brister i informations- och erfarenhetsåterföringen även där.
- Hur människan påverkas behandlas ofta utförligt men hur materielen påverkas hanteras inte alltid lika noggrant.²⁹ Hur klimatrelaterade faktorer påverkar materielen och kan möjliggöra eller eventuellt störa eller till och med förhindra hela operationer redovisas inte alls eller bara fragmentariskt i de öppna källor som granskats inom projektet.
- Kopplingen mellan teknologin och de människor som ska använda densamma är ett viktigt samband att studera och skapa vägledande ”dokument” och hypertexter kring.

Med beaktande av detta ovan nämnda kan ett exempel på lösning som är värd att utvärdera vara att bygga ett informationssystem av befintliga komponenter men med ”middleware” som kopplar samman informationen och möjliggör att man kan ställa frågor och analysera resultatet i modeller. Detta designarbete är något som de olika FM intressenterna tillsammans med FHS och andra organisationer i samarbete skulle kunna bidra med. Resultaten skulle kunna (om vi kommer fram till att detta är vad FM vill ha) liknas vid de, visserligen statiska men informativa, utrikespolitiska institutets landinformation Länder i fickformat. Där skulle man på liknande sätt - men dynamiskt kunna uppdatera med klimatologisk-, topologisk- och väderinformation och koppla dessa data till information om samlade erfarenheter.³⁰ Informationen kan sedan tillgängliggöras både i fickformat (med den dagsfärska upplagan som ”print on demand” eller som elektronisk text) och i en databas som lätt kan kompletteras utifrån aktuell situation och behov. Det bör även gå att söka såväl geografiskt som på olika sökord och begrepp och man ska kunna

²⁹ <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-97-6/ch1.htm#sec3par4>

³⁰ <http://www.landguiden.se/>. 2009-10-09

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 18(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

få tips om referenser på andra källor att fördjupa sig i. Databasen kan utformas med öppna delar och stängda delar för känslig information. Förslag på områden som kan vara viktiga, och följer logiken från ovan, är att rikta in informationen mot människa, materien och verksamhet, vilka samtliga påverkas av geografiska och klimatologiska faktorer. Viktigt är då att betona vilka faktorer hos människan och materien som kan möjliggöra respektive förhindra en viss insats. Delprojektet rekommenderar vidare att FM stödjer att vi;

- Följer forskningen om fusionering av geografiska data, klimat och väderinformation som pågår inom EU och internationellt
- Utveckla metoder för att samla geografisk, klimatologisk och meteorologisk information och erfarenheter och dess påverkan i en databas inom t.ex. KUPAL
- Medverka till att ta fram utbildningspaket för olika klimatzoner t.ex. ökenförhållanden, tropikerna och bergsterräng med en koppling till geografisk och klimatologisk databas.
- Medverka i studier tillsammans med Försvarsrelaterad medicin syftande till nya urvalskriterier för svår fysisk belastning i olika klimat
- Ta fram metodik för systematisk insamling av kunskap och erfarenhet om personal, materiel och verksamhet

För att studera identifierade kunskapsbehov avseende fysiskt stridsvärde föreslås att en studie genomförs i samverkan med FoT-området Försvarsrelaterad medicin för att undersöka följande forskningsfrågor:

- Kan man minska de negativa medicinska och fysiologiska effekterna av långvarigt arbete under stressande förhållanden och sömnbrist.
- Kan en studie av arbetsförmåga vid extrema temperaturer och vätskeunderskott leda till att ett stresstest utvecklas att nyttjas vid uttagning av personal.
- Kan ett blodprov och/eller andra test ligga till grund för att både godkänna soldater för ett långvarig krävande uppdrag respektive tillfälligtvis exkludera soldater från ett uppdrag då deras fysiologiska (och immunologiska) status inte medger långvarig belastning.
- Kan faktorer identifieras som särskiljer dem som klarar fysiska påfrestningarna från dem som faller igenom. Kan man från tester välja ut lämpliga personer för extrema fysiska belastningar? Kan en jämförelse av kartläggningen av multisportare med data från mönstring kopplat till avbrutna utbildningar och testvärden från yrkesmilitärer leda till fastställande av en kravprofil för rekrytering till krävande militära utbildningar?

I övrigt efterfrågas bättre samverkan inom Norden och med andra samarbetsparter avseende sjukvård vid internationella insatser samt en formaliserad process för återkoppling av erfarenheter om fysiologiska faktorer, vilket inte är tillräckligt utvecklat idag.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 19(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

7 Slutsatser och rekommendationer

Vi föreslår med ledning av ovanstående analys att FM fortsätter att stödja FoU inom följande områden;

- 1) Följa den forskning och utveckling kring fusionering av geografiska data, klimat och väderinformation som pågår inom EU och internationellt.
- 2) Medverka till att utveckla metoder för att samla geografisk, klimatologisk, meteorologisk information och geografiskt indexerade erfarenheter och dess påverkan i en databas (t.ex. KUPAL).
- 3) Studera och samla erfarenheter inom FoT-området Försvarsrelaterad medicin om:
 - Urval av personal (kön, ålder, fysiologiska m.fl. egenskaper)
 - Förberedelser (Fysisk träning, höjdträning, visualisera miljö och mission, mentala förberedelser – Heart and Mind)
- 4) Utarbeta en handbok/kunskapsbank för uppträdande i expeditionära miljöer (en digital "vintersoldat" inkl beredskap för omhändertagande)
- 5) Ta fram metoder för att systematiskt insamla kunskap och erfarenheter om personal, materiel och verksamhet relaterade till klimat och geografi.
- 6) Utveckla metodik för att kunna söka och uppdatera dessa erfarenheter från olika tjänsteföreträdares utgångspunkter.
- 7) Koppla ihop gränssättande faktorer för människa och teknik och beskriv dess påverkan på verksamheten

I samtliga fall kan FHS spela en roll som samordnare av de olika insatser som bör ske.

Vad avser studierna om fysiskt stridsvärde tillsammans med FoT-området Försvarsrelaterad medicin, GIH och andra specialister kan FHS bidra med systemkunskaper och kunskaper om hur man kan strukturera och tillgängliggöra dessa kunskaper och erfarenheter på ett så effektivt, användbart och användarvänligt sätt som möjligt.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 20(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

8 Referenser

Svensson Joakim, Från snö till sand med samma förband, Stockholm, Krigsvetenskapliga institutionen, Försvarshögskolan 2006 - C-uppsats 319/6:1.

Försvarsmakten, *Utlandsstyrkan i fredens tjänst*, Fälth & Hässler, Värnamo 2006.

SISU Idrottsböcker, *Idrottens Träninglära*, Elanders Skogs Grafiska 2002.

Headquarters, Department of the Army (1982) FM 90-5 – Jungle Operations, Washington DC, US Government printing office: 1987 – 189-575: QL 3.

Utbildningspaket Vinterförmåga, Försvarsmakten 2006, M7734-110021.

Försvarsmakten, Utbildningsreglemente *Kallt Väder*, 2005, HKV bet 09 833:72361.

Ulf Danielsson, INSULA – ett generellt simuleringsprogram för beräkning av soldatens termofysiologiska belastning, FOI-R—1052—SE, december 2003.

Tek Mark, 2006-04-10, 35 127:90607 Slutrapport Statusundersökning Strf90C.

Flygelholm, S & Hansson, L-Å, Reserapport från deltagande i NATO ACT Konferens i Nordfolk/Virginia med temat "Expeditionära Operationer" HKV 16 100:60177, 2009

Groot, E. et al. (2008) Atmospheric Data Access for the Geospatial User Community. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol XXXVII. Del B7. Peking 2008

Moilanen, J. (2009) METOC Erfarenheter från CJSE09 090421—29

Sivertun, Å (2009) "Critique systems for Geographic information and GIS" Proceedings ICC 2009 (in print)

Stocker, E. & Kelley O.A. (2007) Improving Access to Precipitation Data for GIS Users: Designing for Ease of Use. Proceedings ISPRS, Environmental Modelling and simulation, Hawaii 2007.

Rutgersson, L-G, Den militära nyttan med GIS kopplat till EOI vid precisions-bekämpning. C-uppsats, FHS (2009).

Eriksson, A, Klimatologisk påverkan av mekaniska system, Rapport, KTH Mekanik (2009).

<http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-97-6/ch1.htm#sec3par4>

www.lantmateriet.se .

http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=12635

<http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/3-97-6/ch1.htm#sec3par4>

<http://www.landguiden.se/>. 2009-10-09

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 21(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

Bilaga 1

Geografisk informationstjänst

HKV PROD LED GEOMETOC GEO funktionsleder den geografisk informationstjänsten i Försvarmakten och ansvarar för försörjning med geografisk information inom Försvarmakten.

För att främst tillgodose FM:s behov av försörjning med all nationell och internationell geografisk information är en särskild enhet inom LM organiserad (HKV 2007-02-08, 18 100:626 37, *FM/LM Följdöverenskommelse om FM stödenhet geografisk information, Geo SE*). Geo SE är för Försvarmakten sammanhållande avseende anskaffning, lagring, bearbetning och distribution av geografisk information till FM IT-system, förband och användare. Geo SE tillhandahåller även funktion för Geosupport för FM operativ nivå och US.

FMV

Användning och utveckling av system inom FMV för FM räkning där geografisk information skall användas i någon form koordineras inom FMV av SML/MS462. Här kan man få hjälp med information om organisation, teknik, inriktning och kontaktytor. MS462 skall också, åt FM, hålla reda på alla system som är utvecklade eller är under utveckling och som behöver geoinfo för att lösa uppgiften. Kontaktperson Berit Solvander (Tfn: 08-782 53 82, berit.solvander@fmv.se).

HKV PROD LED GEOMETOC GEO

Funktionsleder geografisk informationstjänst i Försvarmakten
 Ansvarar för försörjning med geografisk information inom Försvarmakten.
 Funktionsleder Lantmäteriet Geo SE
 Funktionsleder Krigstryckorganisationen (KTO)

Kontaktperson:

Leif Sundgren

Swedish Armed Forces HQ/ Acting Head of military geographic service

Försvarmakten HKV/ PROD LED GeoMetoc/Tjf C Geoinfotjänsten

SE-107 85 STOCKHOLM

Telephone: +4687887814, Fax: +4687887596, Cell phone: +46702657770

e-mail: leif.sundgren@mil.se

HKV INS FTS LUFFTFART

Funktionsleder flyginformation i Försvarmakten
 Ansvarar för försörjning med flyginformation inom Försvarmakten.
 Funktionsleder Luftfartsverket FlygInfo SE

Lantmäteriet Geo SE

Stödenhet Geografisk Information, Geo SE: För att främst tillgodose FM:s behov av försörjning med all nationell och internationell geografisk information är en särskild enhet inom LM organiserad (HKV 2007-02-08, 18 100:626 37, *FM/LM Följdöverenskommelse om FM stödenhet geografisk information, Geo SE*).

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 22(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

Geo SE är för Försvarsmakten sammanhållande avseende anskaffning, lagring, bearbetning och distribution av geografisk information till FM IT-system, förband och användare. Geo SE tillhandahåller även funktion för Geosupport för FM operativ nivå och US.

FlygInfo SE

Stödenhet för militär Flyginformation, FlygInfo SE: För att främst tillgodose FM:s behov av försörjning med nationell och internationell flyginformation är en särskild enhet inom LFV organiserad (HKV 2008-02-28, 02805:216 43, Produktionsavtal militär flyginformationstjänst). FlygInfo SE är för Försvarsmakten sammanhållande avseende anskaffning, lagring, bearbetning och distribution av flyginformation till FM IT-system, förband och användare.

Beställning av geografisk information och luftrumsinformation regleras i HKV skrivelse 2007-10-17, 18 200:76002, Rutiner för beställning av Geografisk information. Denna reglerar även hur myndigheter under Fö kan och skall beställa det dom behöver (dvs även FHS och FMV). Skrivelsen är planerad att uppdateras under hösten 2009. Mer information om Geoinfotjänsten finns att läsa på FMIP Emil under Tjänster - FM Geo-webb.

Beställare av geografisk information och internationella kartor

Behovet av nationell och internationell geografisk information samt tryckta kartor utanför Svenskt territorium tillgodoses genom beställning från Lantmäteriet, Geo SE.

<u>Adress mm</u>	<u>Telefon</u>
LANTMÄTERIET	Växel: 0771-63 63 63
Geo SE	Fax: 08-5348 9313
Box 24 274	Kryfax: 08-5348 9314
104 51 STOCKHOLM	Beställn.funktion: 08-5348 9338
Besöksadress: Karlavägen 112, plan7 STOCKHOLM	Krytele (Nat/Int): Geo SE innehåller förmågan (samband upprättas vid behov)
E-postadress: geo-se@mil.se	E-postadress (EMIL): geo-se-hkv-bestallning@mil.se

Behovet av flyginformation och flygkartor tillgodoses genom beställning från Luftfartsverket, FlygInfo SE.

<u>Adress mm</u>	<u>Telefon</u>
Flyginfo SE	Växel: 011-19 20 00
Löjtnantsgatan 25	Beställn.funktion: 08-797 70 20
115 50 Stockholm	Fax: 08-567 911 02
E-postadress: flyginfose@lfv.se	

Bilaterala avtal

Enskilda företrädare för FM och FMV får inte på egen hand kontakta främmande makt (i FM namn) i syfte att komma åt geografisk information och flyginformation. HKV svarar genom nämnda organisationsdelar för all dialog avseende datautbyte och datafångst med motsvarande organisationer utomlands. All dialog baseras på avtal (MoU) vilket FM

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 23(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

genom PROD LED GEOMETOC på regeringens uppdrag upprättar med olika länder. FTS LUFTFART och PROD LED GEOMETOC samverkar i detta arbete i syfte att säkerställa viss utbyte av och tillgång till geoinfo, flyginfo och i några fall även METOC.

Sverige har f n bilaterala avtal avseende utbyte av militär geografisk information ("geo-info") med fyra länder; USA, UK, Tyskland, Norge

Genom dessa avtal har FM relativt god tillgång till kartor och digital information för land, sjö och luft i relativt stora delar av världen. För sjö finns vissa begränsningar, den digitala informationen är inte alltid avsedd för t ex. navigering

Informationen kan utgöras av;

- maps and aeronautical/nautical charts;
- digital geospatial data;
- hydrographical, geophysical, oceanographic and meteorological data;
- technical documents and information on technological developments;
- catalogues;
- training (including the exchange of personnel);
- research and development initiatives;

Informationen som utbyts är, enligt avtalen, i huvudsak UNCLASSIFIED.

I samtliga avtal görs hänvisningar till ländernas gällande säkerhetsavtal och NATO PfP SOFA.

Avtalen reglerar hur informationen ska hanteras med hänsyn till upphovsrättsliga spörsmål, inklusive kommersiella sådana, hur ev uppkomna kostnader ska kompenseras osv. Kontaktpersoner redovisas och exakt vilka produkter / data som ska utbytas specificeras i regel i bilagor.

Geo SE sköter den dagliga hanteringen av utlämning och beställning av data genom att de är single point of contact för allt sådant utbyte. Hanteringen sker i nära samverkan med FlygInfo SE.

FM har genom ett bemyndigande från regeringen (från 2007) rätt att förhandla, ingå, ändra och säga upp avtal av den här kategorin. Bemyndigandet avser f n 32 länder; bland annat alla EU-länder. Inom FM har rätten att underteckna avtalen delegerats till General Anders Brännström. Vid Geo SE är Leif Sundgren ansvarig för alla bilaterala avtal avseende geoinfo och har rätt att utföra allt arbete med avtalens utformning, alltid i samverkan med FM juridiska sektion.

Ett avtal med Schweiz är klart för undertecknande av Sverige.

Dialog om avtal pågår dessutom f n med följande länder:

Danmark, Finland, Frankrike, Italien, Polen, Belgien

Utöver dessa kommer ett antal ytterligare länder att kontaktas, prioriteringen är inte gjord för dessa.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 24(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

Bilaga 2

Klimatologisk påverkan av mekaniska system.

Av Anders Eriksson, KTH Mekanik, Stockholm

Föreliggande bilaga sammanfattar en studie, som behandlat klimatologiskt generella problem för mekaniska system av olika slag, relevanta i olika regioner av jorden. Vi ger en sammanställning av ett antal meteorologiska och andra geografiskt aspekter som är relevanta i olika lokalteter. Dessutom behandlas några speciella typer av strukturella och mekaniska system som är mer eller mindre känsliga för dessa aspekter. Bilagan avslutas med ett antal frågeställningar, vilka bedöms viktiga att djupare penetrera i en kommande fas, och där intensiv forskning och utveckling idag bedrivs för många olika tillämpningsområden, och i ett brett spektrum av skalor.

I studien har vi främst beaktat aspekter relevanta för system lämpliga för expeditionära insatser. De aspekter vi behandlat är uppenbart relevanta för större system, till exempel olika slag av fordon, byggnadsverk samt master och antenner, men samma fenomen och problem förekommer i alla skalor, och påverkar även andra och mindre system, utrustningar och komponenter.

Meteorologiska aspekter

De meteorologiska förutsättningarna är varierande över världen, och över tiden. Flera av dessa variationer refererar till tillstånd som är säsongsmässigt återkommande, endera som normaltillstånd för årstiden, eller som oregelbundet förekommande under vissa säsonger. I det senare fallet är de klimatologiska fenomenen förutsägbara med kortare eller längre tidshorisont.

Av naturliga skäl tas det svenska typiska klimatologiska läget som referensram.

Värme

De flesta befolkade delar av världen har ett i genomsnitt varmare klimat än det svenska. Speciellt säsongvis kan temperaturerna vara betydligt högre än de svenska medeltemperaturerna.

Ur mekanisk synvinkel innebär värmen i sig själv sällan något större problem, inom de ramar som är aktuella på jordytan. Man bör dock notera att de flesta materials hållfasthet sjunker med ökande temperatur, exemplifierat av stål som är ett mycket dåligt bärande material vid brand (trä av grova dimensioner är avsevärt bättre). För metalliska material är dock reduktionen i hållfasthet närmast försumbar vid de temperaturnivåer som uthärdas av människan, men plaster och gummimaterial kan påverkas väsentligt mer. Då sådana material ofta förekommer i till exempel lager och bussningar, kan slitstyrkan i vissa system reduceras. I vissa typer av komponenter och system kan också säkerligen expansionen av materialen med temperaturen leda till driftproblem, till exempel i täta passningar. Inneslutna gaser och vätskor innebär tänkbara problem vid hög temperatur, till följd av expansion och/eller tryckökning.

Värme korrelerar ofta med solinstrålning. Denna kan också i sig vara ett problem ur syn-

vinkeln av mekaniska system. De aspekter som är besvärande med solinstrålning rör åldrande av många, främst textil-, plast- och gummibaserade, material på grund av UV-strålning, men är uppenbart också besvärande för bländning av optiska komponenter i systemen.

Kyla

Många delar av världen har också betydligt kallare klimat än det svenska, säsongvis eller året runt. Jämfört med svenskt medelklimat kan extrem kyla säkerligen vara ett större problem än extrem värme, för såväl människor som mekaniska system; ett antal aspekter av detta behandlas nedan. För utrustningar och komponenter är det här i första hand kyla mätt i gradtal som är påfrestande; avkylningsfaktorn till följd av vind är mindre uttalad än då det gäller mänsklig påverkan. Extrem kyla bör alltid vara väl förutsägbar med några dygns tidshorisont, då den främst hör samman med vissa vädertyper, i sig stabila och relativt långvariga. På höga höjder kan extrem kyla dock säkerligen förekomma i olika vädertyper.

Kyla kan i sig själv innebära betydande extra påkänningar på många olika former av mekaniska system. En av de mest påtagliga aspekterna av kyla är den ökade sprödheten i de flesta material, såväl metaller som gummi-, plast- och textilmaterial. Denna sprödhet kan innebära betydande problem för hållfastheten hos komponenter som är utsatta för främst slag- eller stötblastningar. Det är troligt att, i de mekaniska systemen, det främst är sekundära komponenter som infästningar, anslutningar och reglage som kan påverkas direkt av kyla.

Den andra aspekt av kylas påverkan på mekaniska system som bör beaktas är beteendet av smörjmedel vid låga temperaturer. Då de smörjande medlen hårdnar, fungerar de inte längre som avsett, och skador kan uppstå i systemen till följd av avsaknaden av adekvat smörjning. Det bör särskilt noteras att denna brist på smörjning av systemens komponenter lätt leder till den typ av extra belastningar som med hänsyn till materialsprödheten diskuterad ovan är särskilt farliga: våld för att lossa kärvande förbindningar torde vara en vanlig skadeorsak.

En tredje aspekt av köldpåverkan på system är frostsprängning. Denna är knuten till vattens egenskap att expandera då det fryser (eller för att vara precis, då temperaturen understiger +4 °C). Frostsprängning av komponenter innehållande vatten är ett mycket vanligt skadefall i kalla väder. Inte minst är rörledningar med låg genomströmning känsliga för frysning. Man kan notera att energibehoven för att hålla vatten över fryspunkten är betydande, och att system för detta kan behöva kontinuerlig energiförsörjning.

En fjärde aspekt av kyla som påverkar många system rör den inbyggda elektroniken, där många komponenter inte är funktionsdugliga under vissa temperaturer.

En femte, sekundär, effekt av kyla kan sägas vara effekterna av de motmedel som används. Glykol, som kan erfordras för att hindra frysning i vattenledningar och behållare, kan vara skadlig för till exempel pumpar, mätinstrument och dylikt.

Temperaturväxlingar

Många geografiska lokaliteter, främst i vissa terrängtyper, utmärks av mycket stora temperaturvariationer över dygnet; detta rör till exempel öknar och vissa bergsområden. Dessa är ofta förekommande året runt, men kan accentueras under vissa säsonger eller av vissa vädertyper; förutsägbarheten är oftast god.

För mekaniska system är det svårt att se några stora effekter av temperaturväxlingarna i sig själva, andra än de som följer av de låga eller höga temperaturerna, och som diskuteras ovan; de mekaniska systemen har oftast i sina beteenden betydligt kortare tidskonstanter än de cirka 24 timmar som en dygnsvariation innebär. Det är dock troligt att åldrande av material kan ske snabbare vid snabbt och kraftigt varierande temperaturer.

Det som dock uppenbart kan innebära problem i samband med kraftiga temperaturvariationer över dygnet är möjligheterna att motverka kölden respektive värmen. De köldproblem som möjligen kan hanteras om förhållandena är konstanta över flera månader kan bli mer svårlösta om kölden ersätts av värme inom tidsskalan timmar.

Vind

Sverige har ett globalt sett mycket lugnt vindklimat. I allt väsentligt svarar våra vindar mot tryckvariationspassager, med några dygns cykeltid, även om mera kortvariga vindefekter uppstår lokalt i samband med värmeåskväder. I många delar av världen innebär vindfenomenen betydligt större påfrestningar, ofta speciellt under vissa säsonger eller vädersituationer. De största vindfenomenen är idag relativt väl förutsägbara, vad gäller lokalisering och vindhastigheter.

Vind innebär en uppenbar påverkan på mekaniska system av många slag, vad gäller såväl deras integritet som deras funktion. Integriteten har att göra med de betydande krafter i form av vindtryck som uppstår redan vid relativt måttliga vindhastigheter. För många typer av byggnader kan vindbelastningarna vara de som dimensionerar systemet och komponenterna. Vindpåverkningar är också i hög grad dynamiska påverkningar, vilket gör att de inte är intuitiva, och därför komplicerade såväl när ett system ska konstrueras, som när ett färdigbyggt system ska skyddas från vindpåverkan. Generellt kan det möjligen sägas att lätta system ofta är mer bekymmersamma ur vindpåverkanssynvinkel än tunga.

Även om integriteten av ett system kan säkras gentemot vindpåverkan, så kan funktionen av systemet påverkas kraftigt av vind. De dynamiska effekterna av vinden på systemet, i form av vibrationer och svängningar kan göra det mer eller mindre obrukbart för sitt syfte. Vind kan därmed bland annat försvåra olika former av kommunikation, med fordon men också radiobaserad.

En viktig aspekt hos vinden, när det gäller dess påverkan på mekaniska system, är dess turbulensinnehåll, vilket kan beskrivas som luftströmmens oregelbundenhet. Kraftigt turbulenta vindar finns i samband med vissa vädersystem, och leder till såväl kraftigt varierande vindhastigheter som uppåt- och nedåtgående vindhastighetskomponenter. För alla flygande system är turbulens en mycket viktig faktor när det gäller problemen enligt

ovan, men även mark- eller sjöbaserade system kan påverkas extra starkt av oregelbundenheten i vindflödet.

I samband med vatten ger vinden ofta upphov till vågor. Beroende på vattenområdets utsträckning i vindriktningen, samt djup och bottenförhållanden blir vågornas storlek och intensitet mycket olika, liksom deras effekter på integritet och funktion hos system i och vid vattnet.

Tsunamivågor, som är måttligt höga men mycket långa, uppstår knappast av vindar utan av geologiska fenomen under vattenytan.

Luftryck

Luftrycket vid en teoretisk havsnivå är en primär väderparameter, och luftrycksvariationer både driver och drivs av vädersystemen. Eftersom luftrycket kan ses som ett mått på den ovanliggande atmosfärens tjocklek, avtar luftrycket på ett förutsägbart sätt med höjden över havsytan. På en viss lokalisering är luftryckets variation över tiden en viktig prognosparameter.

Luftrycksvariationer med väderläge är så begränsade att de i sig själva har begränsad effekt på mekaniska system; möjligen kan vissa mätsystem påverkas i någon mån.

Däremot kan de luftrycksvariationer som följer av den geografiska höjden kraftigt påverka tekniska system. Den mindre täta luften påverkar flygande system, inte minst helikoptrar, men även andra system där luft ingår som komponent. Även den förändrade kokpunkten för vatten vid lägre trycknivåer kan vara av betydelse för vissa system, bland annat där vatten används för kylning.

Fukt

Fuktinnehållet i luftmassorna är en av de viktigaste vädermässiga parametrarna. Hög fukthalt löses ofta ut som nederbörd eller dimma. Fukthalten är kraftigt varierande beroende på lokalitet, väderläge och temperatur. Det är oftast den relativa fuktigheten, vilken är andelen fukt i förhållande till den vid aktuell temperatur vattenmättade luften, som är den intressanta variabeln när det gäller hur fukten påverkar människor eller system. Fuktinnehållet i en luftmassa är en väl förutsägbar parameter i normala väderprognoser; nederbördsmängd och lokalisering är betydligt svårare att prognostisera.

Fukt i form av fritt vatten eller fuktig luft är skadlig för de flesta mekaniska system, då de flesta material påverkas. Skillnaderna rör främst de tidsskalor under vilka fukten är skadlig. För metalliska material innebär fukten en korrosionsrisk över relativt långa tids- horisonter, även om man i ogynnsamma fall kan få närmast omedelbar korrosion, när fukten kombineras med till exempel värme och hög salthalt. Trä och textilmaterial påverkas kraftigt av fukt redan efter relativt kort tid, medan plast- och gummimaterial normalt är relativt okänsliga. Man kan notera att vissa tekniska material, som till exempel värmeisoleringsmaterial är mycket känsliga för fuktpåverkan: även om de inte förstörs, så försämras deras funktion drastiskt. De, liksom till exempel textila material, påverkas också av fukt och vatten genom att absorbera betydande vikt, vilket kan göra de system i vilka de ingår o- eller svårbrukbara.

Fukt är dessutom en betydande aspekt för alla elektriska eller elektroniska komponenter i systemen. Med hänsyn till fuktens närmast obegränsade förmåga att leta sig in i system

och komponenter, är kraven på god fuktavgränsning av system för användning i fuktiga klimat och väder extremt höga.

Bortsett från de nämnda aspekterna har nederbörd sällan någon direkt påverkan på de mekaniska systemen. Det kan dock noteras att nederbörd kan ge översvämningar och kraftigt förändrade markförhållanden, vilka påverkar systemens möjlighet att ställas eller framföras på marken, liksom att nederbörd i form av snö kan bli en betydande vertikal belastning på till exempel byggnader, och att dimma och moln försvårar för många optiska systemkomponenter.

Tidvatteneffekter är en speciell aspekt av geografiskt knutna mekaniska fenomen. Då dessa effekter är små runt Sveriges kuster, kan effekterna bli överraskande stora i andra regioner; de kan påverka sjöburna system, men även andra system placerade nära en kustlinje. För åtminstone många delar av jorden finns goda prognoskunskaper.

Isbildning

Hög luftfuktighet, eller fritt vatten, tillsammans med kyla innebär att is bildas. Med hänsyn till Sveriges geografiska placering borde isbildningsproblemen på andra platser vara helt inom referensramen.

Isbildning är en mycket besvärande aspekt för många mekaniska system. Riskerna för inre isbildning till exempel i form av frostsprängning och isproppbildningar i rörledningar har berörts ovan. Även yttre isbildning kan dock förorsaka stora problem. Att is på marken eller på utrustning leder till halkrisk är uppenbart, liksom att system kan frysa fast eller fixeras i en viss form, eller att kanaler och hålrum i komponenter fylls med is. På grund av det höga energibehovet för att smälta is kan dessa iseffekter vara mycket besvärliga att avlägsna. Från sjö- och luftfart är det också känt att isbildning utanpå ett system, under aggressiva förhållanden, innebär en mycket betydande tyngdökning för systemet; denna kan potentiellt leda till delvisa eller totala haverier.

Från luftfarten är det också känt att is kan innebära ett betydande driftproblem om isen spräcks, till exempel till följd av rörelser i vingarna. De issjok som bildas och som sedan rör sig i luften kan åstadkomma stora skador i motorer eller andra rörliga komponenter.

Andra geografisknutna påverkningar

Ovanstående avsnitt har diskuterat aspekter av det som normalt betraktas som klimat och väder. Det finns också anledning att beröra några ytterligare aspekter, där de geografiska lokalförhållandena i betydande mån kan påverka funktionen av olika mekaniska system

Salt i luft och vatten

Havsvatten innehåller salt av varierande koncentrationer, med extremt höga halter i vissa hav med låg avrinning.

I många havsnära geografier är saltinnehållet i luften och i marken också betydande. Salt är en skadlig substans för de flesta material som används i tekniska system. Framför allt påskyndar saltet (eller egentligen olika salter från havsvatten och natur) korrosion på metaller, vilket är besvärande för mekaniken, inte minst anslutningar och rörliga delar. Saltet och den följande korrosionen har också en negativ effekt på elektriska och elek-

troniska komponenter. Textilier, plast och gummimaterial påverkas i varierande grad av salt.

Salt i fast form, indunstad på marken, kan lokalt innebära en föroreningskälla för många system, då dels mycket höga salthalter kan fås i luften, dels saltflagor kan skada rörliga delar.

För sjöbaserade system påverkar salthalten i vattnet i hög grad djur- och växtliv, vilket kräver förändrade underhållsstrategier.

Sand och andra flygande luftföroreningar

I ökennära geografier kan sand i luften leda till betydande problem för tekniska system. Sanden kan utöva en betydande nötning på många material, främst de mindre hårda materialen och ytbehandlingsskikt. Den kan också allvarligt påverka rörliga komponenter till exempel leder och axlar, genom den ökade friktionen. Sand som med vindens hjälp tränger in i till exempel olje- eller vatteninnehållande komponenter kan orsaka betydande skador på systemen.

Sand, liksom salt, i rörlig luft kan påverka bland annat optiska komponenter. Förutom att de kan ansamlas på optiska ytor, och därigenom påverka siktförhållandena, kan de genom sin slipande verkan försämra verkan av komponenter där ytskikten är av betydelse för funktionen. Detta gäller till exempel reflexdämpande skikt, eller skikt pålagda för att minska friktion.

Liknande effekter som av sand kan fås av aska från vulkaner, vilken periodvis kan bäras av vindarna över långa avstånd. Även sot och aska från skogsbränder eller industriell verksamhet kan innebära extra påkänningar, inte bara fysiologiskt på människor, utan genom sitt kemiska innehåll på tekniska system. Kunskap om regional industri, baserad på specifika naturtillgångar kan därmed vara mycket viktig information.

Strålning

Den kosmiska strålningen, strålningen från berggrunden, jordens magnetfält och gravitationens effekter varierar över jordytan. Skillnader i magnetfält, gravitation och strålning kan knappast tros ha några effekter på de mekaniska systemen i sig själva inom relevanta tidsskalor, men kan påverka elektronik och kommunikationssystem mer eller mindre påtagligt. För dessa variationer finns god kunskap, respektive kan goda prognoser göras.

Jordbävningar

Sverige är i stort sett helt opåverkat av jordbävningar av nämnvärt skadande storlek. I andra regioner av världen, relativt väl definierade och avgränsade, är de dock en återkommande men svårförutsägbar realitet. Vissa prognosmetoder, såväl moderna tekniska som historiskt naturbaserade, finns dock, och bör om möjligt utnyttjas, då de flesta tekniska system är oskyddbara mot naturens största krafter. En viktig kunskap i synen på jordbävningseffekter är förståelsen av den logaritmiska magnitudskalan, som ger ett mer än tjugofaldigt energi-innehåll för varje heltalssteg, och därmed ett liknande förhållande för skadeverkningarna.

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 30(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

För byggnadsverk finns två strategier för jordbävningsskydd: flexibla eller överstarka strukturer. Ingen av dem klarar normalt påkänningarna från en kraftfull jordbävning i närområdet, men de kan rida ut eller tolerera betydande påkänningar. Inget generellt svar på vilken av strategierna som är mest pålitlig finns tillgängligt, men endast flexibla strukturer är tänkbara för temporära byggnadsverk.

Jordskred, geysrar och andra geologiska fenomen förekommer främst i vissa lokaliteter, och i vissa vädermässiga sammanhang. Prognoser med större eller mindre trovärdighet och precision kan finnas tillgängliga. Även på stora avstånd kan jordbävningar, lika väl som andra geologiska fenomen ge upphov till problem för mekaniska system. Framkomlighet kan försvåras av markförändringar och skador på infrastruktur, men accelerationer och vibrationer kan också skada system och apparatur. Markförändringar kan vara skadliga för funktionen av byggnadsverk och system stående på marken. Sådana effekter kan ofta åtminstone mildras genom lämpligt utformade flexibla fundament och rörelsetåliga strukturella komponenter. Kunskap om olika grundläggande mekaniska beteenden är nödvändig för en optimal konstruktion när flexibel tålighet är målet.

Systemens känslighet för klimatologiska aspekter

I förhållande till de ovan nämnda meteorologiska och geografiskt lokaliserade fenomenen kan mekaniska system påverkas på ett flertal olika sätt. Nedan ges, för några typiska former av system, några kommentarer om deras känslighet för de berörda fenomenen. Endast markbaserade system berörs, medan effekterna på luft- och sjöburna system delvis berörts ovan.

Rullande och rörliga system

Det är uppenbart att många former av markbaserade rullande system kraftigt kan påverkas av såväl isbildning som väta, när det gäller framkomligheten. De är också i många fall känsliga för vind. Motsvarande känslighet finns också hos många mindre utrustningar, där rörlighet är en viktig faktor.

De ingående mekaniska systemen kan också ha en betydande känslighet för temperaturvariationer. På kort sikt kan såväl värme som kyla påverka komponenterna genom försämrad rörlighet i leder och förbindningar. De kan också påverkas av till exempel sand eller andra luftburna föroreningar, vilka kan tränga in i de rörliga mekanismerna, endera direkt eller via flytande kylnings- och smörjningsmedia.

De flesta rörliga utrustningar och system är idag helt beroende av elektriska och elektroniska delsystem. Dessa är uppenbart känsliga för ett flertal av de påverkningar som berörts ovan, och kanske främst kyla, fukt, is, sand och salt, samt strålning och magnetiska påverkningar.

I det något längre tidsperspektivet kan de material som traditionellt använts visa sig mer åldrandebenägna i klimat de inte byggts för, och där de inte testats.

Mekanismer

Med mekanismer avser vi andra former än fordon av tekniska system för olika funktioner. I många delar berörs dessa av liknande påverkningar som de rullande systemen ovan: rörligheten mellan delsystem och komponenter kan påverkas av kyla, värme, is och främmande partiklar. Olika materialkombinationer, till exempel plast och metall, kan

uppvisa mycket olika beteenden vid variabla temperaturer, med därav följande svårigheter att manövrera dem. De kan också ge mycket skiftande åldrandebeteenden under extrema förhållanden.

En form av mekanism som är värd ett extra betraktande är master och antenner, främst transportabla sådana i olika skalor. Genom att de är avsedda för upprepad montering och demontering kommer de att vara känsliga för förhållanden som påverkar de förbindningar och leder som håller dem samman. Uppenbart kommer sådana att påverkas av ett flertal av aspekterna ovan, inte minst kyla och is. Fästelement och manövreringsorgan, vilka används ofta, behöver säkras mot stöbelastningar och utmattning, varför särskilt förspändande, korroderande och åldrande påverkningar på materialen måste beaktas.

Då strävan för dessa strukturer är att göra dem lätta och mobila, blir dynamiska påverkningar särskilt viktiga. Framförallt vindbelastningar på slanka strukturer kan utgöra ett betydande problem, inte minst om användningen av till exempel en mast för en antenn kräver vissa nivåer av formstabilitet för antennens funktion.

Utformningen av lätta, utfällbara och funktionsanpassade strukturtyper är ett högaktuellt forskningsområde idag, och berör alla skalor från nanometer (medicinsk intervention) till kilometer (rymdanläggningar). Modulära komponenter för olika tillämpningar och därav följande egenskapskrav är en strävan, där en önskan är att kunna, beroende på planerad användning, anpassa och inom vissa gränser styra de mekaniska och fysiska egenskaperna. En sådan anpassningsbarhet är också en tillgång när utrustningar och system ska användas under hittills ej provade förhållanden, där multifysikaliska förhållanden måste komplettera den traditionella mekaniken.

Temporära byggnader

Byggnadsverk har som en av sina huvuduppgifter att skydda människor, system och utrustningar för klimat och väder. Beroende på sina avsedda funktioner utformas de på olika sätt, och i olika storleksskalor.

Om inte den avsedda funktionen ställer krav på annat, byggs temporära byggnader så lätta som möjligt; en kompakt form under transport är också ett önskemål. Byggsystem och material ska samverka till de önskade funktionerna.

Byggnadssystemen och materialen kan dock också vara känsliga för påverkningar av de slag som diskuterats. Monterbara system påverkas av värme, kyla och is. Klimat-isolerande skikt är ofta känsliga för fukt. Lätta ytmaterial av textil- eller plastmaterial är ofta åldrandebenägna, när de utsätts för påverkningarna. Beroende på avsedd funktion kan byggnadsverken vara känsliga för ett fundamentals funktionsstabilitet vid väta, geologiska rörelser eller vind.

Många av de nämnda klimatologiska påkänningarna hanteras väl av uppblåsbara strukturer, och sådana används i ett flertal sammanhang där lätta, flexibla och okänsliga strukturtyper är önskvärda. De är lätta att transportera, relativt enkla att montera och demontera, och har små krav på grundläggningens egenskaper. Beroende på planerad uppgift kan de vara alltför flexibla och därmed till exempel vindkänsliga, men utformningar kan väljas som reducerar känsligheten. Tillsammans med lätta modulära komponenter enligt ovan kan de ges ett vitt spektrum av egenskaper.

Kommunikationssystem

De flesta kommunikationssystem består i några av sina delar av mekanik. De tydligaste mekaniska komponenterna i dessa kommunikationssystem är master och antenner, ofta i form av uppfällbara strukturer, vilka behandlas ovan. Till de allmänna aspekterna för

FÖRSVARSHÖGSKOLAN	Datum 2009-12-18	Dokumentnummer FHS 1284/2009:03	Sidan 32(33)
--------------------------	---------------------	------------------------------------	-----------------

sådana strukturer ska läggas de elektriska och elektroniska komponenternas känslighet för fukt, is, salt och flygande partiklar.

Sammanfattande kommentarer

Relativt litet forskning finns utförd på de klimatknutna påkänningarna och egenskaperna hos mekaniska system, och speciellt på system som ska kunna förflyttas mellan olika geografiska förutsättningar utan att prestanda bortfaller eller reduceras.

Det är uppenbart av beskrivningarna ovan att de problem som kan uppstå är mycket tydligt knutna till klassen av system, men också till de klimatologiska eller andra påkänningar under vilka systemen ska vara operativa. En fördjupad kartläggning måste därför fokuseras på en systemklass eller funktion i taget, för att kunna ge relevanta och pregnanta slutsatser. Till exempel kan temporära byggnadsverk, eller mast- och antennlösningar studeras, för användning inom vida spektra av geografiska förhållanden. Ur funktionskraven kan tänkbara mekaniska grundsystem utvärderas och analyseras ur klimatologisk synvinkel.

Även med hänsyn till slutsatsen i stycket ovan finns vissa tekniska lösningar som har en stor allmängiltighet i funktion, parad med stor tolerans för klimatologiska variationer. Några sådana lösningar, som till exempel lätta 'tensegrity'-fackverk som byggblock för allehanda funktioner kan också vara väl värda att studera, i syftet att dels finna intressanta tillämpningar, dels utreda klimatologiska begränsningar. Detsamma kan antas gälla för uppblåsbara strukturer, som generellt har god tolerans mot de flesta av de påverkningar som berörts. Båda de berörda strukturtyperna har intressanta egenskaper i sin lätthet att flytta, bygga och demontera. Med utgångspunkt i dessa systemtypers grundegenskaper kan de analyseras med avseende på förmågan att tillgodose olika funktionskrav.

Det har noterats i samband med flera av de ovan berörda aspekterna, att historiska data och erfarenhet, kort- eller långsiktiga prognoser eller förvarningssystem kan ge betydande kunskap som underlag för att i verkliga operativa förhållanden möta de olika påkänningarna för systemen. Att tillse att bästa möjliga information finns tillgänglig på rätt plats i så god tid som möjligt förefaller vara den i praktiken största utmaningen.