



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

Hot och risker med framtida teknologier

Från förutsägelse till förberedelse

FORSKNING

MSB:s kontaktperson:
Ebba Hallsenius, 010-240 42 33

Publikationsnummer MSB 314
ISBN 978-91-7383-162-8

Förord

Detta är en populärvetenskaplig beskrivning av forskningsprojektet ”Hot och möjligheter med framtida teknologier” som har finansierats av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap under åren 2007 till 2011. Forskningsprojektet har genomförts under ledning av Karl Henrik Dreborg under de första åren och Henrik Carlsen under projektets senare faser. Ebba Hallsenius har varit MSB:s kontaktperson för projektet.

Syftet med projektet är att ta fram en värderingsmetodik som ökar det svenska krishanteringssystemets förmåga att analysera och hantera hot, risker och möjligheter med framtida teknologier och deras potentiella tillämpningar.

Arbetet inriktas mot två frågeställningar:

- Vilka typer av nya hot, risker och möjligheter följer med införande av framtida teknologier?
- Hur kan vi värdera hot, risker och möjligheter förknippade med ännu ej realiserade system och teknologier?

Projektet är ett samarbete mellan FOI Försvarsanalys och Avdelningen för filosofi på KTH. Vid FOI har Henrik Carlsen, Karl Henrik Dreborg och Per Wikman Svahn varit aktiva i projektet och från KTH har Marion Godman, Sven Ove Hansson och Linda Johansson deltagit.

Innehållsförteckning

1. Teknologiska genombrott påverkar samhällets säkerhet.....	5
2. Byt fokus från förutsägelse till förberedelse	7
3. Nanoteknologi	10
4. Autonoma system	12
5. Slutord.....	16
Bilaga 1: Skrifter.....	17

Uppdatera innehållsförteckningen genom att placera markören i förteckningen och trycka F9, välj uppdatera hela tabellen.

1. Teknologiska genombrott påverkar samhällets säkerhet

Människors trygghet och säkerhet i det moderna samhället är beroende av en rad olika faktorer. Social och grundläggande ekonomisk trygghet utgör centrala byggstenar i vårt samhälle, och genomskinliga och förutsägbara institutioner skapar tillit till samhällets systemlösningar. Dessutom måste samhället tillhandahålla och upprätthålla ett antal viktiga funktioner, exempelvis vatten och livsmedel, hälso- och sjukvård, energiförsörjning, betalsystem och informations- och kommunikationssystem.

Teknikinnehållet i de systemlösningar som stödjer samhällsviktiga funktioner har kommit att bli allt större och mer avancerat. Särskilt den snabba utvecklingen inom informations- och kommunikationsteknologi (IKT) har haft stor inverkan på hur dessa verksamheter idag bedrivs. I framtiden kommer nya teknikgenombrott att omforma de systemlösningar som vi idag känner. Idag tillhandahålls dessutom många av de samhällsviktiga funktionerna under delvis nya förhållanden, bland annat med ett större inslag av privata aktörer som främst drivs av ekonomiska incitament.

Samhällets grundläggande funktionalitet och stabilitet kommer sannolikt att bli allt mer beroende av avancerade systemlösningar med stora inslag av teknologi. Dessutom framhålls det i många sammanhang att vårt framtida välstånd på ett eller annat sätt måste baseras på vår förmåga att ta fram nya teknologier och omsätta dessa i produkter och tjänster. Morgondagens teknologi bär med sig stor potential för att finna lösningar på många av våra framtida problem samtidigt som den i sig kommer att generera nya risker och sårbarheter. Det är därför viktigt att inte bara studera möjligheter utan även hot och risker med ännu inte realiserade teknologier.

Risker och sårbarheter samt hotutvecklingen kring den tekniska utvecklingen behandlas idag nästan uteslutande inom ramen för befintliga tekniska system. Det är naturligt att huvudfokus ligger på att studera de system som idag levererar viktiga kapaciteter, men med dagens snabba tekniska utveckling måste dessa studier kompletteras med ett mer framåtriktat perspektiv.

Vid framåtriktade studier av teknologier är det viktigt att beakta de institutionella förutsättningarna för teknikutvecklingen. Med institutionella förutsättningar brukar menas lagar, förordningar, normer, sedvänjor etc.

Ett exempel på en förändring när det gäller de institutionella förutsättningarna för teknikutveckling rör så kallad öppen källkod, dvs. att mjukvara tas fram i ett öppet samarbete mellan frivilliga. I den mest extrema formen innebär detta att alla som kan bidra får bidra. På ett mer övergripande plan talas det ibland om ”participative innovation” (deltagande innovation) eller ”networks of innovation” (nätverksinnovation) med vilket avses dels en tätare koppling mellan möjligheter och behov, dels att nya produkter skapas i diffusa nätverk som kan vara svåra att överblicka och analysera.

En annan förändring rör hur teknologi utvecklas och omsätts i produkter och tjänster. De slutna utvecklingslaboratoriernas betydelse har minskat efter det att kalla krigets slut satte punkt för de två blockens kapplöpning baserad på egen tillgång till vissa nyckelteknologier. Istället har konsumentmarknaden kommit att inta en central roll som pådrivare av ny teknologi.

Med en fördjupad förståelse för hur de institutionella förutsättningarna för teknikutveckling ser ut kan en bättre förmåga att hantera framtida konsekvenser skapas. Givetvis ändras även de institutionella förutsättningarna över tiden, men generellt är denna utveckling långsammare än resultatet av den samma, dvs. teknologin i sig.

Det forskningsprojekt som här beskrivs populärvetenskapligt har haft två frågeområden i fokus:

- Vilka typer av nya hot och risker följer med införandet av nya teknologier?
- Hur kan nya hot och risker identifieras och värderas?

Projektet har främst inriktats mot teknologiska genombrott som genom de produkter och tjänster de ger upphov till på sikt kan medföra stora förändringar för samhällsviktiga funktioner. I innovationsforskningslitteraturen talar man om *disruptiva teknologier och innovationer*. ”Disruptiv” kan i detta sammanhang översättas med ”omvälvande”. Dessa förändringar kan t.ex. ta sig uttryck i ändrade vanor och beteenden hos större eller mindre delar av befolkningen, såsom internet och webben redan gjort. En del av dessa beteenden reser svåra etiska och politiska frågor. Andra effekter är att sårbarheten hos samhällsviktiga funktioner kan påverkas.

2. Byt fokus från förutsägelse till förberedelse

Centralt för projektet är den metodutveckling som tagits fram för att samhället ska bli bättre förberett för teknologiska genombrott. Arbetet har lett fram till ett antal bärande principer för en sådan metodik. Innan dessa principer och grunderna i metoden presenteras ges dock först en kort bakgrund kring det allmänna kunskapsläget kring metoder för att värdera hot och risker med framtida teknologier.

Intresset för metodik för att hantera den framtida tekniska utvecklingen har under senare år ökat inom flera samhällssektorer. Starkast har intresset varit inom företag och inom branscher där flera konkurrerande företag tillsammans arbetar med framtidsfrågor inom ett teknologiområde. Öppenheten kring resultaten av dessa processer varierar, men generellt kan sägas att de projekt som drivs branschvis är mer generösa att sprida resultaten.

Delvis som en reaktion mot det inåtriktade teknikfokus i dessa sfärer lanserades begreppet ”Technology Foresight”, eller som det har kommit att kallas i Sverige: teknisk framsyn. Utgångspunkten här är att teknisk utveckling inte kan ses som en fristående kraft utan växer fram i mötet mellan ”technology push” och ”market pull”. Det är inom denna metodtradition som en tydligare koppling görs till den socioekonomiska situationen. Under 90-talet och i början av 2000-talet genomfördes två större nationella tekniska framsyner i Sverige. Dessa projekt var båda mycket ambitiösa och drevs på en relativt allmän nivå.

Parallellt med de ovan beskrivna utvecklingarna har teknikvärdering (technology assessment) utvecklats främst som en metod att ge politiska beslutsfattare beslutsunderlag för att bedöma hur nya teknologier ska regleras. Som startpunkt för denna utveckling brukar anges inrättandet år 1972 av Office of Technology Assessment (OTA) vid den amerikanska kongressen. Vid OTA (som lades ned 1995) utvecklades en tradition som byggde på att stora resurser sattes in på studier av enstaka teknologier eller linjer i teknikutvecklingen. Sedermera har teknikvärdering utvecklats främst i Europa, och tyngdpunkten i utvecklingen finns i dag ett på antal institut i tyskspråkiga länder. Entusiasmen för de ursprungliga mycket omfattande studierna av enskilda teknologier har minskat, och möjligheterna att finansiera sådana har också varit små. I stället utmärks området idag av metodologisk pluralism. Tekniker för prediktion och scenarioutveckling kombineras i allt större utsträckning med metoder för participation och miljöanalys. En lång rad varianter av teknikvärdering har utvecklats.

Generellt kan sägas att de ursprungligen relativt höga ambitionerna om att kunna förutsäga teknisk utveckling har slipats av avsevärt inom teknikvärderingen. Det finns även tecken på att teknikvärderingsforskningen, med sin ursprungligen teknikkritiska tradition, alltmer närmar sig traditionen inom den ovan beskrivna teknisk framsyns-forskningen, med dess mera innovationsfrämjande tradition.

Vi återvänder nu till de bärande principer som har legat till grund för utvecklingen av en ny metodik för teknologivärdering. Den första och viktigaste principen handlar om att den tekniska utvecklingen inte kan förstås utan att ta hänsyn till i vilket samhälle teknologin utvecklas och implementeras. Denna princip går delvis emot ett tänkande som ibland benämns teknologideterminism. Med detta menas att en viss ny teknologi i stort sett tolkas och tas upp på samma sätt i alla samhällen.

Tesen att teknologi och samhälle ömsesidigt påverkar varandra är central i den skolbildningen som på engelska brukar kallas *user-centred innovations*, eller användarorienterad innovation. Med detta som utgångspunkt blir det naturligt att se innovationer som en *co-evolutionär process* där tekniken i form av nya produkter/tjänster och delar av samhället ömsesidigt påverkar och formar varandra. Utifrån en sådan förståelse av teknikutvecklingen blir det tydligt att tillförlitliga förutsägelser (prognoser) över teknisk utveckling i många fall inte låter sig göras. I stället behöver flera alternativa utvecklingsvägar för teknik och samhälle undersökas.

En lämplig metodansats för att på ett strukturerat sätt studera flera olika utvecklingsvägar är så kallad scenarioplanering. Begreppet scenario kan ha många olika betydelser och användningssätt. I detta sammanhang menas med ett scenario en helhetsbild av en framtida värld. Detta innebär att varje enskilt scenario, i stora drag, skall måla upp och ge en förståelse för en möjlig utvecklingsväg. Varje scenario anses lika troligt och någon sannolikhetsfördelningen ges i allmänhet inte. Tillsammans ska scenarierna så bra som möjligt ”spänna upp” mängden av möjliga framtider. Vanligen brukar tre kriterier framhållas som viktiga för de scenarier som tas fram:

- De ska vara *relevanta* för den frågeställning man arbetar med
- De ska vara *trovärdiga* genom att vara förenliga med historiska fakta och internt konsistenta
- De ska vara *utmanande* – dels varje scenario för sig, dels hela mängden av scenarier.

Den andra bärande principen handlar om att utveckla scenarioplanering för att kunna hantera den ömsesidiga växelverkan som sker mellan teknik och

samhälle. De scenarier som utvecklas på detta sätt kallas *co-evolutionära scenarier*.

Den tredje bärande principen innebär att de co-evolutionära scenarierna behöver utvecklas så långt att frågor om hur samhället bör förhålla sig tränger sig på. Detta grundar sig i att metodiken syftar till att ge underlag för samhällets ställningstaganden (lagstiftning, normbildning, debattskapande, utbildning, etc.) till en framväxande teknologitillämpning.

Den sista principen är att det är centralt att metodiken behöver en process där flera relevanta expert- och intressentgrupper kan bidra. Det är viktigt att arbetet inte sker ”bakom lyckta dörrar”; värdering av ett teknikområde bör göras av berörda, potentiella användare av nya produkter/tjänster och representanter för olika samhällsintressen. Metodiken förutsätter också ett samspel mellan experter på teknikområdets möjligheter, de potentiella användarna och policy-makers.

Baserat på dessa principer har projektet utvecklat en metodik och en process som kombinerar en del kända metodelement med scenarioplanering. Metoden bygger på ett aktivt deltagande av tekniska experter inom det valda området samt företrädare för användare och policyutveckling. Genom att arbeta fram co-evolutionära scenarier som explicit beskriver steg i en utveckling där teknologi och samhälle ömsesidigt påverkar varandra kan en ökad förståelse för hot och risker uppnås. Metoden innebär vidare att *ett* teknologiområde studeras med avseende på *en* samhällssektor. Detta fokuserade arbetssätt innebär att högre precision och större relevans kan uppnås. Metoden presenteras utförligt i en artikel publicerad i tidskriften *Technology in Society* (Carlsen m.fl. 2010).

Vid sidan om metodutveckling har projektet studerat två teknologiområden: nanoteknologi samt autonoma system. En mindre del har berört nanoteknologi medan huvuddelen av projektets mer tillämpade arbete har handlat om autonoma system. Dessa båda tillämpningsområden beskrivs närmare i de nästkommande två kapitlen.

3. Nanoteknologi

Nanoteknologi handlar om att undersöka, manipulera och konstruera material på molekyl- eller atomnivå. Nanoteknologi täcker även de verktyg och hjälpmedel som utvecklats för att man ska kunna arbeta med dessa extremt små enheter. Nanobioteknologi är den gren som berör biologiska eller biokemiska tillämpningar av nanoteknik, samt tillverkningen av biologiska nanostrukturer. Den stora, och på sätt och vis revolutionerande, fördelen med att arbeta på denna skala, är att man kan konstruera material på en nivå där andra fysiska lagar och principer dominerar: Traditionellt har materialteknologi använt sig av den klassiska fysikens lagar medan kvantmekaniken, som grundlades i början av 1900-talet, är en viktig teori inom nanoteknologin. I och med framväxten av nanoteknologi kan man säga att kvantmekaniken gått från att vara ett nästan uteslutande naturvetenskapligt område till att bli en del av ingenjörsvetenskap.¹ Detta medför att enheter som tillverkats genom nanoteknik får nya och förbättrade funktionella egenskaper. Man kan exempelvis bättra på ett materials kvalitéer genom att reducera dess vikt, göra det starkare eller ändra dess elasticitetsegenskaper.

Inom projektet har etiska aspekter kring framtida nanoteknologi studerats. I ett arbete har så kallade "konvergensseminarier" använts för att undersöka allmänhetens uppfattningar om hot och möjligheter med nanoteknologi. Sådana seminarier genomfördes i fyra olika städer runt om i Europa. Varje seminarium bestod av tre faser: under den första fasen möttes deltagarna av en beskrivning av en framtida situation där ett beslut ska fattas kring nanobioteknologins framtid. I detta fall handlade det om att Europa står inför ett viktigt beslut om huruvida EU ska främja eller motverka den framtida utvecklingen av nanobioteknologi. Efter detta läste deltagarna beskrivningar av olika möjliga utvecklingar ytterligare ett par år in i framtiden. I ett scenario hade europeiska politiker varit mycket restriktiva med finansiering av nanobioteknologi. Man hade också varit försiktiga med tillämpningar av nanobioteknik i medicin och informations- och kommunikationsteknologi.

¹ Ett annat tidigare exempel där kvantmekanik haft teknologisk betydelse är inom halvledarteknologin.

I ett annat scenario beskrevs en situation där man gett stort stöd till nanobioteknologisk forskning och enorma framsteg hade skett främst inom medicinens område, bland annat användes nanopartiklar för att åstadkomma selektiv behandling av neurologiska sjukdomar och hjärntumörer. Efter detta ombads deltagarna att diskutera det tidigare beslutet i ljuset av den senare utvecklingen. Speciellt fokuserades på frågan huruvida ett annat beslut borde ha fattats tidigare.

I den utvärdering som gjordes av detta arbetssätt framkom att deltagarna uppskattade att på ett strukturerat sätt diskutera etiska frågeställningar kring nanobioteknologins utveckling. Man fann det speciellt intressant att studera *flera olika* utvecklingsvägar beroende på vilka policybeslut som fattats tidigare. Läs mer om detta arbete i Godman och Hansson (2009).

4. Autonoma system

Sommaren 2010 städades för första gången svenska gator av robotar. Det var Örebro som stod skådeplats för ett test av städrobotar inom ramen för ett internationellt forskningsprojekt. De två robotar som testades under ett antal dagar var lite drygt en meter höga och de styrdes via ett trådlöst nätverk där information om Örebros stadsbild var inlagd.

Inom Londons räddningstjänst sträcker sig erfarenheterna av robotar lite längre. Där har man nu under ett års tid testat ett antal robotar designade för att sättas in vid brandsläckning där risken för explosioner är speciellt stor. Det har rapporterats att Londons räddningstjänst är imponerade av robotarnas förmåga att framför allt agera betydligt snabbare än vad människor skulle kunna göra i motsvarande situationer. Genom att nyttja robotar har man lyckats återställa drabbade områden till det normala betydligt snabbare än vad som tidigare varit fallet vid liknande incidenter. Förutom det självklara att minska riskerna för stadens brandmän är just tidsvinsten en viktig aspekt i en storstad som London där varje avbrott från det normala lätt får stora sociala och ekonomiska konsekvenser.

Städrobotar och brandbekämpande robotar är bara två exempel där autonoma system gör sig allt mer påmind i samhället. Måhända är det två relativt iögonfallande exempel, men de är tecken på en allmän teknisk utveckling där strävan är att skapa system som kan agera autonomt. Förutom fysiska artefakter med grad av autonomi finns även exempel på att autonomi vinner mark inom mjukvarubaserade system. Exempelvis blir det allt vanligare med expertsystem av olika slag, exempelvis inom vården där det idag utvecklas system som ska stödja vårdpersonalen i diagnosarbetet.

Begreppet autonomi i tekniska sammanhang är långt ifrån väldefinierat, men allmänt kan sägas att det rör sig om egenskapen hos system att i någon grad agera självständigt och basera agerandet på uppdatering av information via olika typer av sensorer snarare än styrning via en operatör. Viktigt är också att system fattar någon typ av beslut baserat på den uppdaterade informationen.

Teknologier för autonomt agerande utvecklas för närvarande snabbt. Denna utveckling kommer sannolikt att leda till att framtidens samhälle i betydligt högre utsträckning är beroende av olika typer av system som har förmåga att samla och bearbeta information och agera. Förekomsten av tekniska system som agerar betydligt mer självständigt än idag reser en rad frågeställningar av betydelse för samhällsskydd och beredskap:

- Hur påverkas dagens samhällsviktiga funktioner av utvecklingen av tekniska system med ökad grad av autonomi?
- Uppstår ny sårbarhet genom kompetensförlust när samhällsviktiga arbetsuppgifter överförs till autonom teknik?
- Vilka nya typer av samhällsviktiga funktioner kan uppkomma på grund av genombrott inom autonoma system?
- Medför ökad grad av autonomi hos tekniska system ändrade ansvarsförhållanden vid olyckor och andra tillbud? Om så är fallet, hur kan användningen av autonoma system regleras inom områden av relevans för samhällsskydd och beredskap?
- Påverkas möjligheterna till insyn och demokratiskt inflytande när samhällsfunktioner överförs från människor till autonoma tekniska system?

Inom robotetik (eller mer generellt maskinetiken som även innefattar s.k. expertsystem) är man intresserad av om, och i så fall hur, det är möjligt att säkerställa att robotar beter sig mot människor på ett etiskt försvarbart sätt. Hur man än ställer sig till om detta är möjligt är det svårt att värja sig mot det faktum att artificiella system är delaktiga i händelseförlopp som kan ha etiska konsekvenser.

Robotetiken behandlar två centrala frågeställningar: Vill vi att vissa beslut av moralisk karaktär ska tas över av maskiner och hur ska dessa maskiner i så fall konstrueras? Man kan givetvis fråga sig om det inte är för tidigt att diskutera dessa frågor då robotutvecklingen ännu är i sin linda. Många forskare argumenterar för att det trots allt är viktigt att redan på ett tidigt stadium integrera dessa aspekter både i teknologiutvecklingen och i lagstiftningen så att vi får ett samhälle där människor kan leva sida vid sida med 'intelligenta maskiner'.

I många sammanhang tas svaret på den första frågan som mer eller mindre givet: Marknaden och det politiska systemet kommer inte att kunna motstå de förtjänster som den nya teknologin för med sig och detta kommer i sin tur att leda till att människor i vissa situationer också är villiga att överlämna ansvaret till maskiner.

När det gäller den andra frågan så finns idag två konkurrerande teorier om hur etiska principer bäst byggs in i robotar. Enligt den första teorin – som ofta kallas top-down – ska robotar programmeras att handla enligt ett antal givna principer. Så snart man bestämt vilka regler som ger "bäst" moraliskt uppträdande är det bara att skrida till verket och ge roboten instruktioner att agera enligt dessa regler. Det finns en rad olika moraliska system som skulle kunna utgöra kandidater för att implementeras i framtidens etiska robotar: religiösa ideal, kulturella principer eller moralfilosofiska teoribildningar. Det

kanske mest kända exempel på en sådan regeluppsättning är de tre lagarna från 50-talsklassikern *Jag, robot* av Isaac Asimov:

1. En robot får inte skada människor eller låta människor komma till skada pga. att roboten inte agerar.
2. En robot måste alltid lyda människan om det inte strider mot den första lagen.
3. En robot måste skydda sin egen existens om det inte strider mot den första eller andra lagen.

Regelbaserade system som dessa leder dock ofta till motsättningar mellan de olika reglerna man har att förhålla sig till och därför har forskningen inom denna del av robotetiken främst kommit att fokuseras på att analysera olika moralfilosofier. På grund av sitt tydliga mål att maximera den totala nyttan har utilitarismen kommit att bli något av en favoritfilosofi bland top-down-orienterade robotetiker. Om den utilitaristiska roboten står inför en beslutssituation har den bara att för varje handlingsalternativ summera nyttan för varje påverkad individ och välja det alternativ som har högst summa. Roboten stöter dock på samma problem som vilken människa som helst som försöker leva efter utilitaristiska principer: Hur ska nyttan mätas? Ett annat problem rör hur långt in i framtiden roboten ska beakta konsekvenserna av sina handlingsalternativ – ska effekter av beslut idag på kommande generationer tas med i beräkningen?

Alternativet till att bygga etiska robotar via ett regelbaserat system brukar kallas bottom-up. Detta betraktelsesätt hämtar inspiration från observationen att moral är något vi lär oss. Efter år av successiv träning och inläring kvalificerar sig de allra flesta människor för medlemskap i en grupp byggd kring en gemensam moraluppfattning. I motsats till top-down-teorier implementeras inte ett regelsystem i roboten, utan det moraliska beteendet utvecklas i samspel med omgivningen. Hittills har dessa strategier mest kommit att tillämpas på att lära robotar mer triviala ting än moraliskt uppträdande, exempelvis förflyttning eller navigation i främmande miljöer, men förhoppningar finns om att nyttja liknande strategier för att utveckla högre kognitiva färdigheter.

Evolutionär robotik är, hävdar vissa forskare, en nödvändighet för att uppnå någon som helst grad av autonomt agerande hos framtidens robotar. Den 'läroprocess' som roboten då måste genomgå innebär nya utmaningar kring ansvarsutkrävande i samband med olyckshändelser där tekniska system varit inblandade. Traditionellt talar man om producentansvar och användaransvar. Enkelt uttryckt: Om användaren följt instruktionsboken faller ansvaret på producenten, medan användaren är ansvarig då olyckan orsakats av felaktigt nyttjande. En livaktig diskussion kring framtida autonoma system är huruvida

detta – mycket förenklade – förhållande kan komma att utmanas då en tredje aktör införs i ansvarskedjan. Förutom producenten och användaren vid tillfället för tillbudet tillkommer då alla de användare som bidragit till att utbilda roboten genom inläring i olika typer av miljöer och därmed varit med och påverkat dess utveckling. Det är lätt att tänka sig den ökade komplexitet som följer av att alla tidigare användare, tillsammans med tillverkaren, ska hållas ansvariga för en robots förehavanden.

Top-down respektive bottom-up representerar två ytterligheter i frågan om hur moraliskt beteende kan byggas in i maskiner. Analogt med hur man inom biologin talar om arv och miljö anser de flesta robotforskare att en kombination av de två ansatserna kommer att behövas om man överhuvudtaget ska nå någon framgång inom området.

Den kanske allra mest grundläggande, och på lång sikt avgörande, frågan är hur samhället kommer att reagera på införandet av 'intelligenta' maskiner. Till avgörande del bestämmer existerande moraliska principer hur nya teknologier tas upp i samhället. Samtidigt är det viktigt att erinra sig att dagens moraliska teorier utvecklades långt innan autonomt agerande maskiner var tilltänkta. De nya teknologiernas möjligheter utmanar i vissa fall rådande moralparadigm; fildelningsdebatten utgör här ett färskt exempel. Är det så att vi på sikt får en utveckling där det moraliska system som är *möjligt* att implementera i robotar blir den allenarådande i samhället i stort? Kan teknologin på detta sätt få ett medbestämmande över samhällets moral?

5. Slutord

Den tekniska utvecklingen går allt snabbare. Människan levde med pinnar, skarpa stenar och elden i 100 000-tals år. Hjulet har kanske funnits med oss i några tusentals år medan ångmaskinen tjänade människan i några hundra år. Inom musikens område härskade LP-skivan knappt 100 år innan CD tog över. Nästa steg i utvecklingen var fildelning, men hur många minns nu egentligen Pirat Bay? Detta paradigm varade kanske bara fem år innan strömmad musik tog över.

Den snabba tekniska utvecklingen är en utmaning för samhällets skydd och beredskap. Ordet utmaning ska här förstås som att utvecklingen både innebär möjligheter men även hot och risker. Det finns flera exempel på hur den tekniska utvecklingen sprungit snabbt medan övriga – ibland kritiska – delar av samhället har stått bredvid och tittat på. Detta har fått till följd att teknologier inte utvecklats på ett sätt så att önskemålen från samhällsviktig verksamhet har kunnat tas i beaktande. Internet och webben är kanske det främsta exemplet på detta i modern tid.

För att förbättra samhällets möjligheter till proaktivt agerande med avseende på utvecklingen av nya, potentiellt, disruptiva teknologier har detta forskningsprojekt tagit fram en metod för deltagande framåtblickande teknologivärdering. Ett framåtblickande perspektiv på området ger samhället större möjligheter till en välunderrättat och balanserad debatt. Vidare förbättras möjligheterna till analys av och genomförande av policyåtgärder samt inriktning av forskning. Forskningsprojektet Hot och risker med framtida teknologier har lagt grunden för att med metodologisk stringens skapa det kunskapsunderlag som samhället behöver för att hantera framtidens hot och risker, men också möjligheter. Inom ramen för projektet har två framtida nyckelområden studerats: nanoteknologi samt autonoma system. Det är projektgruppens uppfattning att dessa två områden kommer att låta tala om sig inom området samhällsskydd och beredskap under de närmaste decennierna.

Bilaga 1: Skrifter

Följande skrifter har tagits fram inom ramen för projektet:

- Carlsen, H., Dreborg, K.H., Johansson, L., Wikman Svahn, P. (2011), "Assessing Challenges of Autonomous Systems to Security and Ethical Norms in Society: A Co-evolutionary Scenario Approach", Manuscript som vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Carlsen, H., Johansson, L. (2011), "Artificial morality: Moral desirability vs. computational feasibility", manuscript som vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Johansson, L. (2011) "The Artefact as Agent", submitted för publicering i antologin *Norms and the Artificial*. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Johansson, L. (2011), "The Functional Morality of Robots", forthcoming in *International Journal of Technoethics*. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Johansson, L. (2011), *Robots and Moral Agency*. Licentiate Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm. Avhandlingen vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Carlsen, H., Dreborg, K.H., Godman, M., Hansson, S.O., Johansson, L., Wikman Svahn, P. (2010), "Assessing socially disruptive technological change", *Technology in Society* 32, 209-218. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället och beskriver projektets metodansats.
- Hansson, S.O. (2009), "From the Casino to the Jungle. Dealing with uncertainty in technological risk management", *Synthese* 168, 423-432. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Hansson, S.O. (2009), "Technology, Prosperity, and Risk", pp. 483-494 in Jan Kyrre Berg Olsen, Stig Andur Pedersen and Vincent F. Hendricks (eds.) *A Companion to the Philosophy of Technology* (Blackwell Companions to Philosophy), Wiley-Blackwell. Bokkapitlet vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Hansson, S.O. (2009), "Risk – Objective or Subjective, Facts or Values?", *Journal of Risk Research*, in press. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Hansson, S.O. (2009), "Risk and Safety in Technology", pp. 1069-1102 in Anthonie Meijers (ed.), *Handbook of the Philosophy of Science, Volume 9: Philosophy of Technology and Engineering Sciences*, Elsevier, in print. Bokkapitlet vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Godman, M. (2009), *Philosophical and Empirical Investigations in Nanoethics*, Licentiate Thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm. Avhandlingen vänder sig till det vetenskapliga samhället. Dock inkluderas även en populärt hållen introduktion.

- Godman, M. (2008), "But is it unique to nanotechnology? Reframing nanoethics", *Science and Engineering Ethics* 14, 391-403. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Hansson, S.O. (2010), "Promoting Inherent Safety", *Process Safety and Environmental Protection* 88, 168-172. Artikeln vänder sig till det vetenskapliga samhället.
- Carlsen, H. (2008), Understanding technological change and critical functions of society in a Nordic societal context, in *Proceedings of the conference "Is there a Nordic model for societal security and safety?"*, Oslo, September 1-2. Konferensbidraget vänder sig till det vetenskapliga samhället och policy-makers.