



**Arbetsrapport R2008:006**

## **IT och miljö**

### **Aktuella initiativ i Japan och USA**

Andreas Göthenberg, Shigeyuki Naito, Izumi Tanaka,  
Elin Vinger, Karin Widegren, Karin Hovlin



R2008:006

# IT och miljö

Aktuella initiativ i Japan och USA

Andreas Göthenberg, Shigeyuki Naito, Izumi Tanaka, Elin Vinger,  
Karin Widegren, Karin Hovlin

ITPS, Institutet för tillväxtpolitiska studier  
Studentplan 3, 831 40 Östersund  
Telefon 063 16 66 00  
Telefax 063 16 66 01  
E-post [info@itps.se](mailto:info@itps.se)  
[www.itps.se](http://www.itps.se)  
ISSN 1652-0483 (webb), 1652-0483 (tryck)

För ytterligare information kontakta Karin Hovlin  
Telefon +1 310 824 4704  
E-post [karin.hovlin@itps.se](mailto:karin.hovlin@itps.se)

## Förord

I en tid då de globala miljöfrågorna blir allt mer angelägna diskuteras sambanden mellan ekonomisk tillväxt och ökad miljöbelastning allt mer. Hur ser sambanden ut och vad kan göras för att förändra dessa? Hur ska företag och individer tillverka och konsumera varor och tjänster på sätt som inte bidrar till att förvärra miljöproblemen och vilken roll spelar teknik och teknisk utveckling? I detta sammanhang har begrepp som grön IT eller IT och miljö uppmärksammats. IT-produkter kan vara miljöbovar vid tillverkning, användning och som avfall men IT-produkter kan också utgöra viktiga verktyg för att minska miljöbelastningen och i stället skapa miljönytta i andra sektorer.

Denna rapport, som genomförts på uppdrag av Vinnova, syftar till att ge ökad kunskap om trender och strategier hos olika aktörer när det gäller IT och miljö i Japan och i USA. Vi har använt två perspektiv: insatser för att minska IT-produkters miljöbelastning (*greening of IT*) samt insatser för att använda IT för att åstadkomma miljönytta (*greening by IT*). Genom att närmare studera områden som intelligenta transportsystem, IT-produkters miljöpåverkan och intelligent byggande i de två länderna ur ett ”triple helix”-perspektiv, har vi velat bidra till ökade kunskaper om trender och företeelser inom området IT och miljö.

Vi kan konstatera att IT och miljö täcker ett mycket brett och omfattande område och att det fortsättningsvis är angeläget att fokusera eventuella insatser på specifika områden. Vidare är det tydligt att miljöfrågorna står högt på den politiska och samhällsliga agendan både i USA och i Japan även om det i Japan i dagsläget finns fler exempel på samlade, politiskt initierade åtgärder inom detta område.

Föreliggande rapport utgör en avrapportering av en första fas i projektet IT och miljö. Rapporten avslutas med en diskussion och vissa förslag till fokus i en möjlig andra fas.

Rapporten har skrivits av Andreas Göthenberg, Shigeyuki Naito, Izumi Tanaka och Elin Vinger, samtliga vid ITPS kontor i Tokyo, Karin Widegren vid ITPS i San Francisco samt av Karin Hovlin vid ITPS i Los Angeles. I arbetet har också Martin Flack vid ITPS i Stockholm deltagit. Karin Hovlin har varit projektledare.

Stockholm, augusti 2008

**Suzanne Håkansson**

Avdelningschef, ITPS omvärldsanalys



# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Syfte, frågeställningar och avgränsningar .....	10
1.3 Metod och disposition.....	10
<b>2 IT och miljö – ett aktuellt ämne</b> .....	<b>11</b>
2.1 Ökad global uppmärksamhet på miljö- och klimatfrågor.....	11
2.2 Att vara grön – en konkurrensfördel?.....	11
2.3 IT-industrins expansion.....	12
2.4 IT-industrin som miljöbov, men också som välgörare .....	13
<b>3 IT och miljö i Japan</b> .....	<b>18</b>
3.1 Inledning .....	18
3.2 Government initiatives in ICT and Environment.....	18
3.2.1 Guidelines for ICT Eco-Efficiency.....	18
3.2.2 Japan Low Carbon Society Scenarios toward 2050 .....	19
3.2.3 Guideline on how to Apply Eco-friendly ICT Services.....	20
3.2.4 Study Group on ICT Policy for Addressing Global Warming.....	21
3.2.5 Green IT Initiative .....	22
3.3 IT-produkters energieffektivitet .....	23
3.3.1 Inledning.....	23
3.3.2 Politik och samhälle.....	24
3.3.3 Näringsliv .....	25
3.3.4 Forskning.....	26
3.3.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige .....	27
3.4 Intelligent transport system – ITS .....	28
3.4.1 Inledning.....	28
3.4.2 Politik och samhälle.....	29
<b>3.4.3 Näringsliv</b> .....	<b>31</b>
3.4.4 Forskning .....	32
3.4.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige .....	33
3.5 ICT equipment as potential resources of precious and rare metals.....	33
3.5.1 Introduction .....	33
3.5.2 Government.....	33
3.5.3 Industry.....	34
3.5.4 Academia.....	35
3.6 Use of ICTs for climate data collection and telemetry.....	37
3.6.1 Government.....	37
3.6.2 Industry.....	37
3.6.3 Academia.....	37
<b>4 IT och miljö i USA</b> .....	<b>39</b>
4.1 Inledning .....	39
4.2 Intelligent byggande .....	40
4.2.1 Inledning.....	40
4.2.2 Politik och samhälle.....	41
4.2.3 Näringsliv .....	42
4.2.4 Forskning.....	44
4.2.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige .....	46
4.3 IT-produkters miljöpåverkan .....	46
4.3.1 Bakgrund .....	46
4.3.2 Politik och samhälle.....	47
4.3.3 Näringsliv .....	51
4.3.4 Forskning .....	52
4.3.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige .....	53
<b>5 Sammanfattande diskussion och fortsatt arbete</b> .....	<b>55</b>
5.1 Diskussion.....	55

5.2	Områden för fortsatt arbete .....	56
<b>Referenser</b>	.....	<b>58</b>
	Skriftliga källor – Japan .....	58
	Skriftliga källor – USA .....	60
	Intervjuer och konferenser – Japan .....	62
	Intervjuer och konferenser – USA .....	62



## Sammanfattning

I rapporten *IT och miljö – Aktuella initiativ i Japan och USA* studeras trender och strategier hos olika aktörer när det gäller IT och miljö i Japan och i USA. Vi har sökt information om hur viktiga aktörer agerar och påverkar olika aspekter inom IT och miljö. Vilka är drivkrafterna, målsättningar och vilka konkreta åtgärder genomförs? Bakgrunden är den ökade uppmärksamhet som miljöfrågor och hållbar utveckling har fått i den offentliga debatten under de senaste åren i Sverige såväl som på den internationella arenan. Hur ser sambanden ut mellan ekonomisk tillväxt och ökad miljöbelastning och vad kan göras för att bryta dessa? Vilken roll spelar teknik och teknisk utveckling?

Arbetet har utförts på uppdrag av Vinnova och målsättningen har varit att ge Vinnova ökade kunskaper om övergripande trender och företeelser när det gäller detta område. Föreliggande rapport utgör en avrapportering av en första fas. I en andra fas finns möjlighet att mer fördjupat studera vissa områden alternativt genomföra vissa aktiviteter av särskilt intresse för Vinnova och för Sverige.

Uppdraget har genomförts genom att göra en övergripande kartläggning (scanning) av vissa områden inom eller aspekter på IT och miljö. Vi har studerat den japanska regeringens initiativ, intelligenta transportsystem, IT-produkters energieffektivitet samt återvinning av IT-produkter i Japan. I USA har fokus varit dels intelligent byggande och boende, dels IT-produkters miljöpåverkan.

En första reflektion som kan göras är att begreppet ”IT och miljö” täcker ett mycket brett och omfattande område. Det finns i huvudsak två perspektiv: dels IT-produkters miljöpåverkan, dels hur IT kan användas som medel för att åstadkomma miljönytta. När någon talar om IT och miljö kan det handla om allt från data centras energieffektivitet och kylbehov till hur företag och organisationer utformar sina resepolitices till exempel genom att använda videokonferenser i stället för att flyga och hålla fysiska möten. Det kan också handla om hur man med hjälp av nätverk i bostäder kan få mer energieffektiva och säkrare boenden.

Åtgärder och företeelser kan sorteras in i en av två kategorier: den första kan beskrivas som ”att göra IT grönare” (greening of IT) vilket handlar om att minska IT-sektorns miljöbelastning. Den andra kategorin är ”att göra grönt med hjälp av IT” (greening by IT) vilket handlar om att fokusera på IT:s miljönytta. Om man väljer att tala om ”IT och miljö” finns en risk att diskussionen lätt blir allt för övergripande. ITPS slutsats är därför att Vinnova i sitt fortsatta arbete i stället bör sträva efter att fokusera på specifika områden inom de två övergripande perspektiven: IT-produkters miljöpåverkan respektive IT som medel för att åstadkomma miljönytta inom andra sektorer.

Vi kan vidare konstatera att miljöfrågorna står högt på den politiska och samhällliga agendan både i USA och i Japan. Det finns en utbredd oro över den ökade miljöbelastningen som IT-produkter har, till exempel den ökade energiåtgången som både fler och mer avancerade produkter kräver. Det finns emellertid en ökande insikt om att IT är ett viktigt verktyg för att skapa mer effektiva lösningar och minska till exempel energiförbrukning. Det förefaller dock som om den allmänna offentliga debatten främst är fokuserad på de negativa aspekterna av den ökade IT-användningen och mindre på hur IT kan bidra till att minska miljöproblemen och ge positiva effekter på energieffektiviteten. Detta har lett American Council for an Energy-Efficient Economy till att formulera vad de

kallar: "the ICT energy paradox". Enligt denna paradox pekas IT-produkter ofta ut som en av de viktigaste drivkrafterna för ekonomisk tillväxt och produktivitet, samtidigt som deras positiva effekt på energieffektiviteten inte får någon större uppmärksamhet.

En skillnad mellan USA och Japan, som vi också ser inom andra politikområden, är att man i Japan, till skillnad från i USA, har en stark fokus på samlade, politiskt initierade, åtgärder och initiativ på central nivå. I USA låter man generellt marknadskrafterna styra i större utsträckning även om man till exempel finansierar forskning och initierar samverkan. I Japan ser vi att statsmakterna intar en mer aktiv roll. I USA noterar vi mer avgränsade initiativ och program, till exempel kring IT-produkters energieffektivitet.

Många av de offentliga åtgärder som vi hittills sett i såväl Japan som USA är initiativ till samarbeten eller beteendeförändringar som leder till ökad energieffektivitet. Tvingande regler har hittills inte varit lika frekventa. Det förefaller emellertid som det nu sker en förändring där myndigheter på olika nivå i dagsläget i högre grad ställer tvingande krav på åtgärder för att uppnå ökad energieffektivitet.

När det gäller IT-produkters energieffektivitet är det tydligt att det pågår oerhört mycket arbete inom branschen, såväl i Japan som i USA. Exemplet på initiativ är många, både från enskilda företag och från företag i samverkan, till exempel Green Grid och Climate Savers Computing Initiative. I båda länderna sker också många offentligt initierade initiativ bland annat för att koordinera och samordna forsknings- och utvecklingsinsatser. I Sverige är det så att utvecklingsinsatser inom berörda teknikområden som mjukvaruutveckling, VVS-teknik, byggt teknik, hanteras av ett flertal olika FoU-myndigheter (t ex Energimyndigheten, Vinnova och Formas), vilket möjligen kan vara ett hinder för projekt inom detta område att komma till stånd. Möjligheten att ytterligare koordinera arbetet inom dessa myndigheter när det gäller FoU med koppling till IT och miljö bör därför övervägas.

Båda de områden vi främst studerat som exempel på hur IT kan vara ett verktyg för att minska miljöbelastningen, ITS i Japan och intelligent byggande i USA, torde vara av intresse ur ett svenskt perspektiv. När det gäller ITS så utgör såväl samverkansmodeller som affärsmodeller möjliga källor till inspiration för Sverige. I USA har grönt byggande mycket stark medvind. Även om IT-frågorna inte alltid lyfts fram så utgör dessa en viktig förutsättning för att åstadkomma mer intelligenta och energieffektiva hus

Rapporten avslutas med flera förslag till möjligt fokus i en andra fas av projektet. Möjliga aktiviteter är till exempel seminarium och kontaktskapande möten eller att närmare studera möjligheter till forskningssamarbeten.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Miljöfrågor och hållbar utveckling har fått allt mer uppmärksamhet i den offentliga debatten under de senaste åren i Sverige såväl som på den internationella arenan. Hur ser sambanden ut mellan ekonomisk tillväxt och ökad miljöbelastning och vad kan göras för att bryta dessa? Hur ska företag och individer tillverka och konsumera varor och tjänster på sätt som inte bidrar till att förvärra de globala miljöproblemen och vilken roll spelar tekniken i utvecklingen?

Som en del av det ökade intresset för de globala miljöfrågorna har också begrepp som IT och miljö eller ”grön IT”, blivit vanligt förekommande. Under dessa inordnas insatser och företeelser både med bäring på IT-produkters miljöbelastning och på hur informationsteknik, IT, kan användas för att åstadkomma miljönytta inom andra sektorer. Tillverkning och användning av IT-produkter medför en miljöbelastning och många företag i IT-branschen driver i dag ett arbete för att minska sina produkters miljöpåverkan, bland annat arbete för att minska energiåtgången. Återvinning av IT-produkter är ett annat område där det görs insatser. Samtidigt kan IT utgöra ett viktigt verktyg i strävan att minska negativ miljöpåverkan i andra sektorer. Genom att ha videokonferenser i stället för att resa med bil, tåg och flyg till möten kan utsläppen minskas. Genom övervaknings- och styrsystem som bygger på IT kan en mer effektiv användning av till exempel värme och vatten i hushåll och näringsliv åstadkommas. Genom att utveckla intelligenta transportsystem, ITS, kan logistikfunktioner förbättras. Exempelen är många.

Man kan alltså tala dels om ”greening by IT”, till exempel distansarbete, videokonferenser och styr- och reglersystem för effektivare energianvändning, dels om ”greening of IT”, till exempel mer effektiva datacentra eller effektivare återvinning av elektronikskrot.

Regeringen har under de senaste åren tagit initiativ till flera arbeten som på olika sätt diskuterat hur IT-lösningar kan bidra till att minska miljöbelastningen. Under perioden 2001 till 2003 verkade en arbetsgrupp, Forum IT och miljö, tillsatt av regeringen med syftet att skapa en plattform för informations- och kommunikationsteknik och ekologiskt hållbar utveckling. I gruppen fanns företrädare för industri, forskning, myndigheter, departement samt miljöorganisationer. Inom ramen för detta forum togs ett diskussionsunderlag fram i januari 2004 (Pamlin, D. & Thorslund, E. 2004). Den IT-politiska strategigruppen, en rådgivande grupp som på regeringens uppdrag arbetade under perioden 2003–2006, är ett annat exempel. Gruppen tillsatte ett antal arbetsgrupper som studerade olika frågor, bland annat den om IT och miljö. I oktober 2006 lämnade gruppen en rapport med ett antal förslag (Regeringskansliet 2006). Vidare lät Näringsdepartementet i januari 2008 en konsult genomföra en förstudie om IT för miljön (Regeringskansliet 2008). IT och miljö är ett tema även på EU-nivå och i maj 2008 presenterade Kommissionen ett initiativ där man vill främja användningen av IT för att öka energieffektiviteten i olika sektorer av ekonomin (EU-kommissionen 2008).

Inom ramen för Vinnovas samarbete med ITPS togs under 2007 ett initiativ till föreliggande projekt med fokus på trender och strategier inom området IT och miljö i Japan och USA.

## 1.2 Syfte, frågeställningar och avgränsningar

Detta projekt syftar till att ge ökad kunskap om trender och strategier hos olika aktörer när det gäller IT och miljö i USA och Japan. Projektet avses ske i två faser. I den första fasen är avsikten att – genom att studera några områden inom eller aspekter på IT och miljö i respektive land – göra en övergripande kartläggning (scanning) av aktuella trender och företeelser. Både Japan och USA är länder med en betydande IT-sektor och det är av den anledningen av intresse att närmare studera vilka insatser som görs i dessa länder. Vidare uppvisar båda länderna en hög grad av teknikanvändning i samhället i stort, samtidigt som samhällsstrukturen och omfattning och inriktning på politiska initiativ skiljer sig åt. Därför är det intressant att jämföra dessa länder när det gäller hur området IT och miljö betraktas och angrips.

Fas ett har således karaktären av ett trendspanningsprojekt och givet den begränsade omfattningen görs endast en summarisk analys. Föreliggande rapport är en avrapportering av fas ett. I fas två ges därefter möjlighet till fördjupning av ett mer avgränsat antal områden eller genomförande av aktiviteter som är av särskilt intresse och betydelse för Vinnova och för Sverige. Vilka områden eller aktiviteter detta blir kommer att avgöras i ett senare skede.

Både IT-produkters miljöpåverkan och IT som medel för att minska miljöbelastningen berörs i rapporten. Miljöbegreppet ges en vid användning och inkluderar också till exempel frågor som buller och trängsel. De japanska satsningarna på intelligenta transportsystem är exempel på åtgärder för att minska denna typ av miljöbelastning.

För de områden som studerats i fas ett har ett ”triple helix”-perspektiv använts. Följaktligen har vi för respektive område studerat hur de olika aktörerna ”politik och samhälle”, ”näringsliv” respektive ”forskning” agerar och påverkar området. I Japan eftersträvas en triple-helix-modell, men ännu kan den inte betraktas som väl fungerande. I rapporten återfinns i regel under rubriken ”forskning” främst offentligt finansierad forskning medan näringslivets forskningsinsatser i allmänhet beskrivs under rubriken ”näringsliv”.

Vi diskuterar frågeställningar såsom: Vilka strategier och målsättningar finns? Vilka konkreta åtgärder genomförs? Vilka är de tongivande aktörerna? Mot bakgrund av Vinnovas uppdrag är givetvis eventuella forskningsinsatser av särskilt intresse.

## 1.3 Metod och disposition

I denna studie har vi dels arbetat med genomgång och analys av relevant litteratur såsom policydokument i form av till exempel reglering av olika slag och förslag till nya regler, rapporter från tankesmedjor och akademi samt nyhetsrapportering, dels med samtal med till exempel beslutsfattare på både central och regional/lokal nivå, tankesmedjor, företag och forskare. Konferenser och seminarier har varit andra viktiga källor för kunskapsinhämtning.

Avsnitt 3.2, 3.5 och 3.6 är skrivna på engelska av engelskspråkiga medarbetare på ITPS kontor i Tokyo.

I kapitel 2 ges en bakgrund till studien där vi diskuterar den ökade miljömedvetenheten och hur IT kan utgöra både en miljöbelastning och ett verktyg för att åstadkomma miljönytta. I kapitel 3 och 4 ges en överblick över aktuella initiativ i Japan respektive USA. I kapitel 5 återfinns en sammanfattande diskussion samt förslag till fortsatt arbete.

## 2 IT och miljö – ett aktuellt ämne

### 2.1 Ökad global uppmärksamhet på miljö- och klimatfrågor

Under senare år har vi sett ett kraftigt ökat intresse och en uppmärksamhet kring de globala miljö- och klimatfrågorna. Det finns i dag en insikt och övertygelse hos många om att kraftfulla åtgärder krävs för att komma till rätta med den negativa utvecklingen.

I den senaste Environmental Outlook beräknar OECD att de globala utsläppen av växthusgaser kommer att öka med 37 procent till år 2030 och med 52 procent till år 2050 om inga särskilda åtgärder vidtas. Dessa utsläpp bedöms resultera i en ökning av jordens medeltemperatur år 2050 på mellan 1.7–2.4 grader Celsius (OECD 2008). Men OECD pekar givetvis också på att det finns ett stort antal åtgärder som kan vidtas för att ändra denna trend. Ett huvudbudskap är att kostnaden av att *inte* agera är mycket hög medan kostnaden förknippad med olika policy-åtgärder är mer begränsad.

OECD har gjort simuleringar som visar att åtgärder som skulle innebära att världens samlade BNP blev en procent lägre än den annars skulle varit<sup>1</sup>, kan leda till att utsläpp av växthusgaser till år 2030 i stället för att öka med 37 procent endast skulle öka med 12 procent (OECD 2008). Enligt OECD bör åtgärder i största möjliga utsträckning vara marknadsbaserade med exempel som gröna skatter och utsläppshandel.

ITPS publicerade i maj 2008 en rapport där man analyserat hur EU:s klimatmål om en minskning av utsläppen med 20 procent kan nås samtidigt som tillväxten värnas (ITPS 2008). I rapporten menar ITPS att det kan komma att bli svårt att i allt för hög utsträckning förlita sig till skatter eller utsläppshandelssystem för att minska utsläppen. I stället bör fokus ligga på omfattande satsningar på teknikutveckling och användning av existerande teknik.

### 2.2 Att vara grön – en konkurrensfördel?

I takt med det ökade intresset och den ökade insikten om de globala miljöproblemen har företag världen över, i större eller mindre utsträckning, tagit initiativ för att göra sin produktion och sina varor och tjänster mer hållbara. Efterfrågan på hållbara produkter ökar stadigt och enskilda företag granskas också utifrån sitt agerande för att svara mot de globala utmaningarna.

I dagsläget börjar exemplen på företag som framgångsrikt driver denna strategi bli många.<sup>2</sup> Det amerikanska kemiföretaget DuPont tog år 1990 ett beslut om att man skulle minska sina utsläpp av växthusgaser under perioden 1990–2010 med 65 procent och att man skulle öka intäkterna med sex procent årligen under perioden 2000–2010 utan att öka energiåtgången. Målet om minskade växthusgaser är redan uppnått och man har sedan 1990 ökat produktionen med 30 procent utan att öka energianvändningen. Under 12 år har man uppmätt besparingar på 3 miljarder US dollar.

General Electrics försäljning av ”Ecomagination”-produkter som till exempel vindturbiner, vattenreningssystem och energieffektiva vitvaror fördubblades under perioden 2005–2007

<sup>1</sup> Detta skulle resultera i att BNP år 2030 skulle vara ca 97 procent högre än i dag i stället för nästan 99 procent högre.

<sup>2</sup> Följande två exempel från presentation av Hunter Lovins på Green California Summit 9 april 2008.

(som jämförelse kan nämnas att under samma period växte företags samlade försäljning endast med ca 20 %) och har vida överträffat företags försäljningsprognoser.

Finansmarknaden har också uppmärksammat att det finns risker förknippade med investeringar i till exempel energiprojekt och termen *carbon risk* har myntats. Några av de amerikanska storbankerna gick under 2007 samman för att utveckla principer för hur man ska bedöma dessa risker och i början av 2008 presenterades *The Carbon Principles, A Roadmap for Banks and U.S. Power Producers to Reduce the Regulatory and Financial Risks Associated with Greenhouse Gas Emissions*.<sup>3</sup> Enligt dessa principer ska till exempel bankerna uppmana sina klienter att investera i kostnadseffektiva minskningar av utsläpp och förnyelsebar energi.

*Carbon Disclosure Project* granskar på uppdrag av nästan 400 institutionella investerare (som förfogar över nästan 60 billioner US dollar) de 500 största företagen i världen utifrån deras agerande i ett klimatperspektiv (Carbon Disclosure Project 2007). Detta sker i en årlig enkätundersökning. Svarefrekvensen indikerar att de tillfrågade företagen fäster vikt vid dessa frågor. På fem år har andelen företag som svarar ökat från 47 till 77 procent enligt den senaste rapporten som publicerades hösten 2007.<sup>4</sup> Allt fler företag implementerar olika former av handlingsplaner för att minska sina utsläpp av växthusgaser och i den senaste rapporten dras slutsatsen att en majoritet av företagen erkänner både finansiell nytta och de positiva effekter på företags anseende som ett förbättrat beteende när det gäller koldioxidutsläpp medför.

Flera studier pekar också på att företag som är ledande när det gäller sitt agerande i miljöfrågor är mer framgångsrika än företag som inte visar ett sådant beteende. Goldman Sachs presenterade till exempel en rapport sommaren 2007 vid FN:s Global Compact Summit som visade att företag som är ledande i *environmental, social and governance (ESG) policies* haft en kursutveckling som i genomsnitt varit 25 procent bättre än börsen i genomsnitt (Goldman Sachs 2007).

### 2.3 IT-industrins expansion

IT-industrin är i många delar en tämligen ung bransch. Företag som Cisco och Microsoft grundades till exempel först 1984 respektive 1975. Ett företag som IBM grundades dock redan 1888. Den första datorn brukar ofta tillägnas den brittiske matematikern Charles Babbage som 1837 utvecklade en ”analytical engine” och i dag har vi ständigt olika former av informationsteknik runt omkring oss. Men det fanns givetvis en tid då inte ens framstående forskare och företagsledare kunde se behovet av ökad och vida spridd datorkraft vilket citaten nedan exemplifierar.

”We’ll have to think up bigger problems if we want to keep them busy.” (ca 1950, Howard Aiken, legendarisk forskare)

”There is no reason for any individual to have a computer in his home.” (1977, Ken Olsen, grundare av Digital Equipment Corporation)

Vi vet i dag att dessa förutsägelser hamnade mycket långt ifrån verkligheten. IT finns i stället ständigt överallt och i alla delar av samhället. Endast 2 procent av alla microprocessorer och chips som säljs världen över i dag används till exempel för traditionella IT-produkter som servrar och datorer. Övriga 98 procent återfinns i produkter

<sup>3</sup> [www.carbonprinciples.com/](http://www.carbonprinciples.com/)

<sup>4</sup> *Carbon Disclosure Project, Report 2007, Global FT500*

som kylskåp, bilar, flygplan, bankomater, industriella maskiner och i mängder av andra produkter (Laitner, J. & Ehrhardt-Martinez, K. 2008).

Den tekniska utvecklingen går oerhört fort. Moore's Law, uppkallad efter Intels grundare Gordon E Moore, som säger att antalet transistorer som får plats på ett chip ökar exponentiellt och fördubblas vartannat år, visar på detta faktum. Samtidigt som kapaciteten ökar, sjunker kostnaderna för en given kapacitet och IT-produkter är i dag tillgängliga för många hundratals miljoner människor.<sup>5</sup> Antalet datorer i världen överstiger i dag 1 miljard och Forrester räknar med att denna siffra fördubblats redan år 2015.

Det finns mycket lite som talar för att denna trend kommer att brytas, snarare tvärtom. En aktuell rapport från den brittiska branschorganisationen Intellect pekar på tre underliggande faktorer som påverkar spridningen av IT (Intellect 2008). En första faktor är den ovan nämnda Moore's law. Metcalfe's lag som säger att nyttan av ett nätverk är proportionell mot kvadraten av antalet användare (vilket till exempel förklarar populariteten hos olika former av sociala nätverk på Internet) utgör en andra faktor. Den tredje faktorn är själva karaktäristiken med IT i det att IT bidrar till utvecklingen av nya produkter (*autocatalytic nature of IT*).

Allt detta medför att det i samhällen världen över finns allt fler IT-produkter med allt högre kapacitet. Dessa produkter kan användas för att minska miljöbelastningen men de är samtidigt energikrävande och IT-branschen står inför en utmaning att utveckla energieffektiva produkter och lösningar. Vi diskuterar detta mer nedan.

## 2.4 IT-industrin som miljöbov, men också som välgörare

I detta globala klimat där miljöfrågorna står högt på agendan hos politiker och beslutsfattare, näringsliv och allmänhet granskas alla industrier och de granskar även sig själva ur ett hållbarhetsperspektiv. Gartner gjorde våren 2007 en ofta citerad uppskattning som visade att den globala IKT-<sup>6</sup>industrin står för ungefär två procent av de globala koldioxidutsläppen, vilket är ungefär detsamma som utsläppen från flygindustrin.<sup>7</sup> Gartner menar att IT-industrin måste bli betydligt bättre på att tillämpa ett livscykelperspektiv på sina produkter och att öka innovationsförmågan för att minska sina produkters miljöpåverkan.

Det är främst två olika aspekter som är relevanta att titta på när det gäller IT-produkters miljöbelastning. Den ena är IT-produkternas energianvändning och den andra gäller frågor kopplade till kemikalieanvändning, elektroniskt avfall och återvinning. Man kan snabbt konstatera att den globala IT-industrin under senare år i betydligt större utsträckning än tidigare har uppmärksammat dessa frågor och insatser görs bland annat för att förbättra energieffektiviteten samt minska innehållet av skadliga komponenter. I avsnitten 3.3, 3.5 och 4.3 finns bland annat en översikt över initiativ som IT-industrin i Japan och i USA – enskilt och tillsammans med andra aktörer – gör för att minska IT-produkters miljöbelastning.

Men IT kan givetvis också vara ett verktyg för att åstadkomma miljönytta i en mängd sektorer även utanför den rena IT-branschen. Den brittiska branschorganisationen Intellect

<sup>5</sup> Fortfarande finns dock oerhört stora utmaningar för att överbrygga vad som ofta kallas den digitala klyftan. Det gäller både inom länder men inte minst mellan den industrialiserade världen och utvecklingsländerna.

<sup>6</sup> Informations- och kommunikationsteknik.

<sup>7</sup> [www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867](http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867)

pekar på tre kategorier av teknikanvändning som minskar miljöbelastningen (fokus ligger på energiåtgång): (Intellect 2008)

- **“Enhancing technologies** *Technologies that enhance existing processes: make things better, make us more efficient. Enhancing technologies include monitoring and analytical tools, logistics, intelligent transport systems including tracking and teleatics, smart building technologies and energy management systems, and technologies that manage user behaviour and intervene intelligently to minimize energy wastage.*”
- **“Enabling technologies** *Technologies that enable new ways of working: e.g. energy-related applications that facilitate renewable generation, virtualization, paperless office technologies*”.
- **“Transforming technologies** *Technologies that transform what we do altogether – broadband, space related-technologies, virtual conferencing.*”

På Internet dyker nya tjänster som har till syfte att minska eller tydliggöra olika beteendens miljöpåverkan ständigt upp. Två initiativ, CO2Stats och Cool California, får exemplifiera. CO2Stats är en så kallad widget (slags miniprogram på en webbsida) som mäter mängden koldioxid som trafik till en särskild webbsida genererar. Projektet bakom denna tjänst köper sedan så kallade *carbon offsets* för att kompensera för den negativa miljöbelastningen.<sup>8</sup> Cool California är en tjänst som nyligen lanserats i Kalifornien som gör det möjligt för individer i delstaten att räkna ut sitt ”kolavtryck” (*carbon footprint*). Målsättningen är öka medvetenheten om konsekvenserna av individers beteenden och visa på verktyg som kan användas för att minska den negativa miljöbelastningen. Bakom initiativet står bland andra California Air Resources Board, California Energy Commission, Lawrence Berkeley National Labs samt Next 10 som är en icke vinstdrivande organisation (non-profit).<sup>9</sup>

Laitner (2008) pekar på fyra principiella sätt som IT, eller snarare det bredare begreppet informations- och kommunikationsteknik, IKT, kan bidra med för att effektivisera energianvändningen och förbättra miljön. I denna rapport kommer vi, mer eller mindre ingående, att beröra samtliga dessa.

- 1 Minska energibehov och användning av miljöfarliga ämnen vid utformning, tillverkning och distribution av IKT- produkter inklusive återvinning av material.
- 2 Förbättra prestanda vad gäller energianvändning för olika typer av IKT-produkter och systemlösningar inom IKT-området.
- 3 Optimera drift och därmed energianvändningen inom andra system.
- 4 Ersätta andra mer energikrävande produkter och tjänster med IKT-relaterade tjänster.

Det får nog betraktas som allmänt accepterat att IT kan vara ett viktigt verktyg för att minska miljöbelastningen men endast ett fåtal studier av hur omfattande denna effekt faktiskt är har ännu genomförts. Studier som uppskattar *potentiella vinster* är dock något vanligare. Två sådana studier berörs kort nedan.

I en rapport från American Consumer Institute studerar två forskare vilken effekt en ökad bredbandsanvändning skulle få på nivån på utsläpp av växthusgaser (Fuhr J. & Pociask, S.

<sup>8</sup> [www.co2stats.com/](http://www.co2stats.com/)

<sup>9</sup> [www.coolcalifornia.org/index.html](http://www.coolcalifornia.org/index.html)



2007). En ökad tillgång och användning av bredband får effekter på vilket sätt vi till exempel arbetar, shoppar och reser. Om vi väljer att till exempel handla på Internet i stället för att åka bil till affären kan detta få en positiv miljöeffekt.<sup>10</sup> Resultaten av studien indikerar att en ökad bredbandsanvändning i USA skulle kunna leda till minskade utsläpp av växthusgaser i storleken en miljard ton koldioxidekvivalenter över 10 år. Detta motsvarar utsläppen från 11 procent av USA:s årliga oljeimport. Den ökade energianvändning som den ökade dator och Internetanvändningen medför kommer rimligen att göra nettobesparingen något mindre. Detta är dock inget man tagit hänsyn till i denna rapport. I tabellen nedan framgår de olika kategorierna av besparingar mer utförligt.

---

<sup>10</sup> *Denna positiva effekt kan också tillintetgöras om transporten av det du handlar på nätet inte är effektiv ur ett miljöperspektiv.*

Tabell 2-1 Sammanfattning av resultat av studie om miljövinster av ökad bredbandsanvändning.

**Reductions in Greenhouse Gases for Select Activities**  
(Millions of Tons)

Area of Technology Replacement	Current Annual Savings	Forecast Incremental (10 year)
E-commerce Green Effects B2B and B2C C2C	37,5 N.A.	206,3 N.A.
Telecommuting Green Effects Direct Effects from Driving Indirect Effects from Congestion Office Space Not Built Saved Office Space Energy	45,0 4,8 28,1 56,8	247,7 N.A. 28,1 312,4
Teleconferencing Business Air Travel	36,3	199,8
E-Materialization First-Class Mail Plastic CDs Newspapers Office paper Paper used in Households	1,4 0,5 7,9 2,9 0,7	7,3 2,5 57,4 N.A. N.A.
Tele-Medicine Home Nurse Visits	1,6	N.A.

Källa: Fuhr J. & Pociask, S. 2007, s. 48.

Branschorganisationen för den amerikanska konsumentelektronikindustrin, Consumer Electronics Association, lät 2007 utföra en studie för att uppskatta den påverkan som distansarbete och elektronisk handel har på energi och utsläpp av växthusgaser. Om en person till exempel väljer att handla en bok på nätet i stället för att resa till en fysisk affär så är resultatet dels minskade utsläpp eftersom man inte åker till affären men också ökade utsläpp eftersom någon måste leverera boken till din bostad. Paketering av varor som fraktas brukar också vara mer omfattande än om man själv handlar dessa i en affär. Är det emellertid så att varan levereras elektroniskt, till exempel musik eller mjukvara, så är vinsten större. (I studien har man dock inte tagit hänsyn till den energiåtgång som härrör från själva datoranvändningen och surfningen på nätet.) Studien visar att 3,9 miljoner distansarbetare minskar bensinförbrukningen med 840 miljoner gallons (1 gallon är ca 3,8 liter) och bidrar till att minska koldioxidutsläppen med 14 miljoner ton. Utsläppsminskningen motsvarar två miljoner färre bilar på de amerikanska vägarna.

Det finns i dag en allmän acceptans för att IT har betydelse för produktivitetens utvecklingen och många studier pekar på ett positivt samband mellan IT-investeringar och produktivitet.<sup>11</sup> När man ser till förhållandet mellan IT och energieffektivitet har dock fokus främst varit på de energikrävande IT-produkterna snarare än på IT som något som kan ha positiva effekter på energieffektiviteten. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), en icke-vinstdrivande forskningsorganisation, diskuterar i en aktuell

<sup>11</sup> Ser till exempel Jorgenson et al (2007).

rapport vad de valt att kalla "*the ICT energy paradox*". Enligt ACEEE utgörs denna paradox av det faktum att IT-produkter ofta pekas ut som en av de viktigaste drivkrafterna för ekonomisk produktivitet, samtidigt som deras positiva effekt på energieffektiviteten inte får någon större uppmärksamhet. ACEEE visar i studien att för varje ytterligare kWh som använts för IT-tillämpningar så har USA:s ekonomi ökat sin samlade energieffektivitet med en faktor tio. Det råder således ett positivt samband mellan användningen av (ofta innovativ) IT och energikonsumtion (Laitner, J. & Ehrhardt-Martinez, K. 2008).

## 3 IT och miljö i Japan

### 3.1 Inledning

IT och miljö har fått mycket uppmärksamhet i Japan efter att bland annat METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) har presenterat flera initiativ, exempelvis *Cool Earth Energy Innovative Technology Plan* (se avsnitt 3.2.5). Det här kapitlet beskriver regeringens initiativ inom IT och miljö, samt några utvalda satsningar på prioriterade teknologier för området, som Intelligent transport system, ITS, och IT-produkters energieffektivitet samt återvinning av IT-produkter. För en beskrivning av Japans IT-strategi, se ITPS (2007). Kapitlet beskriver även användningen av IT för insamling av klimatdata.

### 3.2 Government initiatives in ICT and Environment

The use of information and communication technologies to overcome environmental issues has received increasing interest from the Japanese government. Several different ministries have initiated projects involving industry, academia and the public sector to promote the use of IT as a tool to increase resource efficiency and to reduce negative environmental impacts. Among them are METI (responsible for policies regarding industries), Ministry of the Environment (MoE, responsible for policies regarding environment) and Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC, responsible for policies regarding ICT). The purpose of this section is to provide an outline of a few of the major governmental initiatives.

#### 3.2.1 Guidelines for ICT Eco-Efficiency

Different players have had their own criteria for evaluating environmental effects of the use of ICT, and the need for a standardized evaluation method has become an issue in Japan. To answer to this need, a guideline titled *Guidelines for ICT Eco-Efficiency Evaluation* was published in 2006.<sup>1213</sup> The guideline was the result of the work by the ICT working group of the Japan Forum on Eco-Efficiency (JFEE). METI commissioned the work to Japan Environmental Management Association for Industries (JEMAI), which served as secretariat for JFEE. The ICT working group of JFEE was lead by Professor Yasunori Matsuno of University of Tokyo and eight multi-national ICT equipment manufacturers and telecommunication companies participated (Origuchi 2007).

This guideline includes a general framework, principles, and requirements relating to the evaluation of environmental impact of ICT, the eco-efficiency evaluation of ICT, as well as the comparative evaluation of the environmental impact of ICT. The purpose of the guideline is to provide an objective tool for evaluating environmental impact caused by individuals, businesses and society related to ICT. In particular, it focuses on assessing the carbon dioxide emissions that lead to global warming. The evaluation targets are ICT services and solutions in general, provided through the system combined with devices, software and associated services for improvement in business and lifestyle.

---

<sup>12</sup> [www.jemai.or.jp/JEMAI\\_DYNAMIC/data/current/detailobj-2687-attachment.pdf](http://www.jemai.or.jp/JEMAI_DYNAMIC/data/current/detailobj-2687-attachment.pdf)

<sup>13</sup> *Guidelines are used often as a policy instrument by the Japanese government. They are for example used as supplementary material to a law and to involve and coordinate opinions of stakeholders in the process.*

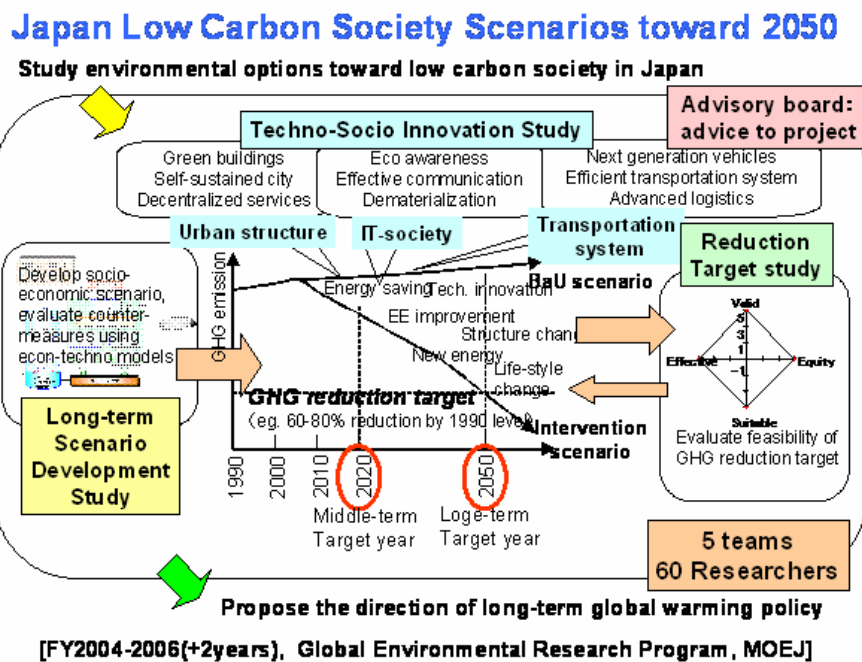
The content of the guideline includes the following (JEEE 2006):

- Framework for Evaluation of ICT Environmental Impact, including definition of functional unit and system boundary;
- Outline of ICT Eco-efficiency Evaluation, including definition of eco-efficiency, ICT values and value indicators;
- Framework of ICT Comparative indicators, including comparative evaluations;
- Examples.

### 3.2.2 Japan Low Carbon Society Scenarios toward 2050

The goal of the project Low Carbon Society that was initiated by MoE in 2005, is to propose concrete countermeasures to achieve low-carbon society in Japan by 2050, including changes in technology development and lifestyle. It is a long-term scenario development study to integrate environmental options using simulation models, as well as assessing environmental options considering future socio-economic conditions. In addition to the research conducted domestically, there is a Japan-United Kingdom joint project on developing the vision for a Low-Carbon Society (LCS) (Origuchi 2007).

Figur 3-1 Composition of the Japan Low Carbon Society Scenario toward 2050.



Source: Homepage of LCS 2050 <http://2050.nies.go.jp/>

The project consists of six sub-projects: Scenarios, Criteria, Urban system, Transportation system, Industrial change and ICT-society.

In the ICT sub-group, studies are being conducted in three different areas covering industry and commerce, the residential sector and the transport sector:

- CO<sub>2</sub>-reduction effect by optimizing industrial procedures through introduction of ICT (industry and commerce sector),
- Eco-Life guidance system (residential sector),
- Advanced traffic utilization system and tele-working system (transport sector).

The work, which was initiated in 2004, is to continue until the end of the present fiscal year (March 2009). The sub-project on ICT society lead by Prof. Jun Fujimoto, University of Tokyo and three different ICT equipment manufacturers and telecommunication companies leading each of the studies in three sectors (Origuchi 2007).

### 3.2.3 Guideline on how to Apply Eco-friendly ICT Services

As was discussed in section 2.4, ICT has greatly contributed to increased efficiency in society's economic activities including production, manufacturing and consumption and is a crucial component to realize a ubiquitous society. However, the increase in the number of ICT equipment as well as the increase of the performance and sophistication of the equipment has caused increase in energy consumption.

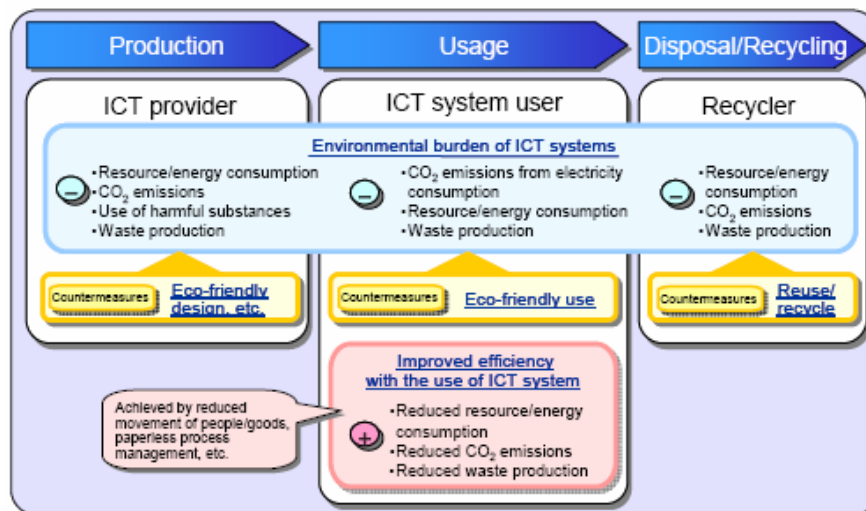
With such given conditions, a guideline for companies/entities to minimize the negative effect of diffusion of ICT systems and networks while maximizing the positive effect that can be contributed to the environment (i.e. reduce energy consumption, CO<sub>2</sub> emission etc.) has been developed. The guideline was published in April 2007 from MIC in cooperation with telecommunication companies, ICT equipment manufacturers, ICT industrial associations, and academia.<sup>14</sup>

The guideline aims to diffuse ICT systems and networks, which contribute to CO<sub>2</sub>-reduction (MIC, 2007). In addition to this particular guideline, a more detailed report from a "Study Group on ICT System and Network for Reducing Environmental Impacts" convened also by the MIC was published, also in April 2007. This study group succeeded the work of "Study Group on the Advancement of Ubiquitous Society and the Environment"<sup>15</sup> which was convened in fiscal year 2004 by MIC (MIC 2007b).

---

<sup>14</sup> [www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/pdf/0703\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/pdf/0703_1.pdf)

<sup>15</sup> *Tentative and not an official translation.*

Figur 3-2 Environmental impact of ICT system<sup>16</sup>.

Source: *How to Apply Eco-friendly ICT Services*, [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/pdf/0703\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/pdf/0703_1.pdf)

The content of the guideline includes the following (MIC 2007a):

- Environmental impacts of ICT systems, including impact from production, usage, and disposal and recycling phases.
- ICT to balance environmental sustainability with economic development and improved convenience.
- Using ICT systems in an eco-friendly way including guidance on adopting the framework, choosing the equipment and the service provider, using, disposal and recycling of the equipment.

The environmental impact at the disposal phase of ICT equipment not only involves the CO<sub>2</sub>-emission from its process but also resource recovery, especially those of rare metals. ICT equipment as potential resources of precious and rare metals will be further discussed section 3.5.

#### 3.2.4 Study Group on ICT Policy for Addressing Global Warming

The Study Group was convened in September 2007 by MIC to identify both positive and negative effects of ICT on global warming and to make policy recommendations on how to utilize ICT in international efforts in addressing global warming. Participants of the group include telecommunication companies, broadcasters, ICT equipment manufacturers, ICT industrial associations, automobile manufactures, banks, non-profit organizations, think tanks and academia (MIC 2007c, Origuchi 2007).

The topics being considered are as follows:

- Forecast of power consumption and CO<sub>2</sub>-emissions reduction in the ICT field,
- R&D themes to contribute to reduction in CO<sub>2</sub>-emissions,
- Study for further reducing CO<sub>2</sub> emissions via ICT,

<sup>16</sup> *How to Apply Eco-friendly ICT Services*, [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/pdf/0703\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/pdf/0703_1.pdf)

- International measures to contribute to addressing global warming in the ICT field.

In May 2008, the group published draft policy recommendations that will be presented at the Toyako G8 Summit for which Japan is serving as the chair country. Among the recommendations are the following points (MIC 2008):

- The concept of "ICT to contribute to increased growth and convenience, and at the same time, to address global warming" should be advocated domestically and internationally. Realization of low-carbon society by the use of ICT should be promoted.
- A method should be established and standardized internationally to evaluate the CO<sub>2</sub> reducing effect of ICT.
- Environmental consideration should be promoted regarding data centers.
- Promotion of methods such as award giving or designating as best practices, should be considered to increase public awareness on ICT use to reduce environmental impact and energy consumption.
- R&D of next generation network architecture and energy management systems should be promoted.

### 3.2.5 Green IT Initiative

In March 2008, METI announced the "Cool Earth Energy Innovative Technology Plan" (hereafter, the Technology Plan). In May 2007, then Prime Minister Shintaro Abe announced the "Cool Earth 50" initiative. It proposed the long-term goal of a 50 percent reduction of the world's total greenhouse gas emissions by 2050. Additionally, it instructed to illustrate a technology plan, which became the "Cool Earth Energy Innovative Technology Plan." In the Technology Plan, approximately 20 technologies are selected as innovative technologies that should be given high priority and technology roadmaps on those technologies are presented. Intelligent Transport System (ITS) is one of the technologies to be prioritized and is described in section 3.4 below. ICT is presented as the underlying technology which supports the promotion of all the selected technologies. At the same time, as mentioned also in the earlier sections, the environmental impact, especially from consumption of energy by ICT equipment, is rising and is an urgent issue to be addressed which is further discussed in section 3.3.

Under these circumstances, METI has initiated the Green IT Initiative targeting the following issues:

- Breakthrough by innovation
- Promotion of environmental and IT management
- Evaluation of benefits of IT related companies
- Organize an international symposium on Green IT

In this initiative, in addition to the already existing public private partnership in reduced energy consumption in semi-conductors, display and etc., the "Green IT Project" has been initiated for the development of innovative ICT with a mid-term view. In particular, emphasis is placed on the technology to cut energy consumption by data centers (both server and storage). The details of the actual activities involving data centers are described



in section 3.3 below. This initiative also aims to contribute to the discussions at the Toyako G8 Summit.

The Green IT Initiative is initiated by METI and IT and electronics related companies, as well as research institutes and academia participate. In addition to the domestic participants, collaboration with the organizations overseas, such as World Semiconductor Council, Green Grid and Climate Savers, are anticipated (METI 2007).<sup>17</sup>

### 3.3 IT-produkters energieffektivitet

#### 3.3.1 Inledning

Som vi diskuterade i kapitel 2, spelar elektronik och IT en kritisk roll när det gäller miljöåtgärder, inte bara genom utvecklandet av energieffektiv elektronik- och informationsutrustning utan även genom att förbättra den totala socioekonomiska effektiviteten. På sistone har dock de negativa effekterna från elektronik- och IT-produkter uppmärksammas allt mer. Den gigantiska och drastiskt ökande distributionen av information över Internet leder även till ökad energiförbrukning. Elförbrukningen hos IT-utrustning fortsätter att öka med den ständigt ökande användningen (som också påverkas av spridningen av bredband) och det växande behovet av kapacitet i datacenter. Som ett resultat har utvecklingen av energibesparande infrastruktur blivit högt prioriterat. Det finns även höga förväntningar på nya IT-tillämpningar som ska leda till att minska samhällets inverkan på miljön. Som en konsekvens av detta förväntas intresset för Grön IT att intensifieras (ACN 2007, METI 2007A, YS 2007). I detta avsnitt redovisar vi japanska satsningar för att skapa energieffektivare IT-produkter och IT-infrastruktur.

Enligt japanska METI, konsumerade all IT-utrustning i Japan 50 TWh elektricitet under 2006, det vill säga ungefär fem procent av de cirka 1 000 TWh elenergi som genererades i Japan under året (YS 2007).

Med ökad användning av IT inom hela samhället och den explosivt ökande överföringen av data, till exempel högupplösta bilder och filmer, beräknas mängden överförd data i Japan öka upp till 200 gånger från 2006 till 2025. Detta innebär inte enbart att antalet IT-produkter (servrar, nätverksutrustning, datorer och skärmar) kommer att öka, utan även att de var och en kommer att behandla mer data. Tillsammans kommer dessa två faktorer att leda till allvariga problem enligt METI (METI 2008B, METI 2008C).

Även om framsteg inom energibesparande teknologier fortsätter som hittills, beräknas elkonsumtionen i IT-utrustning år 2025 nå 240 TWh i Japan, det vill säga ungefär 5 gånger mer än i dag. På samma sätt skulle den årliga elenergikonsumtionen nå 550 TWh år 2050, ungefär 11 gånger mer än nu. (METI 2008B, YS 2007).

Antalet datorservrar i Japan förväntas öka tre gånger från 600 000 år 2006 till mer än 1,8 miljoner år 2025. En dubbling av antalet routrar förväntas också fram till år 2025, från 20 miljoner förra året till mer än 40 miljoner. Ökad sofistisering och storlek betyder att routrar i Japan förväntas konsumera ungefär 103,3 TWh år 2025, det vill säga 13 gånger mer än 2006. Den växande storleken på plasma- och LCD-TV betyder att även dessas elkonsumtion i Japan beräknas växa till 81,6 TWh, det vill säga mer än 5 gånger jämfört med 2006 (YS 2007).

---

<sup>17</sup> The Green Grid and ClimateSavers are briefly described in section 4.3.2.

Mot denna bakgrund sammanträdde japanska ledare från elektronik- och IT-industrin med METI i december 2007. Vid mötet föreslog METI att ett ramverk ska skapas för att uppmuntra till besparingar inom IT-relaterad energikonsumtion och energibesparande åtgärder genom IT-användning, vilket förväntas leda till ett samhälle som kan bidra till att värna om både miljön och ekonomisk tillväxt. Industrins respons vid mötet var att skapa ett ”Green IT Promotion Council” (JEITA 2008, METI 2007a, METI 2008b, METI 2008c).

METI fortsätter att arbeta tillsammans med näringsliv och akademi för att utveckla energibesparande teknik inom IT-sektorn och uppmuntra miljövänliga affärsmodeller baserade på IT (METI 2007a).

### 3.3.2 Politik och samhälle

Som vi beskrev i avsnitt 3.2.5 har METI lanserat ett ”Green IT Project” med målet att dramatiskt reducera energikonsumtionen i IT-infrastrukturen. Utvecklingen av avancerade energieffektiva teknologier, som halvledare och skärmteknologier, har stötts genom samarbete av näringsliv, akademi och staten (METI 2008b).

Dessutom finns sedan tidigare ”Top Runner”-programmet, vilket bygger på *Energy Conservation Law* som stipulerar energibesparingsstandarder för elektriska utrustningar och fordon. Top Runner programmet går i princip ut på att den bästa miljöprestandan för en viss produkt i en viss generation, blir minimumkrav för nästa generation av samma produkt. Tillverkare måste följa standarden för att undvika böter. Angående IT, så finns datorer och magnetisk lagringsmedia med sedan tidigare. Listan har nyligen utvidgats med LCD och plasma-TV. Snart kommer även routrar och switchar att läggas till (JEITA 2008, METI 2008b, METI 2008c).

I Japan har man även infört ett märkningssystem för produkters energieffektivitet. Märkningssystemet omfattar 16 produktkategorier, där datorer, magnetisk lagringsmedia, DVD-spelare och TV-skärmar finns med som IT-produkter (METI 2008a, METI 2008b).

Flera departement behandlar olika aspekter på IT och miljö, men METI och deras ”Green IT Project” är det som huvudsakligen och uttryckligen inriktar sig på IT-produkters energiförbrukning. Green IT Project startade för att utveckla innovativ IT baserat på mellan till långsiktigt perspektiv (budgetförslag för 2008 är tre miljarder yen, ca 180 miljoner kr.) Green IT Project fokuserar på (METI 2008b, 2008c):

- Data centers
  - × Högeffektiva kylsystem
  - × Hårddiskar med ultrahög densitet
  - × Högeffektiva datalagringssystem
- Nätverk
  - × Regleringsteknologier för energiåtgången i routrar, som motsvarar dess datatrafik
- Hem och kontor
  - × Energisparande OLED-skärmar (organic light-emitting devices)

METI:s satsningar på Green IT realiseras bland annat genom forskningsfinansiering från NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization). Forskningsprojekten i 2008-års teknik- och vetenskapsbudget med koppling till Green IT Project består av två huvudsakliga teman (NSF 2008):

- Energisparande teknologier för server/lagring och nätverksutrustning
- Energieffektiva skärmtknologier för OLED, LCD och Plasma.

### 3.3.3 Näringsliv

Som nämndes ovan har Green IT Promotion Council, inrättats. Detta består av 133 företag och organisationer från staten, akademi och industri. Rådet etablerades 1 februari 2008 med före detta direktören för Sharp och ordförande i JEITA (Japan Electronics and Information Technology Industries Association) som ordförande. Rådets sekretariat som formellt ligger under JEITA ska ta fram de mest energieffektiva teknologierna för låg energiförbrukning samt utföra utvärderingar och långsiktiga prognoser/scenarier. METI och andra regeringsorgan deltar i rådet som observatörer. Rådet består av en teknisk kommitté, en PR-kommitté, samt en forsknings- och analyskommitté. Den tekniska kommittén diskuterar innovativa energibesparingsteknologier och föreslår nya teman för nationella projekt till regeringen. PR-kommittén informerar om IT:s betydelse för att skydda miljön och arrangerade i maj 2008 ”International Symposium on Green IT”. På symposiet deltog internationella representanter från industri och akademi, bland andra Intel och Sun. Symposiet mål är att bidra till G8-toppmötet i Toyako, juli 2008. Forsknings- och analyskommittén arbetar med att visualisera miljöbelastningar och förbättringar som härrör från IT. Man arbetar även internationellt med att stärka samarbete med företag och konsortium i andra länder (JEITA 2008, NE 2008).

METI kommer i ”Green IT Project” att förse privata företag med finansiellt stöd för att hjälpa dem att utveckla mer energieffektiv IT-utrustning. Genom att utveckla teknologier som reglerar energiåtgången, i till exempel routrar, med mängden data de skickar, så beräknar departementet att minska energikonsumtionen med 30 procent. Eftersom processorerna i datacenter genererar mest värme kommer projektet att även rikta in sig på att utveckla effektiva kylsystem. Effektiviteten för sådana system förväntas dubbleras och därmed hoppas man kunna minska energiförbrukningen totalt sett med mer än 20 procent. Som en del av projektet, ska departementet undersöka möjligheten att introducera standarder för nyutvecklad IT-teknologi och skapandet av en framtida gemensam forskningsorganisation bestående av inhemska IT-företag. Genom att göra japanska IT-produkter mer energieffektiva kan dessa produkters internationella konkurrenskraft ökas, menar METI (YS 2007). Det finns många exempel på insatser från näringslivet och vi nämner här några.

- NEC Corp. administrerar andra företags interna kommunikationsnätverk vid sina 53 datacenter utspridda över Japan. Dessa center har en total yta på 46 000 kvadratmeter. NEC genomför flera åtgärder för att introducera servrar och kylsystem med högre energieffektivitet (YS 2007).
- Hitachi Ltd. planerar att reducera elförbrukningen vid sina datacenter med hälften över de närmaste fem åren. Hitachi Ltd. utvecklar energisnåla system för datalagring (YS 2007).
- Fujitsu annonserade i december 2007 ett nytt ”Green Policy Innovation” projekt som ämnar ge en kumulativ reduktion med upp till sju miljoner ton CO<sub>2</sub> från 2007 till 2010. Fujitsu koncentrerar sina resurser på två områden: reduktion av IT-infrastrukturens negativa miljöpåverkan och att reducera konsumenternas miljöpåverkan genom införandet av nya IT-tillämpningar. När det gäller IT-infrastruktur är exempel på åtgärder kompakt IT-utrustning, energieffektiv användning

genom virtualiserande teknologier och kompletta datacenter som använder sådan teknologi. Fujitsu introducerar i anslutning till detta en ny tjänst för konstruktion och implementering av energieffektiva datacenter, "Green Infrastructure Solution" (ACN 2007).

- SUN arbetar med elva andra företag, inklusive Internet Initiative Japan (broadbandsleverantör), BearingPoint, Itochu Techno-Solutions och NS Solutions. NTT Communications och Chuo universitet är också med i projektet. Tanken är att man ska sänka Sun Microsystems Blackbox dataanläggning 100 meter ner i en japansk kolgruva och där bygga ett underjordiskt datacenter. Kylning kommer att ske med hjälp av grundvatten och anläggningens temperatur kommer att hållas konstant på 15 grader Celsius, vilket innebär att ingen luftkonditionering behövs. Detta minskar energibehovet som behövs för vattenkylning, vilket normalt används i anläggningar ovan jord. Gruppen uppskattar att upp till nio miljoner US dollar kan sparas årligen, om man skulle köra upp till 30 000 serverkärnor. Kolgruvan ligger i Chubu-regionen och Sun planerar att bygga 30 Blackbox datacenter med 10 000 serverkärnor i gruvan. Detta kan sen utökas tre gånger om behov finns. Förutom att ett underjordiskt datacenter är energibesparande, så är det också säkrare mot sabotage och till exempel terroristattacker. Blackbox har utvecklats under tre år, rymmer normalt 250 servrar i en 20-fots container och är konstruerat för att klara av jordbävningar upp till 6,7 på Richterskalan. Projektet beräknas kosta 405 miljoner US dollar och beräknas stå klart i april 2010 för att erbjuda tjänster till allmänheten och företag (TW 2007).
- Sony arbetar med att fortsätta utveckla energieffektiviteten hos sina produkter, speciellt TV-apparater som konsumerar mest energi av deras konsumentprodukter. Med tanke på att trenden går mot större skärmar och mer sofistikerade funktioner som oundvikligt konsumerar mer energi förväntas denna trend förstärkas. Sony förväntar sig att energiförbrukningen hos företagets elektronikprodukter inom några få år kan reduceras till hälften i förhållande till nuvarande nivåer. Sony arbetar även på att uppmuntra och hjälpa människor att leva mer miljövänligt genom Sonys produkter. För företag som Sony är en av de viktigaste energiförlusterna från deras produkter, den energi som förbrukas i viloläge (standby). Det är inte mycket energi per produkt, men antalet apparater har ökat drastiskt under senare år, vilket innebär att den totala energiåtgången, enligt Sony, har blivit betydande. Flera av de största PC tillverkarna har sagt att de avser att reducera energiförbrukningen i datorer med 50 procent till år 2010 (PW 2008).

### 3.3.4 Forskning

Då IT-produkters energieffektivitet just berör produkter genomförs forskningen huvudsakligen inom industrin och mycket lite av denna sker i universitetsmiljöerna. Däremot sker viss verksamhet inom forskningsinstitut. Några exempel på konkreta forskningsprojekt finansierade av NEDO ges nedan (METI 2008c, NEDO 2007b):

#### *Nätverksteknologi*

*Development of Next-generation High-efficiency Network Device Technology* är ett forskningsprojekt som sträcker sig från 2007–2011 och som har en projektbudget på 1,16 miljarder yen, cirka 70 miljoner kronor, under 2007. Det inriktar sig på det ökade behovet av att tillgodose de dramatiska förbättringar som nätverk måste uppfylla för att klara av morgondagens stora volym av Internet-kommunikation. Att bygga vidare på nuvarande teknologier skulle öka energikonsumtionen. Genom att använda sig av optiska teknologier

förväntar man sig att uppnå lägre energikonsumtion men hög prestanda. NEDO satsar på forskning och utveckling som leder till storskaliga routrar, ultrahöghastighetsnätverk och andra telekommunikationssystem för både backbone och lokala nätverk som stöder ett informationssamhälle med höga krav på kapacitet samtidigt som det möter högt ställda energibesparingskrav.

#### *Datalagringsteknologi*

*Spintronics Nonvolatile Devices Project* är ett forskningsprojekt som sträcker sig från 2006-2010 och har en projektbudget för 2007 på 650 miljoner yen (ca 39 miljoner kr). Spintronik kan bli en grundteknik i framtidens elektroniksystem och möjliggör att elektroniska komponenter inte behöver elektricitet i viloläge. Därmed kan ultraenergisnål elektronikutrustning realiseras.

#### *Användarteknologi*

*Development of Basic Technology for Next-generation Energy-saving Large-screen Plasma Displays* är ett projekt som sträcker sig från 2007–2011 med en budget för 2007 på 430 miljoner yen, cirka 25 miljoner kronor. Stora plattskärmar har tagit en stor del av marknaden för TV-apparater och förväntas växa ännu mer under de närmaste åren. Nackdelen är att plasma-TV konsumerar mycket energi, vilket innebär att det är angeläget att reducera energikonsumtionen i dessa produkter. För att minska energiförbrukningen för plasma-TV fokuserar projektet speciellt på att minska spänningen för skärmens drivkretsar, inklusive skärmmaterial med hög sekundär elektronemission och nya tillverkningstekniker. Tanken är att dessa teknologier ska kunna reducera energiåtgången för plasmaskärmar med en tredjedel i förhållande till nuvarande modeller.

*Development of Basic Technology for Next-generation Energy-saving Large-screen Liquid Crystal Displays (LCD)* är ett projekt som sträcker sig från 2007–2011 med en budget på 810 miljoner yen, cirka 49 miljoner kronor, för 2007. Precis som plasmaskärmar, så har även LCD-skärmar tagit stor del av TV-marknaden. Marknaden förväntas även här att växa under kommande år. Ökade krav på hög definition (HD) har lett till högre energiförbrukning i LCD-skärmarna. För att begränsa den ökande energianvändningen från LCD-skärmar, har projektet som mål att utveckla en grundläggande teknologi för stora högdefinitions LCD-skärmar med låg effektförbrukning.

*Development of High-efficiency Lighting Based on the Organic Light-emitting Mechanism* är ett projekt som sträcker sig från 2007–2009 med en forskningsbudget för 2007 på 400 miljoner yen, cirka 24 miljoner kronor. I jämförelse med Japans industri- och transportsektor, så ökar energiförbrukningen inom handel och hushåll drastiskt. Belysning står för hela 16 procent av totala energikonsumtionen, det vill säga på andra plats efter luftkonditionering och värmeutrustning. Ljuskällor som använder sig av OLED:s har stor potential i att minska energiförbrukningen i hushåll. NEDO strävar efter att göra OLED snabbt kommersiellt tillgängligt.

### 3.3.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige

Grön IT är ett mycket aktuellt område i Japan, där både stat, näringsliv och akademi är aktiva och samarbetar med varandra. På grund av den ökande datatrafiken och den därmed drastiskt ökande energikonsumtionen i IT-produkter satsar METI på ett Green IT Project med inriktning på ökad energieffektivitet i IT-utrustning, speciellt datacenter och IT-infrastruktur. Japanska elektronik- och IT-industrin, JEITA, har nyligen etablerat ett Green IT Promotion Council som respons på METI:s förfrågan om grön IT. De japanska

satsningarna har starkt fokus på innovativa teknologier för ny energieffektiv hårdvara och elektronik, som till exempel spinntronik och energieffektiva OLED. Med detta vill man också stärka den japanska IT- och elektronikbranschens globala konkurrenskraft. De japanska satsningarna bör vara en källa till inspiration för svenska aktörer. Intresse för samarbete har uttryckts från japansk sida i de intervjuer som utförts (JEITA 2008, METI 2008c).

### 3.4 Intelligentas transportsystem – ITS

#### 3.4.1 Inledning

Vägtransportsektorn står för en betydande del av miljöfarliga utsläpp.<sup>18</sup> När det gäller koldioxidutsläpp i Japan står sektorn för närmare 20 procent (att jämföra med Sveriges 30 %) (MLIT 2008, SIKI 2005). I arbetet med att skapa hållbara transporter är intelligenta transportsystem, ITS, en viktig del av lösningen genom utnyttjandet av ett effektivare logistiskt flöde och en väl fungerande (och genom det väl använd) kollektivtrafik. ITS kan beskrivas som utnyttjandet av informationsteknik för att länka samman människor, vägar och transportmedel i ett nätverk. I detta avsnitt beskriver vi satsningar på ITS i Japan. Om vi ser till de fyra sätt som IT kan bidra till effektivare energianvändning som vi redogjorde för i avsnitt 2.4, så kan ITS-lösningar ses som ett exempel på hur IT kan användas för att optimera drift och därmed energianvändningen inom andra system (kategori 3).

Ett exempel på satsning är informations- och kommunikationssystemet, *Vehicle Information and Communication System, VICS*, som är ett komplement till navigeringssystem och tillhandahåller trafikinformation. År 2010, beräknas VICS leda till en årlig reduktion av 2,4 miljoner ton koldioxidutsläpp. Japan har i enlighet med Kyoto-protokollet åtagit sig att minska de årliga utsläppen med 78 miljoner ton vid utgången av 2012 (detta motsvarar 6 % i förhållande till 1990 års utsläppsnivå). VICS och andra ITS-lösningar beräknas stå för cirka 3,6 miljoner ton av denna minskning (ITS 2007b). Det finns dock en risk för rekyleffekter, till exempel att ett effektivare trafikflöde leder till ökad trafik.

De japanska vägarna var efter andra världskriget i mycket dåligt skick och olyckorna många. Fram till 1965 var åtgärderna så kallade hårda åtgärder i form av vägkonstruktionslösningar. Dessa åtgärder tycktes dock ha liten påverkan på trafiksäkerheten och därför började man inom den japanska statsförvaltningen titta mer på så kallade mjuka åtgärder såsom förbättrad trafikinformation. Japan var således tidigt ute med att se potentialen med ITS och allokera medel för utveckling av tjänster. Satsningarna har i huvudsak varit inriktade på väg- och persontransporter. Detta i och med att säkerhetsfrågan har varit den stora drivkraften för statsförvaltningen men också därför att även bilindustrin varit drivande. Detta avsnitt fokuserar därför på åtgärder som i huvudsak påverkar vägtransporterna.

I Japan bor knappt 128 miljoner människor på en ganska liten del av landets yta, en yta som motsvarar Norges. Som på många ställen sker därtill en avfolkning av landsbygden och alltför många bor i de stora städerna. I stor-Tokyo bor i dag cirka 32 miljoner människor. Urbaniseringen har drivits av utbyggnaden av järnvägen, vilket inneburit att Tokyo formerats kompakt runt järnvägsstationerna. I dag är andelen pendlare i Tokyo stor. I stor-Tokyoområdet är antalet resor med järnväg och tunnelbana drygt 20 miljoner per dag.

<sup>18</sup> För mer information om ITS-satsningarna i Japan se ITPS 2008.

Utbyggnaden av järnväg och tunnelbana har inte hängt med utvecklingen, vilket termer som *Tsukin Jigoku* (pendlingshelvetet) speglar. Tokyo har under senare år satsat på att utveckla järnvägs kommunikationerna och belastningstopparna har sjunkit från 221 procent till 171 mellan åren 1975 och 2003. Bussar används av endast två procent. En viktig anledning till det är att genomsnittshastigheten är så låg som cirka 20 km/h (SUR 2005). För att förbättra trafikflödet satsar Japan på åtgärder som prisstyrning och informations- och kommunikationslösningar, det vill säga ITS.

Typiskt japanskt är att satsningarna varit affärsdrivna och resulterat i intressanta tjänster och affärsmodeller. De tjänster som staten satsat på och som är genomförda i dag är det tidigare nämnda *VICS* och *Electronic Toll Collection (ETC)* för vägtullar. Näringslivet har bland annat drivit fram implementeringen av ett smidigt betalssystem för kollektivtrafiken i form av ett kontaktlöst kort samt navigeringssystem med kompletterande tjänster, vilka i dag är integrerade med *VICS*-systemet.

Staten har tillsammans med näringslivet varit de som huvudsakligen drivit utveckling och implementering av ITS-tjänster. ITS-relaterad forskning sker dock också inom universitetsvärlden. I övrigt sker forskning vid institut och inom industrin.

ITS Japan är ett industri- och universitetsorgan och en icke-vinstdrivande organisation med nära koppling till statsförvaltningen.<sup>19</sup> Organisationen har funnits sedan 1994 (då *Vertigo*) och har till uppgift att främja ITS (*Intelligent Transport Systems and Services*). Den initierades av de ministerier och de myndigheter som är ITS-relaterade. Genom ITS Japan möts stat, näringsliv och akademi regelbundet (ITS 2007a).

En annan organisation som såväl ITS Japan som övriga samarbetar med är ITS Standardization Committee som etablerades 1993.

På central nivå är det fyra statliga organ som har ansvar för de ITS-relaterade frågorna: National Policy Agency (NPA), MIC, METI och Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT). Överordnat dem är sedan 2001 IT Strategy Headquarters. Högkvarteret är en del av kabinettet och har premiärministern som ordförande.

Under ministerierna är det nio olika myndigheter och forskningsinstitut som är involverade. Som exempel kan nämnas Road bureau (vägbyrå) under MLIT som ansvarar för de nationella vägarna. Vägbyrå samlar in data om trängsel, analyserar data och föreslår åtgärder. Ett annat exempel är Japan Automobile Research Institute (JARI) under METI som övervakar och utvärderar trafikflöden i syfte att få bättre information om trafikflöden.

Från universitetsvärlden är det framför allt Tokyo universitet som har en central roll. Dessa aktörer möts bland annat på symposium och möten som ofta är arrangerade av ITS Japan.

### 3.4.2 Politik och samhälle

Redan tidigt på 1970-talet initierade regeringen ett antal FoU-projekt i syfte att komma till rätta med problemen förorsakade av ett ökat trafikflöde och ett bristfälligt vägnät. Ett exempel är *Comprehensive Automatic Control System* (1973–79) som var världens första dynamiska positioneringssystem. Projektet genomfördes tillsammans med näringslivet (ITS 2007a). Det var först under tidigt 1990-tal som satsningarna började benämnas ITS och 1996 kom *Comprehensive plan for ITS*. Planen var ett resultat av att de ministerier och myndigheter som har hand om ITS-relaterade frågor fick i uppgift av regeringen att

<sup>19</sup> *ITS Japan 2007-12-12.*

identifiera utvecklingsområden. Resultatet blev en långsiktig plan som utifrån nio utvecklingsområden (t ex navigeringssystem och stöd till kollektivtrafik) identifierar 20 användartjänster (t ex trafikinformation i realtid) för utveckling men också för implementering (MLIT 1996). Utgångspunkten för satsningarna var alltså ett antal konkreta tjänster och upplägget ett resultat av att man ville främja ett samarbete mellan olika delar inom statsförvaltningen med ITS-relevans.

År 2002 etablerade ITS Japan ITS Strategy Committee för att klargöra på vad sätt ITS kan bidra till samhällsutvecklingen samt för att lägga fram Japans internationella ITS-strategi. Bakgrunden var att det tycktes som att många ansåg att den japanska ITS-satsningen hade gått i stå då den ovan nämnda planen utgick från en introduktionsfas medan ITS i Japan nu snarare var i en expansionsfas – tekniken fanns men behövde implementeras och spridas. Det innebar en glapp mellan plan och verklighet. År 2003 hade kommittén arbetat fram ITS Strategy in Japan. Strategin rymmer såväl vision som tjänsteområden och rekommendationer till regeringen och statsförvaltning. Ett exempel på en rekommenderad åtgärd för att på kort sikt främja ITS i expansionsfasen är en fortsatt satsning på *Smart Towns*. Konceptet syftar till att regionala skillnader ska uppmärksammas och utnyttjas när ITS-tjänster implementeras men också medföra möjligheter till statlig finansiering i regionerna. Vad gäller rekommendationer om finansiering så är det organisationer, upplägg och system som kombinerar privat och offentlig finansiering som förespråkas. Projekt som drivs av näringslivet lyfts också fram som något fruktbart (ITS 2003).

Ett utfall av det strategiska arbetet är satsningen på en systemarkitektur. För att hantera de olika tekniklösningar som utvecklas och kommersialiseras, arbetar Japan med att etablera en systemarkitektur som innebär plattformar med standardiserad teknik så att olika produkter och tjänster kan integreras och vidareutvecklas (ITS 1999, ITS 2007a).

År 2006 kom det tidigare nämnda högkvarteret för IT-strategi med sin nya IT-strategireform. Målet med reformen är att förverkliga ett ”ubiquitous” Japan, det vill säga ett universellt nätverkssamhälle. Det innebär ett informations- och kommunikationsnätverk i form av nätverk och terminaler som medför att medborgaren tryggt och fritt kan använda det digitala innehållet när som helst och var som helst. Med andra ord – en gränslös kommunikation.<sup>20</sup> Smartway är en satsning som går hand i hand med ett ”ubiquitous Japan” och innebär ITS i andra fasen. Satsningen föreslogs redan 2004 och lanserades år 2007 som nationell strategi. Kortfattat kan Smartway beskrivas som samlingsnamnet för ITS-tjänster såsom VICS, ETC och olika IT-baserade betalsystem för till exempel parkering. Definitionen lyder: “*Smartway refers to a road system that allows the exchange of various types of information among cars, drivers, pedestrians, and other users*”. Satsningen innebär att Smartcars blir nödvändiga (MLIT 2007).

Om vi ser till konkreta åtgärder så har staten, för att främja utvecklingen av ITS, dels valt att initiera projekt, dels agera kund till exempel genom att beställa bilnavigatorer. Staten har också främjat samverkan och initierat etableringen av organisationer som samlar olika aktörer som till exempel ITS Japan. De initierar också samverkansprojekt. Ett exempel är utvecklingen av nästa generations kartor, ett projekt som involverar såväl stat som näringsliv.

I syfte att främja utvecklingen satsas mycket på demonstrationsprojekt. Ett exempel är projektet *Free mobility assistance* som MLIT startade år 2003 i syfte att på tio år skapa ett nätverkssamhälle som kommer alla till del. Projektet har stöttats av olika företag och

<sup>20</sup> *Satsningarna beskriv i ITPS (2007).*



innebär att olika system testas, till exempel utplacerade informationsterminaler som kan kommunicera vägbeskrivningar, guider och trafikinformation. Informationen fås genom exempelvis en mobiltelefon och kan bland annat återges via röstmeddelanden på olika språk. Än så länge handlar det endast om testverksamhet. I januari till mars 2008 demonstrerades tekniken i centrala Tokyo. Sådana projekt syftar också till att samla in information om användarbeteende för att kunna vidareutveckla tjänster (MLIT 2008, TMG 2008).

Statliga medel som allokeras till ITS-området i dag är svårredovisade, då de i många fall inte går att särskilja från andra satsningar. Ett exempel är att år 2006 satsades 171 miljoner yen på standardiseringsprojekt, vilket motsvarar ungefär 10,5 miljoner kronor<sup>21</sup> (ITS 2007c, FHA 2008).

### 3.4.3 Näringsliv

Bilindustrin har spelat en särskilt framträdande roll i utvecklingen av ITS-lösningar i Japan. Ett exempel som illustrerar det är att Toyota redan 1995 bildade en separat planeringsavdelning för ITS. Bilindustrins satsningar har inneburit att navigeringssystem integrerade i japanska bilar i princip är standard. Honda, Toyota och Nissan har redan bilar ute på marknaden med navigeringssystem som också är kommunikationssystem. Biltillverkarna får information från VICS Center men kompletterar den informationen med andra uppgifter. Nissan har just adderat information om bränsleeffektivitet, den första navigatören med en sådan tjänst. Toyota har i stället satsat på en "eco-drive-indikator" som visar när föraren kör bränslesnålt. Information om bränsleförbrukning är inte något nytt men de japanska biltillverkarna har nu integrerat informationen som gäller bilkörningen med extern information; vägkartor, vägbeskrivningar, tillgång på parkeringsplatser etc. Det Toyota gör är att de dessutom inte bara informerar om bränsleförbrukningen utan också talar om för föraren om det är en effektiv körning eller inte (ITS 2007a, Nikkei 2008).

Biltillverkarnas navigeringssystem har integrerad teknik för att sända data från bilen till egna datacenter. Det finns en mängd datacenter, vilket naturligtvis inte är idealt ur effektivitets- och samordningsperspektiv men ett resultat av marknadskrafterna.

Användandet av mobila nationella datanätverk är utbrett i Japan.<sup>22</sup> Framgångarna förklaras ofta med japanska ungdomars teknikvänliga inställning men också med det faktum att Tokyo saknar gatunamn, vilket innebär att navigeringssystem i telefonen är av stort värde. I och med den utbredda användningen av mobiltelefoner som kommunikationsmedel i bred mening har tjänster som *human navigation* kunnat utvecklas. Det innebär att användaren anger sin exakta lokalisering och resmål och får tillbaka en färdbeskrivning som inkluderar alternativ med kollektivtrafik och kompletteras med kartor som visar fågelvägen mellan användarens position och stationen/färdmålet, den exakta färdvägen bestämmer användaren själv. Om användaren ändå tappar bort sig kan positioneringen bestämmas med hjälp av GPS. De flesta mobiltelefoner på den japanska marknaden är utrustade med GPS. En nackdel är att träffsäkerheten varierar och ibland placerar användaren några hundra meter från den faktiska positionen. Hur utbredd användningen av *human navigation* är, är svårt att få uppgifter om, men de som tillfrågats är överens om att det framför allt är unga som använder sina mobiltelefoner för positionering och navigering (ITS 2007a, FeliCa 2007).

<sup>21</sup> Växelkurs 1 SEK = 0,06 yen.

<sup>22</sup> Mobiltelefoner som kan kopplas till Internet har också börjat komma ut på marknaden men än så länge är det vanligare med nationella datanät.

Andra tjänster som utvecklats av näringslivet och som innebär intressant teknik och intressanta affärsmodeller är till exempel betalsystemet för kollektivtrafiken. En väl fungerande kollektivtrafik kan innebära stora miljövinster. En viktig faktor för en väl fungerande kollektivtrafik är information om trafikflödet men också ett enkelt betalsystem. Även den som inte åker dagligen bör få reda på varifrån och när tågen går och hur man betalar utan svårigheter. Redan 1988 började Sony utveckla FeliCa – ett ”kontaktöst” plastkort (IC-chip, RFID-teknik) med minne och plats för ett antal applikationer. I dag ägs FeliCa av Sony tillsammans med NTT DoCoMo och East Japan Railway Co. (JR East). Den nya ägarkonstellationen har inneburit nya möjligheter vilka beskrivs nedan. Sedan 2001 kan japanen resa med järnväg (sträckor trafikerade av JR East) och betala med hjälp av sin mobiltelefon (en så kallad walletphone) oavsett operatör. Sedan våren 2007 är systemet interagerat med Tokyos tunnelbanesystem – oavsett ägare – och med många bussföretag. Betalningen kan ske med såväl kontantkort, kreditkort som telefonräkning. Tilläggstjänsterna är många; japanen kan bland mycket annat identifiera sig med hjälp av sitt FeliCa-chip, eller låsa dörren till sitt hem med hjälp av telefonen och på distans kontrollera att den faktiskt är låst. Antalet användare av ”plånbokstelefonen” är dock ännu inte många, trots att cirka 30 procent av de 100 miljoner mobiltelefoner som används innehåller ett chip. Oavsett plånbokstelefon eller ett åk-kort av plast kan chipen placeras på anvisat ställe på vissa datorer och användas för Internet-handel. Naturligtvis finns det också konkurrens på marknaden, till exempel i form av olika kontantkort som alla kommer med olika varianter av applikationer och som inte är kopplade till kollektivtrafiken. Det har medfört integrerade terminaler i butiker, med resultatet att slutkunden inte märker av de konkurrerade systemen (förutom utbudet av dem). Kortföretagen försöker att vinna marknadsandelar genom att gå samman med företag som innebär att korten får ytterligare användningsområden (FeliCa 2007). Det nya betalsystemet innebär ett system som gör det enkelt för resenären att betala. Det innebär också att chansen är stor att även den som vanligtvis inte åker kollektivt har betalmedel för kollektivtrafiken i och med att denna tjänst är kopplad till andra tjänster som bankkort och betalkort i affärer.

#### 3.4.4 Forskning

Japan var tidigt ute med att allokera medel för ITS-relaterad FoU och ITS som forskningsprogram blev med tiden det mest gränsöverskridande samarbetet i Japan inom transportområdet (RFR1 2004). Akademin är inte en framträdande aktör inom ITS-området men kontakterna mellan akademi, stat och näringsliv är tydliga.

Forskningsinstituten är en viktig del av japanska forskningsmiljöer. Ett exempel på ett framträdande institut inom ITS är Japan Automobile Research Institute (JARI), under METI, som bland annat övervakar och utvärderar trafikflöden i syfte att få bättre kunskap om trafikbeteenden. JARI håller också på att utveckla en simuleringsmodell för hur ITS påverkar trafikflöden (JARI 2007).

Universiteten har också en viktig uppgift när det gäller att kartlägga effekterna av ITS, även om forskningen i huvudsak är tekniskt inriktad. Resultaten publiceras bland annat i *International Journal of ITS Research* som kommer ut en gång per år i ITS Japans regi.<sup>23</sup> Japanska forskare är framträdande i publikationen, men syftet med den är att föra samman forskare från hela världen och från olika forskningsområden.

<sup>23</sup> *Se ITS Japans hemsida.*

### 3.4.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige

ITS är sedan länge ett område som det satsas stort på i Japan, där framför allt stat och näringsliv samt i viss mån universitet är aktiva och samarbetar med varandra. Förbättrad logistik är målet och affärsmöjligheterna för japanska företag har spelat en stor roll. För Sveriges del är såväl samverkansmodeller som affärsmodeller en möjlig källa till inspiration. Även forskning som fokuserar på effekter och data med miljörelevans är av intresse.

## 3.5 ICT equipment as potential resources of precious and rare metals

### 3.5.1 Introduction

In previous sections we discussed energy efficiency of ICT-products. Another important aspect of IT and the environment is of course recycling of ICT-products. One aspect of recycling is the precious metals, e.g., platinum, gold, silver, and copper, and also rare metals, e.g., nickel, tantalum, indium, palladium and cobalt, which are essential to electric/electronic parts and ICT equipment. These natural resources, however, are distributed unevenly across the globe.

On the other hand, much of them are already mined, refined, and used in ICT equipment, such as PCs, mobile phones, flat panel displays, printed circuit boards, and batteries. Some of them are in-use, and others are in-disposed. Since such materials are recyclable in theory, ICT equipment is potential resource of precious and rare metals, called Urban Mine.

However, a great deal of ICT equipment waste is not recycled in countries where the equipment is used, instead, they are exported as used equipment, as if they would be re-used, or as recyclable waste to the third countries, at relatively inexpensive prices compared with their contents of such valuable metals. It is partly because the recycling costs are too high to handle, or the capacity for recycling is too small to handle all the waste in Japan. This could result in shortage of precious and rare metals in the future, and also insufficient treatment of such waste may pollute the environment in countries, which do not have technologies and information of the waste contents.

Possible urban mines are the following:

- Electronic parts: Lithium, Copper, Beryllium, Zinc, Selenium, Germanium, Barium, Thallium, Aluminum, Lead, Gold, Silver, and Palladium.
- Printed Circuit Boards: Copper, Gold, Silver, Palladium, and Aluminum.
- Batteries: Manganese, Nickel, Lithium, and Lead.

### 3.5.2 Government

*METI* coordinates a Basic Policy Working Group Report (Waste Treatment & Recycling Committee of Industrial Structure Council), a working group under Waste Treatment & Recycling Committee of Industrial Structure Council of *METI* proposed a vision of new 3R (Reduce, Re-use, and Recycle) Policy in January 2008. The members of the group consists of eight professors, three from environment related organizations, two representatives from industry associations, one from consumers' union, and one lawyer. The working group spent one year to compile the report based on hearings with experts

from industries and academia, related people from citizens' groups, local governments, and businesses connected to the act on the promotion of effective utilization of resources, and also based on compliance evaluation of various recycle related laws and acts. The report covered a wide variety of products and their materials, rare and precious metals are just part of the report, but that issue was repeatedly mentioned (METI 2008a). Some trends are listed in the report.

- Prices of rare metal have increased, due to the need for advanced products, such as Hybrid car and ICT equipment, and also due to the uneven distribution of their ore.
- International distribution of some used products for recycling has increased, and foreign market trends influence the domestic recycle system. For example, since used PCs contains various useful metals, a large number of used PCs, is sold to other countries for recycling, although manufacturers and importers have the obligation to recycle on a certain level.
- Mobile phones contain useful metals, so voluntary collection and recycling systems have been running. However, consumers and waste generators are not well informed about the value and the voluntary system, so its collection number has been decreasing. There are a few contributing factors.
  - × High function mobile terminal gives users another functions, such as, digital camera, music player, and alarm clock with music.
  - × Downloaded paid content and e-mail cannot be transferred to other phone.
  - × To protect private information in the phone.

In the report, a few specific proposals are put forward.

- R&D on recycling and reuse technologies for some of rare and precious metals should be tackled.
- In case recycling is done in foreign countries, the waste generators should confirm that the same level of treatment of the waste is done as one in Japan, so that foreign recycling firms recycle the waste properly, do not lose important recyclable substances, and do not contaminate natural environment with toxic waste.
- As for recyclable resources, which developing countries have difficulties in recycling, Japan should consider to import such up to the capacity to be recycled, as far as Japan has necessary technologies to recycle, and infrastructure to handle with.
- Since some Asian countries show to introduce waste recycling system, Japan should cooperate with such countries, so that waste should be recycled and treated properly in the countries as well as in Japan.

### 3.5.3 Industry

There are a number of companies that on a commercial basis are involved in the urban mining industry. Below, a few examples are given. In addition, mobile phones contain more gold than gold ore. Carriers, terminal manufacturers, and local governments have formed a framework of collecting used mobile (8tokenshi 2008, PC3R 2008).

Nippon Mining & Metals Group is providing “recycling business” for the effective collection of copper, precious metals and other valuable metals contained in electronic components, as well as “environmental services business” which manages detoxification of

industrial wastes and recovery of valuable metals. The company is driving HMC (Hitachi Metal Recycling Complex) project to construct a copper recovery furnace and hydro-metallurgical plant for recovery of valuable metals at Hitachi Works. The group will also bolster and expand the business foundation by increasing the collection volumes of scrap containing precious and rare metal, stepping up the recovery system for valuable materials through R&D and increasing the processing capabilities of the plant (NMM 2007).

Dowa Eco-System Co., Ltd., a subsidiary of Dowa Holdings Co., Ltd., completed construction of a precious metal recovery plant in the Kosaka district of Akita Prefecture in November 2007. The new facility is the North Japan Plant of Eco-System Recycling Co., Ltd., or ERC North Japan. ERC specializes in recovery of precious metals from plating wastes and discarded electronic parts. It will also play a role in strengthening the pre-processing capabilities of Kosaka Smelting & Refining Co., Ltd., which has established a new type of refining facility capable of handling recycled materials. ERC is growing steadily, with net sales surpassing 10 billion yen in fiscal 2006, and the establishment of the North Japan Plant is expected to lead to further growth (DOWA 2007).

Mitsubishi Materials Group stresses the importance of Indium. Indium tin oxide (ITO) consists of 90 percent indium oxide and 10 percent tin oxide, and its primary application is for the transparent electrodes used in liquid crystal panels and in the plasma displays. Indium is a rare metal for which deposits worldwide are very limited; about half of the primary bullion is produced in China. The stable supply of indium has been threatened recently due to a rise in the international price owing to a tightening supply-demand balance that has taken place against the backdrop of an explosive increase in the consumption of flat-panel displays and large televisions, together with the adverse effects of production control in China. Materials Eco-Refining Co., Ltd., a Group company, engages in the recovery of tin and indium from ITO scrap. In particular, it consolidates the recycling business for indium, for which demand is rapidly growing, and contributes significantly to resource recycling (MM 2007).

#### 3.5.4 Academia

In a report by the National Institute for Materials Science, the size of the urban mine in Japan is estimated to be the largest in the world (NIMS 2008). However, many valuable metals have not been recycled and are discarded in land fills, or exported at relatively low prices to other countries due to the limited capacity and/or high cost of recycling. As for the corrective actions, artificial deposit has been proposed, (TOHOKU 2006, TOHOKU 2007) and R&D on new recycle technologies has been carried out (AIST 2008B, AIST 2008c).

##### *Research report by NIMS (National Institute for Materials Science)*

The accumulation of recyclable precious and rare metals, such as gold, silver and indium, used for home appliances and electronic parts in Japan is one of the highest in the world, allowing Japan to possess the biggest “urban mine” in the world.

That was based on calculation of Japan's stockpiles of the rare metals by subtracting the amount exported — including those used for exported parts and finished products — from those imported, including those used in imported goods. It also includes rare metals in home appliances being manufactured and “in use”, as well as those “in discarded” products.

Japan owns about 6,800 tons of gold “as urban mine” (16 % of the world's known deposits) and about 60,000 tons of silver, accounting for 22 percent of global deposits (USGS 2006).<sup>24</sup>

Japan's stockpile of indium constitutes around 61 percent of global deposits. Indium tin oxide (ITO) is primarily used for the transparent electrodes in flat panel display, such as, LCD and plasma, and also in solar cell panel (NIMS 2008).

#### *Artificial mineral deposit*

Prof. NAKAMURA, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University proposed "artificial mineral deposit".

There are some laws and acts to collect and recycle some of electric home appliances and ICT equipment, but the reality of recycling of metals, especially valuable metals, is far from a self-supporting economical system. Most of the metals in such products are disposed of, and become unrecoverable form in the land fill site. Even it has a danger that the toxic metals associated with valuable metals would pollute the environment.

In the case of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Copper, Gold, and Silver are collected for recycling, so, other precious and rare metals could also be gathered with them. If such valuable metals are separated from WEEE by proper technique, and are accumulated for reservation, they are kept as resources, artificial mineral deposit (TOHOKU 2006, TOHOKU 2007).

*Research Institute for Environmental Management Technology, AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)*

#### **Metals Recycling Group**

This research group is studying several subjects in order to propose new recovery processes for metals from wastes and ores by using the purification methods such as solvent extraction and adsorption and the winning methods such as electro-winning and condensation (AIST 2008b).

- Selective Separation of Precious Metals
- Development of New Copper Recycling Process
- Minimum Emission from Electroless Nickel Plating Processes

#### **Advanced Recycling Technology Research Group**

The mission of the group is to develop recycling technologies that consume less energy and generate lesser environmental impact. For example, Separation of Waste materials by Pneumatic Column Separator, and Development of New Gravity Separation Technique (AIST 2008c).

---

<sup>24</sup> “reserve” from *MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2006*.

### 3.6 Use of ICTs for climate data collection and telemetry

In this final section, we will describe a few initiatives in Japan where information and communication technologies are used to collect climate data.

#### 3.6.1 Government

##### *Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT)*

Japan is launching the GOSAT this year (2008). The GOSAT was jointly developed by Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Ministry of the Environment (MOE), and the National Institute for Environmental Studies (NIES) to observe the densities of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane. JAXA is in charge of developing and launching the satellite and acquiring data after the launch to provide to the Ministry and the NIES.

GOSAT has three major mission objectives. The first is to monitor the density of greenhouse gases precisely and frequently worldwide. CO<sub>2</sub> represents 60 percent of greenhouse-gas effects; methane makes up another 20 percent. GOSAT will measure the distribution of these two main greenhouse gas densities in detail. The second mission objective is to study the absorption and emission levels of greenhouse gases per continent or large country over a certain period of time. The last objective is to develop and establish advanced technologies that are essential for precise greenhouse-gas observations (JAXA 2007, JAXA 2008).

##### *R&D on next generation hyper/multi spectrum sensor for earth observation satellite*

R&D project has been carried out to develop next generation hyper spectrum sensor and multi spectrum sensor system for earth observation satellite by Ministry of Economy, Trade and Industry from FY2007-2009. The project is funded with 300–400 million yen per year (NEDO 2007a).

#### 3.6.2 Industry

Manufacturing space satellites (Mitsubishi Electric, NEC, etc.), launching H2A rocket (Mitsubishi Heavy Industries), development of sensors and modules for satellites (Mitsubishi Electric, NEC, Toshiba, etc.), and software for space related and for data processing (Fujitsu, etc.) are done by industries under the contracts from the Government and research organizations (MELCO 2008, NEC 2008, MHI 2008).

#### 3.6.3 Academia

There are a number of institutes and centers that conduct research related to the collection of climate data and telemetry. A few examples are given below.

##### *Research Institute for Environmental Management Technology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)*

The Global Environment Study Group have research topics such as the development of measurement method for carbon dioxide in seawater, and its application towards carbon cycle process elucidation and elucidation of long-distance aerosol transport process (AIST 2008a).

##### *Center for Global Environmental Research – National Institute for Environmental Studies*

This center has several projects of relevance. Greenhouse gas observation from space (GOSAT) and use of the observations to estimate global carbon flux distribution is one of

them. This project team will develop and improve gas concentration retrieval methods and verify and validate the results, with data from GOSAT. Furthermore, the team will apply a combination of satellite and ground-based measurement data to inverse models in order to reduce errors in regional carbon flux estimations and improve the temporal and spatial resolution of fluxes. This will assist in determining the distribution of the carbon fluxes globally.

Another project is developing, maintaining, and operating systems to process observational data from GOSAT. This project will develop, maintain, and operate a system to process (receive, process, reprocess, store, verify results of processing, and provide) the observational data from the Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT).

A third project is long-term variation mechanisms of greenhouse gas concentrations and their regional characteristics. This project will use observational data, collected by aircraft and scheduled freight ships, to clarify long-term flux variations, concentrations, and spatial distributions of sources and sinks. This will assist in making future projections of greenhouse gas concentrations that take into consideration the feedback effects of climatic changes and material cycles in the natural world. Through a wide-area observation network that covers land, oceans, and air in the Asia and Oceania regions, the project team will clarify the spatial and temporal distribution of greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, fluorocarbons, etc.) and related tracer chemicals and their long-term variations in flux (CGER 2008).

#### *Digital Asia Project (Glacier lake monitoring)*

As part of the Digital Asia project (Digital Earth), Keio University and National Agricultural Research Center set internet camera on a hill in Himalayan Mountains, to observe the change of the size of a glacier lake (Lake IMJA) by global warming.

A glacier makes glacier lakes from ice melting, and global warming accelerates the process. When the volume of the water of such a lake exceeds the limit, the low end of bank is broken. Then, the huge volume of water flows down with rocks, and that may induce a disaster to downstream villages and towns. Real time monitoring of glacier lakes may give some solutions before such a disaster (KEIO 2007a, KEIO 2007B, KEIO 2008).

ICT for space and polar region can be used in such a harsh climate, such as, in high mountains. Therefore, Sweden and Japan may collaborate in such a field, not only for exchanging observation data but also for building a monitoring system.

Figur 3-3 Web camera set in Himalaya<sup>25</sup>



<sup>25</sup> [http://www.takejima.com/2007imja\\_KO.html](http://www.takejima.com/2007imja_KO.html) (Japanese)





Många initiativ tas på olika områden och nivåer för att bidra till lösningar och bland annat minska oljeberoendet och öka energieffektiviteten. IT kan givetvis vara ett verktyg inom många av dessa områden. Generellt i USA i dag finns en tämligen omfattande debatt kring IT-produkters miljöpåverkan, främst vad gäller den ökade energikonsumtionen som dessa produkter kräver, kanske något mindre vad gäller återvinning. IT för att ersätta andra varor och tjänster eller för att effektivisera andra energikrävande system diskuteras mindre på en allmänpolitisk nivå även om det givetvis sker en mängd aktiviteter.

Nedan ger vi en beskrivning av insatser inom områdena intelligent byggande samt IT-produkters miljöpåverkan.

## 4.2 Intelligent byggande

### 4.2.1 Inledning

Under 1980-talet var det livliga diskussioner kring intelligent byggande inom såväl industrin som i forskarkretsar. I samband med IT-boomen kring millenniumskiftet sågs en liknande topp där det smarta hemmet stod i fokus.<sup>26</sup> Inte alla dessa satsningar var helt framgångsrika och ibland saknades substans. Begreppet intelligent byggande fick delvis negativ klang. Nu förefaller det dock som om vi i dagsläget ser en renässans för intelligent byggande. En bidragande faktor till detta är det ökade intresset och medvetenheten om de globala klimat- och miljöproblemen. *Green building* är i USA ett område i kraftigt uppsving.

Den byggda miljön står för en mycket stor del av energiförbrukning och utsläpp av växthusgaser i USA, liksom i andra länder. Siffrorna varierar beroende på källa men siffrorna nedan ger i alla fall en indikation på omfattningen<sup>27</sup>:

- 39 procent av total energiförbrukning
- 71 procent av elkonsumention
- 39 procent av utsläpp av växthusgaser
- 30 procent av användning av råmaterial
- 12 procent av konsumtion av drickbart vatten

Konsekvensen av detta är givetvis att det finns stora potentiella vinster om man kan genomföra effektiviseringar i den byggda miljön. En annan viktig drivkraft är att många studier visar att verksamhet i gröna eller intelligenta byggnader uppvisar högre produktivitet och ökat välbefinnande för individerna som vistas i byggnaderna.

Vad menar vi då när vi talar om intelligent byggande och intelligenta byggnader? Med intelligent byggande menas oftast användningen av teknik för att göra byggnaden mer funktionell på olika sätt. En definition lyder på följande vis:

*“Use of technology and process to create a building that is safer and more productive for its occupants and more operationally efficient for its owners”* (Ehrlich, P. 2005).

<sup>26</sup> När man talar om intelligent byggande syftar man i allmänhet på kontors- och industribyggnader, flerfamiljshus osv till skillnad från smart homes som är begreppet som oftast används för enfamiljshus.

<sup>27</sup> Siffror från USGBCs webbsida, besökt 14 maj 2008. [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)

Som nämndes ovan är begreppet *intelligent building* nära sammankopplat med *green building*. Ungefär två procent av alla nya kommersiella fastigheter är gröna och endast 0,3 procent av bostadshusen. Marknaden för gröna kommersiella fastigheter förväntas växa till 5–10 procent till 2010 och även privatmarknaden förväntas växa (Commission for Environmental Cooperation 2008). En definition av *green building* är följande:

*“Green building refers to the use of environmentally preferable practices and materials in the design, location, construction, operation and disposal of buildings. It applies to both renovation and retrofitting of existing buildings and construction of new buildings, whether residential or commercial public or private”* (Commission for Environmental Cooperation 2008).

Det gröna byggandet tar till exempel också hänsyn till material vilket gör att begreppet kan tolkas som vidare än det intelligenta byggandet. Samtidigt kan det gröna byggandet bli än mer effektivt och intelligent om olika former av tekniska lösningar används.

*“An intelligent building starts with an environmentally friendly design. Creating a project that is environmentally friendly and energy efficient ties in closely with many of the intelligent attributes. Intelligent buildings are designed for long-term sustainability and minimal environmental impact through the selection of recycled and recyclable materials, construction, maintenance and operations procedures. Providing the ability to integrate building controls, optimize operations, and enterprise level management results in a significant enhancement in energy efficiency, lowering both cost and energy usage compared to non-intelligent projects”* (Ehrlich, P. 2005).

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att begreppen är nära förknippade och i stor utsträckning överlappande. Ytterligare ett exempel på detta är en pågående studie av CABA, Continental Automated Buildings Association, en nordamerikansk intresseorganisation för frågor kring intelligent byggande, med titeln *Convergence of Green and Intelligent Buildings*. I vårt arbete har vi därför valt att studera initiativ kring såväl intelligent byggande som grönt byggande. Dessa kan ses som exempel på hur IT kan användas för att optimera drift och därmed energianvändningen inom andra system, det vill säga kategori 3 i den kategorisering av hur IT kan bidra till effektivare energianvändning som vi redogjorde för i avsnitt 2.4.

#### 4.2.2 Politik och samhälle

På federal, delstatlig och lokal nivå tas för närvarande många beslut som har som målsättning att öka energieffektiviteten och minska utsläppen av växthusgaser. Många sådana initiativ som är av relevans ur perspektivet intelligenta byggnader återfinns under rubriker som ”green buildings”. Generellt kan man konstatera att delstater och lokal nivå i allmänhet ligger längre framme än den federala nivån. Delstater som New York, Iowa och Kalifornien nämns ofta som delstater som ligger långt framme när det gäller grönt byggande. I kongressen har dock en representant från Colorado nyligen aviserat ett kommande lagförslag, Green Housing Bill. Förslaget innebär bland annat lägre räntor på lån till gröna hus och energieffektiva hus.<sup>28</sup>

På federal nivå är det mest framträdande programmet – förutom de forskningsinsatser som berörs i avsnittet nedan – Energy Star.<sup>29</sup> Programmet är en gemensam satsning mellan Environmental Protection Agency och Department of Energy och inleddes redan 1992 som

<sup>28</sup> <http://perlmutter.house.gov/PRArticle.aspx?NewsID=461>

<sup>29</sup> [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov)

ett program för frivillig märkning av energianvändande produkter (datorer och skärmar var de första produkterna). I dag finns ett 50-tal produktkategorier. Inom ramen för ”Energy Star” arbetar EPA också med att ta fram ett klassningssystem för olika typer av kommersiella byggnader och anläggningar med avseende på deras energianvändning. Med hjälp av detta system kan en enskild byggnad jämföras med ett nationellt genomsnitt för liknande byggnader. Varje byggnad graderas på en skala mellan 1–100. En byggnad vars energieffektivitet är bättre än 75 procent av beståndet ges värdet 75, vilket är gränsvärdet för att byggnaden ska vara berättigad till en Energy Star märkning.

Energy Star har också utvecklat en så kallade portfolio manager, ett webbaserat program som möjliggör mätning och uppföljning av energiåtgång och kostnader. Många lokala och delstatliga initiativ kopplas till Energy Star.

I Kalifornien fattade Guvernör Schwarzenegger i december 2004 ett beslut i form av en så kallad Executive Order och en handlingsplan, the Green Building Action Plan<sup>30</sup> (State of California 2004). För att genomföra denna plan tillsattes ett Green Action Team.<sup>31</sup> Enligt planen ska alla byggnader som ägs av delstaten minska sin elkonsumtion (nätansluten elanvändning) med 20 procent innan år 2015. För att uppnå detta mål har man bland annat beslutat om att samtliga nya byggnader som delstaten bygger ska vara certifierade enligt LEED New Construction silver. (Se avsnittet 4.2.3 nedan om LEED.) Existerande byggnader ska certifieras enligt LEED Existing Building. Handlingsplanen innehåller också ett krav på att jämförelsetal för energikonsumtionen i alla delstatens fastigheter ska tas fram och man har utvecklat ett system för detta som nu genomförs.

I oktober 2007 skrev guvernören också under en lag (bill) som inför krav på el- och gasföretagen (kallas i allmänhet *utilities* i USA) att från 1 januari 2009 tillhandahålla data över energianvändningen i alla icke-bostadsfastigheter.<sup>32</sup> Den här informationen ska sedan kunna användas för jämförelse med liknande fastigheter och vara ett verktyg för att vidta energisparande åtgärder.

Även på lokal nivå tas många beslut om grönt byggande. Los Angeles fattade till exempel som största stad i USA, nyligen beslut om att kräva certifiering enligt LEED silver för byggnader över 50,000 square feet (ca 4600 m<sup>2</sup>). I San Francisco kommer staden kräva certifiering enligt LEED Gold för byggnader över 25,000 square feet.

#### 4.2.3 Näringsliv

Inom den amerikanska byggindustrin är *green building* för närvarande ett hett begrepp och en viktig drivkraft på marknaden. Att den offentliga sektorn ställer krav på att deras byggnader ska vara gröna bidrar givetvis till detta. Att det förefaller vara någon mässa eller konferens med fokus på gröna byggnader var och varannan vecka är ett tecken på det. Den traditionella industrin kring intelligent byggande, ofta talar man om *building automation industry*, lägger också till grön i rubrikerna på konferenser och mässor.

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design – är ett certifieringssystem som har utvecklats av US Green Building Council (USGBC), en icke-vinstdrivande

<sup>30</sup> *Presidenten kan på federal nivå och guvernörerna kan på delstatlig nivå utfärda tvingande bestämmelser som gäller de federala respektive de delstatliga förvaltningarna. Denna typ av beslut kallas ”Executive Order (EO)”.*

<sup>31</sup> *Delstatens huvudsida för Green Buildings återfinns på [www.green.ca.gov/GreenBuildings/default.htm](http://www.green.ca.gov/GreenBuildings/default.htm)*

<sup>32</sup> *Assembly Bill 1103.*

organization som har till syfte att främja hållbarhet i design, byggande och drift av byggnader.<sup>33</sup> Organisationen har cirka 14 000 medlemmar, i stor utsträckning företag inom sektorn. På lokal nivå kan individer och företag engagera sig i lokalavdelningar, *chapters*. LEED etablerades år 2000 och har utvecklats och utvidgats mycket sedan dess. Certifieringen får anses vara den helt marknadsledande även om det också finns andra alternativa certifieringssystem, till exempel Green Globes i Kanada och USA, Green Star i Australien och BREEAM i Storbritannien. LEED har fyra nivåer för certifiering: certified, silver, gold och platinum. Bedömningen görs i ett system där poäng ges för åtgärder och insatser inom följande områden:

- Sustainable site development
- Energy efficiency
- Indoor environmental quality
- Water conservation
- Materials and resources
- Innovation in design
- Neighborhood planning

Det finns lite olika uppfattningar om hur stor den faktiska kostnaden för att certifiera enligt LEED är. Dels finns rena administrativa kostnader och kostnader för själva certifieringen. (Denna genomförs av personer som är oberoende från USGBC och LEED och har genomgått ackreditering och är så kallade LEED accredited professionals, APs. Det finns i dagsläget ungefär 30 000 APs i USA). Därutöver kan det även uppkomma ökade kostnader under projektering och byggande. USGBC framhåller att den extra kostnaden förknippad med ett grönt byggprojekt bara är några procent (något beroende av certifieringsnivå). Som exempel kan nämnas ett kontorsprojekt i Sacramento, Kalifornien. Budgeten låg på cirka 6,2 miljoner US dollar och av dessa stod de ökade kostnaderna förknippade med LEED-kraven för cirka 85 000 US dollar. Projektet kunde dock räkna hem besparingar på cirka 400 000 US dollar i driftskostnader så kalkylen var trots allt enkel (Lockwood, C. 2006). Enligt USGBC sparar gröna byggnader

- 30–50 procent energi
- 35 procent koldioxidutsläpp
- 40 procent vatten

Det finns dock kritiker som menar att kostnaden förknippade med gröna byggnader är större, till exempel för att utbilda hyresgäster. Vissa menar också att certifieringsprocessen är kostsam och omständlig och att vinsterna för till exempel ökad energieffektivitet ändå uppstår oavsett om byggnaden faktiskt är certifierad eller inte. Det här ses i allmänhet som en utmaning för LEED-systemet. I en aktuell konsultrapport framgår att kostnaderna för att bli LEED-certifierad kan uppgå till 60 000 US dollar och att det finns en trend mot att byggnader blir ”LEED-certifiable” i stället för ”LEED-certified”, det vill säga åtnjuta alla fördelarna med LEED utan att behöva göra pappersarbete och få de ökade kostnaderna förknippade med detta (Greener Buildings 2008).

---

<sup>33</sup> [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)

Även San Franciscos initiativ får kritik. Stadens eget kontor för ekonomiska analyser, Office of the Controller – Office of Economic Analysis, publicerade nyligen en rapport där man konstaterar att de ekonomiska kostnaderna för initiativet kommer att bli tämligen högt under en 20-årsperiod (City and County of San Francisco 2008). Under denna period uppskattar man att de årliga kostnaderna kommer att ligga på mellan 30 och 700 miljoner US dollar i förlorade intäkter för staden. Efter 20 år kommer dock de energi- och vattenbesparingar som uppstår som ett resultat av lagstiftningen att generera en positiv nettoeffekt. I rapporten pekar man också på att så kallade command-and-control åtgärder i allmänhet är förknippade med högre ekonomiska kostnader än marknadsbaserade styrmedel med samma effekt på miljön. Någon motsvarande analys av den föreslagna lagstiftningen i Los Angeles har inte gjorts.

I ännu inte publicerade siffror från CoStar där man genomfört en analys av försäljningspriser finner man att – allt annat lika – en fastighet som är dels LEED-certifierad, dels Energy Star-märkt, får ett prispremium på nästan 10 procent.<sup>34</sup>

Många av de gröna byggprojekten är givetvis IT-intensiva. Ny teknik används till allt från markplanering, projektering, byggnation och drift och många aktörer på marknaden vittnar om att de ”can’t keep up” med efterfrågan. IT är givetvis i dag ett viktigt verktyg i hela byggbranschen, oavsett om det är gröna projekt eller inte. När det gäller lösningar för att uppnå energieffektivitet, säkerhet och komfort är dock IT en förutsättning.

Energibolagen har olika former av investeringsincitament för att stimulera energieffektiva byggnader. Ett exempel på detta är programmet Savings by Design i Kalifornien.<sup>35</sup> Stöd på upp till 150 000 US dollar per projekt finns tillgängliga för både ägare av fastigheter och arkitekter under projekteringsfasen, för att åstadkomma lösningar som leder till energisnålare fastigheter. Stödet är utformat som en andel av de beräknade besparingarna som den mer energieffektiva designen ger upphov till. Inom programmet förespråkas till exempel ett systemperspektiv, det vill säga att se en fastighet som ett samlat system i stället för en byggnad med flera individuella nät och lösningar. På så sätt kan man ta ett helhetsgrepp på frågor som exempelvis belysning, ventilation, luftkonditionering och säkerhetssystem.

#### 4.2.4 Forskning

Energiforskning är ett prioriterat forskningsområde generellt i USA. Mer riktade forskningsinsatser kring intelligenta byggnader görs i synnerhet inom ramen för NIST, National Institute of Standards and Technology.

NIST är en myndighet underställd det amerikanska handelsdepartementet (Department of Commerce) som bedriver forskning inom bland annat mätteknik och standardisering. Inom NIST bedrivs forskning inom ett område man valt kalla *cybernetics*. Begreppet kommer från det grekiska ordet som betyder ”steersman” och har – mot NISTs förhoppning – inte blivit riktigt så allmänt vedertaget som man hade hoppats. Cybernetics definieras som ”*the science of control and communication of complex systems*” och NIST har bedrivit denna forskning under en lång tid. Programmet Cybernetic Building Systems har varit ett eget program sedan 1998.<sup>36</sup> Målsättningen för programmet är formulerat på följande vis:

<sup>34</sup> Presentation av Dr Norm Miller vid Green California Summit 8 april.

<sup>35</sup> [www.savingsbydesign.com/](http://www.savingsbydesign.com/)

<sup>36</sup> Programmet är en del av Building and Fire Research Laboratory.

<http://www2.bfrl.nist.gov/projects/2008ProgramContainer.asp?BFRLProgram=CBS>

*To develop, test, integrate, and demonstrate open Cybernetic Building Systems for energy conservation, life cycle cost savings, improved occupant productivity, safety and satisfaction, and support U.S market leadership in developing and using the technology.*

Utgångspunkten för forskningen har varit att styr- och reglersystem i byggnader (man talar ofta om Building automation och om HVAC-system – Heating, Ventilation and Air Conditioning) tidigare var oberoende, vertikalt integrerade system som använde proprietära tekniska lösningar. Det här innebar att man i en byggnad tvingades använda dyrbara lösningar som antingen hade begränsade möjligheter eller var kostsamma att uppgradera. En frustration med denna situation ledde till att ett standardiseringsarbete inleddes 1987 inom ramen för American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). I dag är det inte bara HVAC-system som ska interagera utan också system till exempel för säkerhet och brand. Standardiseringsarbetet ledde fram till BACNet-standarden, ett kommunikationsprotokoll för Building Automation and Control Networks (i dag också ISO-standard).<sup>37</sup>

NIST arbete inom cybernetics genomförs inom Building and Fire Research Laboratory, BFRL. Cybernetics-programmet har en budget på ungefär 2 miljoner US dollar årligen men till det ska läggas till exempel den finansiering som kommer från industrin när företag deltar i projekt. Generellt arbetar NIST mycket nära både näringslivet och den akademiska sektorn i sina projekt och dessa bidrar alltså med medfinansiering. Ungefär 50 procent av BFRLs finansiering kommer till exempel från andra aktörer som Departement of Energy eller delstatliga aktörer som California Energy Commission.

NIST driver ett antal projekt inom programmet där de viktigaste är följande:

- Ett fortsatt arbete kring kommunikationsprotokollet BACnet.<sup>38</sup>
- Virtual Cybernetic Building Testbed, VCBT.<sup>39</sup> NIST har skapat en testbädd för att kunna testa och utvärdera hur de många och komplexa system som finns i byggnader interagerar både under normala förhållanden och i krissituationer. Det här är inte möjligt att göra i verkliga byggnader och därför har man etablera denna testbädd. Man kan använda den för att med simulerade data se hur de faktiska systemen reagerar under olika förhållanden och testbädden används av både forskare och av industripartners NIST samarbetar med. Arbete har gjorts för att testbädden ska kunna användas på distans men det har på grund av de komplicerade systemen ännu inte varit möjligt att åstadkomma.
- Fault detection.<sup>40</sup> Mycket resurser går till spillo genom att till exempel värme- och ventilationssystem i kontorsfastigheter inte fungerar optimalt vilket bland annat är en följd av systemens ökade komplexitet. Genom att få bättre metoder för att snabbt kunna diagnostisera var felet uppkommer kan resurser sparas och till exempel energikostnader minska. Det här är ett forskningsprojekt som genomförs som ett projekt inom IAE, International Energy Agency, Cost-Effective Commissioning for Low Energy Buildings.

<sup>37</sup> [www.bacnet.org](http://www.bacnet.org)

<sup>38</sup> [www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8632221000](http://www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8632221000)

<sup>39</sup> [www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8632224000](http://www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8632224000)

<sup>40</sup> [www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8632222000](http://www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8632222000)

- Byggnadsinformation till räddningstjänsten.<sup>41</sup> Ett område som NIST också arbetar med, men som kanske inte har miljö- och energifrågor i fokus, är hur man på ett mer effektivt och tillgängligt vis ska kunna förmedla byggnadsinformation till räddningstjänsten vid en utryckning. I dag har man oftast mycket begränsad information när räddningstjänsten anländer till en byggnad och man måste använda värdefull tid för att orientera sig och bedöma vilka insatser som är prioriterade. Det här arbetet handlar bland annat om att avgöra vilket typ av information som krävs, vid vilket tillfälle och i vilket format. Även andra säkerhetsfrågor omfattas av projektet.

Näringslivet bedriver tämligen begränsad egen forskning inom detta område. NIST interagerar med enskilda företag vars huvudsakliga intresse i allmänhet är att utveckla produkter baserade på resultat i NIST laboratorier. Steven Bushby på NIST uttryckte det på följande vis: *“With respect to technology transfer to the building controls industry I think it would be fair to say that NIST is a hub of activity.”*

NIST samverkar också med den akademiska sektorn där bland andra universitet som Carnegie Mellon, Drexel, Iowa State (Iowa Energy Center), MIT, Purdue, and Texas A&M bedriver relaterad forskning. Department of Energys (DOE) laboratorier LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) och PNNL (Pacific Northwest National Laboratory) är andra samarbetspartners. DOE bedriver också ett eget program, Building Technologies Program, som fokuserar på energieffektivitet.<sup>42</sup>

#### 4.2.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige

Det gröna, intelligenta byggandet i USA har tydlig medvind. Branschen grönt byggande förutspås växa från 12 miljarder US dollar till mer än 42 mdr US dollar år 2015 (Greener Buildings 2008). Teknikfrågor lyfts nödvändigtvis inte alltid fram när man diskuterar grönt byggande men får anses vara en viktig förutsättning för att åstadkomma mer intelligenta och energieffektiva hus. Viktiga drivkrafter är strävan efter att minska energikonsumtion samt komfort och säkerhet för de som vistas i byggnaderna. Det är dock fortfarande främst affärsmässighet som styr investeringsbesluten. Intressant att notera är emellertid de ökade tvingande kraven från offentlig sida på olika former av grön certifiering och energieffektivitet.

Mycket av NIST arbete handlar om att utveckla till exempel standarder eller miljöer för att skapa en infrastruktur på vilken företag kan utveckla produkter. Detta är alltså en form av icke-konkurrensbegränsande forskningssamarbeten (den amerikanska termen som används är *pre-competitive*). I synnerhet arbetet med testbädden förefaller intressant. Det kan finnas ett intresse för Vinnova att närmare studera de olika forskningsområdena.

### 4.3 IT-produkters miljöpåverkan

#### 4.3.1 Bakgrund

Under senare år har uppmärksamhet kring IT-produkters miljöpåverkan vuxit sig allt starkare och begreppet ”Green IT” används allt oftare i USA. Med detta begrepp avses oftast IT-företag/IT-produkter som radikalt minskat sin miljöpåverkan genom att minimera användningen av miljöskadliga ämnen vid tillverkning, underlätta återvinning av kasserade

<sup>41</sup> [www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8635014000](http://www2.bfrl.nist.gov/projects/projcontain.asp?cc=8635014000)

<sup>42</sup> [www.eere.energy.gov/buildings/](http://www.eere.energy.gov/buildings/)



produkter och effektivisera energianvändningen vid tillverkning och användning av IT-produkter.

I avsnitt 2.4 redogjordes för fyra principiella sätt som IT-teknik kan bidra till en effektivisering av energianvändningen och en förbättrad miljö. Av dessa alternativ är det i första hand de två första, det vill säga minskade energibehov och förbättrad energiprestanda, som avses vid den diskussion om ”Green IT” som förekommer i USA och det är dessa punkter som behandlas i detta avsnitt.

De betydande energibesparingar som kan åstadkommas genom användning av IT-utrustning för optimering av drift och för att ersätta andra energikrävande produkter, lyfts ofta fram av företagen i branschen och uppmärksammas givetvis också i debatten. IT-branschen ser här sina produkter som viktiga medel för deras kunder att i sin tur minska sin energianvändning, till exempel genom logistiksystem, system för teleworking etc. Denna form av ”kundnytta” förknippas dock normalt inte med begreppet ”Green IT”.

Den kraftiga tillväxten i branschen har medfört att IT-sektorns elanvändning ökat dramatiskt sedan millenniumskiftet, trots de betydande effektiviseringar som kontinuerligt görs. Såväl näringslivs- som samhällsföreträdare har uppmärksammat denna utveckling och speciellt har den kraftigt ökande elanvändningen i datacenter kommit i fokus. Det handlar dels om den direkta elanvändningen för processorer etc. dels om de stora kylbehov som datacentren ger upphov till. Tonvikten i detta avsnitt har därför lagts på de insatser som görs från såväl näringslivets som samhällets sida för att effektivisera energianvändningen i datacenter.

Därutöver behandlas i viss utsträckning de insatser som genomförs för att minska energibehov och miljöpåverkan vid utformning, tillverkning och distribution av IT-produkter. Ett viktigt förhållande här är de växande volymerna av elektroniskt miljöfarligt avfall och behovet av att utveckla system för återvinning inom sektorn.

Vid sidan av konkreta insatser i den direkta produktionen söker också flera företag i branschen att stärka sin miljöprofil genom miljörelaterade satsningar i andra delar av den egna verksamheten. Exempel på sådana åtgärder är energieffektivisering och användning av förnybara energikällor i egna kontorsfastigheter och inköp av utsläppsrätter som kan bidra till att göra den egna verksamheten koldioxidneutral. Denna typ av ”grön” varumärkesprofilering utgör ett viktigt inslag i den amerikanska debatten om IT-företagens miljöansvar, men berörs inte närmare i denna redovisning.

#### 4.3.2 Politik och samhälle

Det finns en betydande energieffektiviseringspotential hos olika IKT-produkter och IKT-system samtidigt som omfattande effektiviseringar genomförs kontinuerligt och i rask takt. Enligt the Economist Magazine (2007) så halveras energibehovet för enskilda IT-komponenter med en given kapacitet var 18:e månad. Potentialen för fortsatta förbättringar anses dock vara betydande. Exempelvis bedöms en bärbar PC förbruka ungefär dubbelt så mycket el som krävs för de egentliga processerna (Climate Savers Computing Initiative, 2008).

Den riktigt stora effektiviseringspotentialen bedöms dock finnas i företagens datacenter som utvecklats till en mycket energiintensiv verksamhet. Sedan år 2000 har elanvändningen i USA:s datacenter mer än fördubblats och 2006 uppgick elanvändningen i denna typ av anläggningar till 61 TWh vilket motsvarar cirka 1,5 procent av USA:s totala

elförbrukning (eller ca 40 % av Sveriges samlade elanvändning). De totala kostnaderna för dessa elinköp bedöms uppgå till 4,5 miljarder US dollar (DOE/EPA 2007).

Infrastrukturen i ett datacenter består av servrar, lagringsenheter och nätverksutrustning som behöver en avbrottsfri elförsörjning tillsammans med luftkonditionering som förhindrar överhettning. Överslagsmässigt står infrastruktur och kylning av IT utrustningen i datacenter för cirka 50 procent av den totala elanvändningen och här finns en betydande effektiviseringspotential (EPA 2008). En viktig aspekt är att denna elanvändning också är som störst under topplast och därmed innebär påfrestningar på elsystemet i regioner med kapacitetsbrist som till exempel Kalifornien. Det är alltså viktigt att framför allt minska effektbehoven.

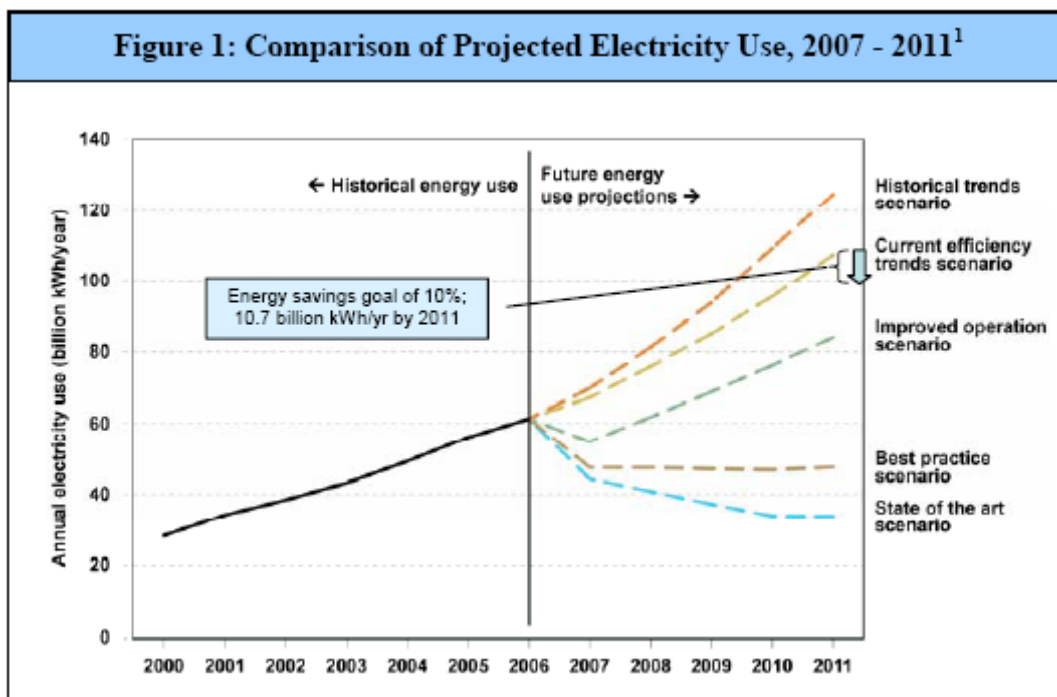
#### *Environmental Protection Agency*

*Environmental Protection Agency (EPA)* är ansvarig federal myndighet när det gäller IT-utrustnings miljöpåverkan och har sedan mer än 15 år tillbaks arbetat med att på olika sätt främja energieffektiv IT-utrustning. EPA samarbetar också med Department of Energy (DOE) i arbetet med att främja en effektivisera energianvändning och underlätta inköp och användning av energieffektiv utrustning.

EPA har enligt ett kongressbeslut i december 2006 (Public Law 109-431) i uppdrag att följa hur energianvändningen i datacenter utvecklar sig och lämna rekommendationer om hur denna kan effektiviseras. I augusti 2007 överlämnade EPA en första rapportering till Kongressen (EPA 2008).

I rapporten redovisas nuvarande trender när det gäller energianvändning för serverutrustning och datacenter, samt en uppskattning av de federala myndigheternas samlade energikostnader för dessa funktioner. I rapporten analyseras också framtida effektiviseringsmöjligheter med hjälp av ett antal scenarier med olika grad av genomslag för ny teknik. I det mest långtgående scenariot där bästa teknik utnyttjas genomgående (state-of-the-art) bedöms effektiviseringar resultera i att energianvändningen minskar 70 procent i förhållande till en framskrivning av nuvarande trender (se figur 4-2).

Figur 4-2 Framtida elanvändning i USA:s datacenter i ett antal alternativa scenarier med olika grad av genomslag för ny teknik.



Källa: EPA 2008

I EPA:s rapport till Kongressen ges också rekommendationer om hur informationsinsatser och olika typer av stimulansåtgärder ska kunna bidra till att den tillgängliga effektiviseringspotentialen uppnås.

Som vi beskrev i avsnitt 4.2.2 driver EPA ett omfattande program, Energy Star, som har till syfte att minska energianvändningen för såväl byggnader som för olika elanvändande utrustning. Detta program omfattar också märkning av viss IT-utrustning. (DOE/EPA 2007).

För närvarande arbetar EPA med att ta fram ”Energy Star” märkning för datacenter. Målet för detta arbete är att ge ägare och driftansvariga för datacenter möjlighet att bedöma den samlade effektiviteten hos sina anläggningar på byggnadsnivå. I nästa steg tillhandahåller EPA också ett antal verktyg bland annat ”The Save Energy Now DC Pro”, en programvara som ger hjälp till energieffektivisering och en förbättrad nivå inom ”Energy Star” programmet.

Samtidigt har EPA prioriterat att också utarbeta ”Energy Star” specifikationer för servrar i datacenter och utkast till en första specifikation presenterades i februari 2008 och man planerar att ha ett färdigt förslag framme till 2010 (Campbell 2008).

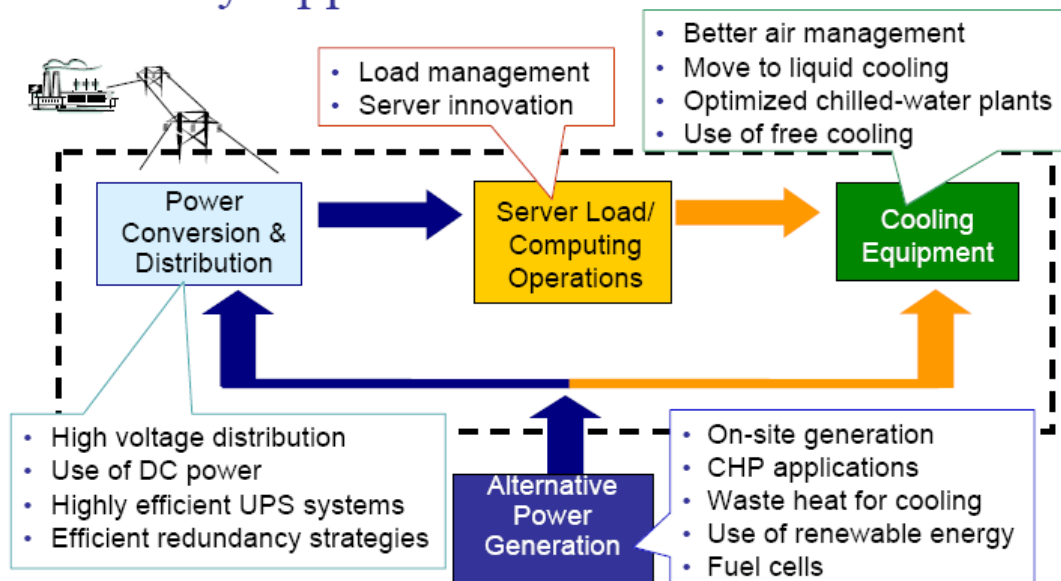
#### Department of Energy

Även Department of Energy (DOE) är engagerat i arbetet med att effektivisera energianvändningen i datacenter genom sitt Industrial Technologies Program (Save Energy Now). Inom detta program tas redskap för energieffektivisering fram i partnerskap med industrin inom en viss bransch. Valet av datacenter som fokusområde motiveras av att

detta är en verksamhet med hög elintensitet och samtidigt snabb tillväxt. Principer för var insatser i programmet genomförs visas i figur 4-3 (DOE/EPA 2007).

Figur 4-3 Insatsområden där energieffektiviseringsmöjligheter i datacenter kan identifieras.

## Tools and Metrics Help Find Energy Efficiency Opportunities



Källa: DOE/EPA 2007

Bland de aktiviteter som planeras inom DOE för 2008 märks planerna på att ta fram ett tredjeparts certifieringssystem för verifiering av förbättring och riktlinjer för så kallade "Best-in-Class" datacenter.

DOE bedriver också ett särskilt energieffektiviseringsprogram som har de federala myndigheterna som målgrupp, Federal Energy Management Program (FEMP) och även inom detta program finns arbetsplaner för att effektivisera energianvändningen i datacenter.

För att koordinera de insatser som genomförs på federal nivå har EPA och DOE nyligen bildat "National Data Center Energy Efficiency Information Program". Inom programmet engageras ett stort antal industriella parter som kan bidra till att utveckla verktyg och information riktade mot driftsansvariga för datacenter.

### Övriga åtgärder på federal nivå

Det finns ingen federal reglering när det gäller återvinning av elektroniskt avfall. Den mest långtgående lagstiftningen finns i Kalifornien genom "California's Electronic Waste Recycling Act".

Den ökande volymen av elektroniskt avfall har utvecklats till ett betydande miljöproblem. EPA bedömer att endast 12,5 procent av totalt 2,63 miljoner ton elektroniskt avfall i USA gick till återvinning år 2005. Dessutom exporteras stora delar av det material som faktiskt samlas in till Asien där det smälts ner i primitiva processer som skapar betydande utsläpp.

Kostnadseffektiv och miljövänlig återvinning av metaller från elektroniskt avfall är en avancerad process som kräver avancerade tekniska lösningar (se också avsnitt 3.5).

Vid sidan av arbetet inom ”Energy Star” för energimärkning av elektroniska produkter har också ett bredare system för beskrivning av IT-produkters prestanda och energiegenskaper tagits fram av organisationen Green Electronics Council. Detta verktyg, kallat *Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT)*, omfattar också kemikalieanvändning. Sedan verksamheten startades sommaren 2006 har systemet använts för att klassificera cirka 700 stationära och bärbara datorer, skärmar och andra IT-produkter från de flesta ledande tillverkare. EPEAT omfattar 23 tvingande och 28 valbara kriterier avseende både eleffektivitet och kemikalieinnehåll. Arbetet har finansierats genom bidrag från EPA och över 100 olika intressenter har varit involverade i processen. (Kolbasuk 2007)

EPEAT har fått ett stort genomslag i USA genom att presidenten i början av 2007 undertecknade en Executive Order (EO) om att 95 procent av den elektroniska utrustning som köps av federala myndigheter ska uppfylla de krav som ställts upp i EPEAT. EPEAT täcker ännu så länge bara datorer och bildskärmar men beräknas i framtiden även omfatta exempelvis servrar och routrar.<sup>43</sup>

#### *Betydelsen av EU:s regelverk*

EU:s regelverk när det gäller kemikalieinnehåll och återvinning har också ett direkt inflytande över IT-branschen i USA genom marknadens globala karaktär. Det gäller bland annat Europeiska Unionens direktiv om *Restrictions of Hazardous Substances (ROHS)*. Detta direktiv, som trädde i kraft 2007, omfattar hårdvara som säljs inom EU och innehåller restriktioner för sex giftiga ämnen inklusive bly och kvicksilver. Ett annat direktiv som också påverkar den amerikanska marknaden i betydande grad är *The Waste Electrical and Electronic Equipment Regulation (WEEE)*, vilket innehåller regler om producentansvar när det gäller återvinning det vill säga säljarna är skyldiga att återta samtliga elektroniska produkter som säljs för återvinning. Slutligen har även direktivet om *Evaluation and Authorization of Chemicals (REACH)* mycket stor betydelse för amerikanska producenter inom IT-branschen (Kolbasuk 2007).

#### 4.3.3 Näringsliv

##### *Initiativ från enskilda företag och företag i samverkan*

Den utveckling som nu sker för att effektivisera datacenters elanvändning drivs i första hand av företagen och de ekonomiska drivkrafterna är dominerande. De höga energikostnadernas betydelse för lönsamheten är till och med så omfattande, att vissa företag valt att lokalisera nya datacenter till regioner där man kan få erbjudande om förmånliga elpriser. Nedan ges ett antal exempel på företagens engagemang för att effektivisera elanvändningen i datacenter.

- IBM har lanserat en satsning kallad ”*Project Big green*”. Projektet lanserades i maj 2007 och har som mål att IBM ska klara en fördubbling av sin egen kapacitet i datacenter utan att öka elanvändningen. Man har också avsatt en miljard per år för denna utvecklingsatsning (Balta 2007).

<sup>43</sup> [www.epeat.net](http://www.epeat.net)

- Sun Microsystems har nyligen öppnat nya datacenter i Santa Clara i Kalifornien, Blackwater i UK och Bangalore i Indien där ny innovativ design och nästa generation energieffektiviseringssystem, kraftförsörjning och kyla provas.
- HP arbetar med utveckling av dynamiska smarta kylsystem där mjukvara styr kylningen baserad på temperaturmätningar i realtid från sensorer placerade vid kritiska punkter i centret.
- Cisco bygger ett nytt datacenter i Texas på cirka 2 500 kvadratmeter där nya effektiviseringsmetoder kommer att provas för bland annat servrar och datalagring.
- Kraftföretagen har också program för att främja effektivare datacenter. PG&E ger rabatter till företag som reducerar antalet servrar genom virtualisering. Stöd ges med upp till 4 miljoner US dollar eller 50 procent av projektkostnaden (Kolbasuk 2007).

Branschsamverkan spelar också en viktig roll för utvecklingen. Ett flertal nätverk och sammanslutningar mellan IT-företagen, den offentliga sektorn, miljörörelsen och andra intressenter har bildats för att främja utveckling av ”Green IT” och utarbeta standarder och metoder för jämförelse av IT-utrustnings miljöegenskaper.

Exempel på ett sådant initiativ är *”The Climate Savers Computing Initiative”* där flera av de tongivande företagen i branschen har gått samman med miljörörelsen och formulerat gemensamma mål för energieffektivisering och minskad klimatpåverkan. Gruppen bildades 2007 och bland medverkande företag märks Microsoft, Intel, Google och IBM. Inom organisation har man bland annat satt upp som mål att minska elförbrukningen för bärbara datorer med 50 procent till 2010.

Ett annat initiativ är *”The Green Grid”* som är ett konsortium av IT-företag och andra professionella aktörer med målet att minska energiförbrukningen i datacenter över världen. Bland deltagarna märks Microsoft, IBM, Dell, Sun, HP, AMD och Intel.

#### *Företagens miljöprofilering*

Som tidigare nämnts engagerar sig företagen i branschen också i att utveckla en grön profil för hela företaget. Från branschens sida är denna typ av insatser ofta ett viktigt inslag i företagets miljöprofilering och strävan att utveckla sin verksamhet i hållbar riktning. Det kan gälla ”gröna kontor”, köp av utsläppsrätter för att hela företagets verksamhet ska bli koldioxidneutral, en hög andel av personalen som använder sig av distansarbete osv. Många företag i branschen har också satt upp konkreta mål för energieffektivisering och minskade utsläpp av växthusgaser i sin produktion. Som exempel kan nämnas att HP satt som mål att minska företagets koldioxidutsläpp med 15 procent till 2010 (Heintz 2007). IBM har på motsvarande sätt satt upp som mål att under perioden 2005 till 2012 minska sina koldioxidutsläpp med 12 procent med hjälp av energieffektivisering, användning av förnybara energikällor och inköp av kompensationsåtgärder (Balta 2007). Andra företag som Google, Yahoo och Dell har utfäst sig att göra sina egna anläggningar koldioxidneutrala under de närmaste åren. För att uppnå detta mål använder man sig, vid sidan av energieffektivisering, av kompensationsåtgärder och särskilda inköp av förnybar el.

#### 4.3.4 Forskning

Den helt övervägande delen av den tekniska forskning som bedrivs för att minska energibehoven för olika IT-utrustning genomförs av de stora IT-leverantörerna själva.

För processortillverkarna har utveckling av energieffektiva processorer (performance/watt) blivit ett viktigt konkurrensmedel vid sidan av hastighet. Exempel på denna utvecklingstrend för processorer är den så kallade ”multicore” processorn som kan hantera mer data med oförändrat effektbehov i förhållande till en konventionell processor (Rutrell 2007).

En annan metod för att effektivisera energianvändningen som fått stort genomslag är så kallad virtualisering, vilket förenklat uttryckt innebär att en server funktionellt delas upp i virtuella delar som kan köra olika applikationer. Därigenom kan utnyttjandet av volymserverar öka från i genomsnitt 15–30 procent till kanske 50 procent genom att flera serverar slås ihop. På detta sätt sparas både utrymme och energi (Rutrell 2007).

Betydelsefull forskning bedrivs också vid de nationella laboratorerna och vid olika standardiseringsinstitut. *Aragonne National Laboratory* som arbetar med att utveckla superdatorer har engagerat sig i att pröva ny energieffektiv teknologi för processorer. *Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL)* arbetar tillsammans med the Ethernet Alliance på att utveckla mer energieffektiva nätverk. LBNL arbetar också med att utveckla mjukvara som möjliggör att datorer i ett nätverk kan förbli i ”sleep mode” även om vissa uppdateringar och liknande genomförs via nätverket. Slutligen är LBNL också involverat i arbetet med att ta fram specifikationer för energieffektiv nätverksutrustning (Rutrell 2007).

Även när det gäller lagringsenheter finns en betydande effektiviseringspotential genom intelligent arkivering som tillåter att vissa data allokeras till inaktiva lagringsenheter.

Andra forskningsområden berör utveckling av nya byggkonstruktioner som möjliggör naturlig ventilation och riktad ventilation till olika enheter och därmed minskar det totala kylbehovet.

Framtagning av normer för energieffektivisering, som berörts ovan, kan i viss mån också hänföras till forskningssfären.

#### 4.3.5 Avslutande kommentarer – relevans för Sverige

Såväl myndigheter som näringslivsföreträdare i USA ägnar betydande uppmärksamhet åt att söka förverkliga den betydande energieffektiviseringspotential som finns inom IT-sektorn, framför allt inom datacentras. De koordinerings- och samverkansinsatser som för närvarande pågår är omfattande och bör vara intressanta att följa för svenska myndigheter. I synnerhet kan lärdomar erhållas från de program för ”best-in-class” datacenter som är under uppbyggnad av bland annat DOE.

Det är även viktigt att notera den betydande marknads- och innovationspotential som finns när det gäller IT-produkters egen energianvändning och miljöpåverkan. Utveckling av hårdvara så som nya processorer etc. sker i första hand inom de stora IT-företagen med ekonomi som den främsta drivkraften. Några specifika statliga insatser inom detta område är knappast nödvändiga.

Resultatet av den översiktliga kartläggning som gjorts här visar dock att det därutöver finns en betydande effektiviseringspotential genom systeminriktade insatser till exempel för styrning av utrustning, smarta lösningar för kylning av datacenter etc. Inom dessa områden har svenska innovatörer sannolikt bättre möjligheter att hävda sig. I Sverige hanteras dock utvecklingsinsatser inom dessa teknikområden – mjukvaruutveckling, VVS-teknik, byggt teknik – av ett flertal olika FoU-myndigheter (Energimyndigheten, Vinnova, Formas), vilket möjligen kan medföra att projekt av denna karaktär får svårt att hävda sig.

Möjligheten att koordinera arbetet inom dessa myndigheter när det gäller FoU med koppling till IT och miljö bör därför övervägas.



## 5 Sammanfattande diskussion och fortsatt arbete

### 5.1 Diskussion

I denna studie har vi studerat trender och strategier hos olika aktörer när det gäller IT och miljö i Japan och i USA. Vi har sökt information om hur viktiga aktörer agerar och påverkar olika aspekter inom IT och miljö. Vilka är drivkrafterna, målsättningar och vilka konkreta åtgärder genomförs? Målsättningen har varit att ge Vinnova ökade kunskaper om övergripande trender och företeelser när det gäller detta område.

En första reflektion som kan göras är att begreppet ”IT och miljö” täcker ett mycket brett och omfattande område. Det finns i huvudsak två perspektiv: dels IT-produkters miljöpåverkan, dels hur IT kan användas som medel för att åstadkomma miljönytta. När någon talar om IT och miljö kan det handla om allt från data centras energieffektivitet och kylbehov till hur företag och organisationer utformar sina resepolitices till exempel genom att använda videokonferenser i stället för att flyga och hålla fysiska möten. Det kan också handla om hur man med hjälp av nätverk i bostäder kan få mer energieffektiva och säkrare boenden.

Åtgärder och företeelser kan sorteras in i en av två kategorier: den första kan beskrivas som ”att göra IT grönare” (greening of IT) vilket handlar om att minska IT-sektorns miljöbelastning. Den andra kategorin är ”att göra grönt med hjälp av IT” (Greening by IT) vilket handlar om att fokusera på ITs miljönytta. Om man väljer att tala om ”IT och miljö” finns en risk att diskussionen lätt blir allt för övergripande. ITPS slutsats är därför att Vinnova i sitt fortsatta arbete i stället bör sträva efter att fokusera på specifika områden inom de två övergripande perspektiven: IT-produkters miljöpåverkan respektive IT som medel för att åstadkomma miljönytta inom andra sektorer.

Vi kan vidare konstatera att miljöfrågorna står högt på den politiska och samhällsliga agendan både i USA och i Japan. Det finns en utbredd oro över den ökade miljöbelastningen som IT-produkter har, till exempel den ökade energiåtgången som både fler och mer avancerade produkter kräver. Det finns emellertid en ökande insikt om att IT är ett viktigt verktyg för att skapa mer effektiva lösningar och minska till exempel energiförbrukning. Det förefaller dock som om fokus i den allmänna offentliga debatten främst fokuserar på de negativa aspekterna av den ökade IT-användningen och mindre på hur IT kan bidra till att minska miljöproblemen och ge positiva effekter på energieffektiviteten. Detta har lett American Council for an Energy-Efficient Economy till att formulera vad de kallar: ”*the ICT energy paradox*”. Enligt denna paradox pekas IT-produkter ofta ut som en av de viktigaste drivkrafterna för ekonomisk produktivitet, samtidigt som deras positiva effekt på energieffektiviteten inte får någon större uppmärksamhet. Det förefaller därför som det finns potential för Vinnova att fokusera på initiativ där IT utgör ett medel för att åstadkomma målet om minskad energiförbrukning och negativ miljöpåverkan.

En skillnad mellan USA och Japan, som vi också ser inom andra politikområden, är att man i Japan, till skillnad från i USA, har en stark fokus på samlade, politiskt initierade, åtgärder och initiativ på central nivå. I USA låter man generellt marknadskrafterna styra i större utsträckning även om man till exempel finansierar forskning och initierar samverkan. I Japan ser vi att statsmakterna intar en mer aktiv roll. I USA noterar vi mer avgränsade initiativ och program, till exempel kring IT-produkters energieffektivitet. Vi finner inte någon motsvarighet i USA till till exempel det japanska miljödepartementets

Low Carbon Society Scenarios. Inom detta program utvecklar man scenariebeskrivningar och ska föreslå åtgärder för att minska koldioxidutsläpp till exempel inom transportsektorn, byggsektorn och genom förändringar i livsstil. Även i andra länder utvecklas mer samlade initiativ, nu senast i Danmark där Vetenskapsministeriet i april 2008 presenterade en ”Handlingsplan för grön it i Danmark”.<sup>44</sup>

Många av de offentliga åtgärder som vi hittills sett i såväl Japan som USA är initiativ till samarbeten eller beteendeförändringar som leder till ökad energieffektivitet. Tvingande regler har hittills inte varit lika frekventa. Det förefaller emellertid som det nu sker en förändring där myndigheter på olika nivå i dagsläget i högre grad ställer tvingande krav på åtgärder för att uppnå ökad energieffektivitet. Två amerikanska exempel är dels presidentens så kallade Executive Order om att 95 procent av elektronisk utrustning som de federala myndigheterna upphandlar ska uppfylla krav enligt EPEAT (electronic product environmental assessment tool), dels de ökade kraven i flera delstater och städer på att byggnader ska uppfylla miljökrav enligt den så kallade LEED-standarden.

När det gäller IT-produkters energieffektivitet är det tydligt att det pågår oerhört mycket arbete inom branschen, såväl i Japan som i USA. Exempelen på initiativ är många, både från enskilda företag och från företag i samverkan, till exempel Green Grid och Climate Savers Computing Initiative. I båda länderna sker också många offentligt initierade initiativ bland annat för att koordinera och samordna forsknings- och utvecklingsinsatser. I den mån Vinnova överväger att genomföra insatser inom detta område bör såväl de japanska som de amerikanska initiativen vara av intresse att studera närmare. Ett generellt intresse för samarbete har också uttryckts från Japans sida. I Sverige är det emellertid så att utvecklingsinsatser inom berörda teknikområden som mjukvaruutveckling, VVS-teknik, byggteknik, hanteras av ett flertal olika FoU-myndigheter (t ex Energimyndigheten, Vinnova och Formas), vilket möjligen kan vara ett hinder för projekt inom detta område att komma till stånd. Möjligheten att koordinera arbetet inom dessa myndigheter när det gäller FoU med koppling till IT och miljö bör därför övervägas.

Båda de områden vi främst studerat som exempel på hur IT kan vara ett verktyg för att minska miljöbelastningen, ITS i Japan och intelligent byggande i USA, torde vara av intresse ur ett svenskt perspektiv. När det gäller ITS så utgör såväl samverkansmodeller som affärsmodeller möjliga källor till inspiration för Sverige. I USA har grönt byggande mycket stark medvind. Även om IT-frågorna inte alltid lyfts fram så utgör dessa en viktig förutsättning för att åstadkomma mer intelligenta och energieffektiva hus. Det här borde utgöra en intressant marknad för svenska företag. Inom forskningsområdet så förefaller till exempel NISTs testbädd intressant.

## 5.2 Områden för fortsatt arbete

Föreliggande rapport utgör, som nämndes i rapportens inledning, en avrapportering av fas ett av projektet som görs på uppdrag av Vinnova. Avsikten har varit att, mot bakgrund av våra erfarenheter under fas ett, föreslå ämnen av särskilt intresse för Vinnova till fördjupning i fas två. Givet det faktum att området IT och miljö är så omfattande, är det tveksamt om det är meningsfullt att föreslå områden som rubriceras ”IT och miljö”. Vi menar att det finns en risk att dessa blir allt för övergripande för att de ska vara av värde för Vinnova. Mot denna bakgrund anser vi att följande punkter kan vara intressanta att fokusera på under fas två. Vi har inte gjort någon bedömning av resursåtgång eller tagit

<sup>44</sup> <http://www.itst.dk/regeringens-it-og-telepolitik/gron-it/Handlingsplan%20for%20gron%20it%20i%20Danmark.pdf>

hänsyn till tillgängliga resurser. Ordningen i listan utgör heller inte någon prioritetsordning.

- Att arrangera ett seminarium samt kontaktskapande möten med internationella deltagare i Sverige. Fokus skulle till exempel kunna vara IT-produkters energieffektivitet som kan belysas både från ett forsknings- och från ett policyperspektiv.
- Att, på liknande sätt som vi har gjort i fas ett, i fas två genomföra en studie av ytterligare några sektorer på en övergripande nivå (scanning). Man kan till exempel studera intelligenta transportsystem i USA eller intelligent byggande i Japan. Även situationen i andra länder kan vara aktuell att studera.
- Att närmare studera möjligheterna till forskningssamarbeten inom något eller några av de områden vi studerat inom fas ett. Ett sådant arbete blir av en något annan karaktär och bör utgå från Vinnovas egna satsningar.
- Att utifrån erfarenheterna i Japan och USA närmare analysera hur en koordinerad svensk programsatsning för systeminriktad FoU med koppling till IT-produkters energianvändning och miljöpåverkan skulle kunna utformas.
- Att studera hur individers och företags beteenden förändras och vilka effekter detta får till exempel när bredbandsinfrastrukturen blir allt mer allmänt tillgänglig. Detta är ett område som får betraktas som i sin linda där tillgång till data sannolikt är relativt begränsad. Avsikten skulle vara att studera faktiskt förändrade beteenden och effekter, inte att göra scenariorstudier.

## Referenser

### Skriftliga källor – Japan

- 8tokenshi (2008) Website: <http://www.8tokenshi.jp/pcrecycle/top/index.html> (Japanese)
- ACN (2007) *Fujitsu Green IT to Help Customers Reduce Environmental Burden*, Asia Corporate Newswire, December 10, 2007
- AIST (2008a) AIST Website: <http://unit.aist.go.jp/emtech-ri/25geg/research-e.html>
- AIST (2008b) AIST Website: <http://unit.aist.go.jp/emtech-ri/metrecy/en/index.html>
- AIST (2008c) AIST Website: <http://unit.aist.go.jp/emtech-ri/e/index.html>
- CGER (2008) CGER Website: <http://www-cger.nies.go.jp/index.html>
- DOWA (2007) Dowa Holdings Press Release, *Dowa Eco-System Completes Precious Metal Recovery Plant in Akita, Japan*, Dowa Holdings Co., Ltd., November 2007
- FHA (2008) Federal Highway Administration Website: <http://www.tfhr.gov/pubrds/pr97-12/p27.htm>, January 23, 2008
- ITPS (2007) *Japans IT-strategi för 2010 – ett ubiquitous nätverkssamhälle*, ITPS, Tillväxtpolitisk utblick, nr 2, 2007
- ITPS (2008) *Hållbara transporter på väg - nätverkssamhället som delösning*, ITPS, Tillväxtpolitisk utblick, nr 2, 2008
- ITS (1999) *System Architecture for ITS in Japan*, ITS Japan 1999
- ITS (2003) *ITS Strategy in Japan*, Strategy Committee 2003
- ITS (2007b) *ITS Handbook 2006-07*, ITS Japan 2007
- ITS (2007c) *ITS in Japan*, ITS Japan Annual Report 2007 (japanska)
- ITS (2008) ITS Japans Website: <http://www.its-jp.org/english/>
- JARI (2007) JARI Website: <http://www.jari.or.jp/en/kenkyu/kenkyu3.html>
- JAXA (2007) *Watching How the Earth Breathes – To Prevent Global Warming*, JAXA Website: [http://www.jaxa.jp/article/interview/vol28/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/article/interview/vol28/index_e.html)
- JAXA (2008) *Satellites and Spacecraft, Green gases Observing SATellite (GOSAT)*, JAXA Website: [http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/index_e.html)
- JEEE (2006) *Guideline for Information and Communication Technology (ICT) Eco-Efficiency Evaluation*, Website: [http://www.jemai.or.jp/JEMAI\\_DYNAMIC/data/current/detailobj-2687-attachment.pdf](http://www.jemai.or.jp/JEMAI_DYNAMIC/data/current/detailobj-2687-attachment.pdf)
- KEIO (2008) Keio University Website: <http://g-web.sfc.keio.ac.jp/digitalasia.html>
- MELCO (2008) *GOSAT*, Mitsubishi Electric Corporation Website: <http://global.mitsubishielectric.com/bu/space/satellite/observation/gosat.html>
- METI (2007a) *First meeting of the Green IT Initiative Conference*, METI Press release, December 2007

- METI (2007b), *Green IT Initiative*, (in Japanese) presented by METI on December 6, 2007
- METI (2008a) *Basic Policy Working Group Report - a vision of new 3R (Reduce, Re-use, and Recycle) Policy*”, METI, January 2008 ([http://www.meti.go.jp/press/20080110001/03\\_torimatome.pdf](http://www.meti.go.jp/press/20080110001/03_torimatome.pdf))
- MHI (2008) *Space*, Mitsubishi Heavy Industries Website: [http://www.mhi.co.jp/en/products/space\\_index.html](http://www.mhi.co.jp/en/products/space_index.html)
- MIC (2007a), *How to Apply Eco-friendly ICT Services*, Website: [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/pdf/0703\\_1.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/pdf/0703_1.pdf)
- MIC (2007b), *Kankyō fuka teigenni shisuru ICT system oyobi network no chousa kenkyūkai houkokusho*, Report of the Study Group on ICT System and Network for Reducing Environmental Impacts, (in Japanese)
- MIC (2007c), Press Release on September 25, 2007, Website: [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/eng/Releases/Telecommunications/news070925\\_4.html](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/Releases/Telecommunications/news070925_4.html)
- MIC (2008), *Chikyu ondanka mondai heno taiouni muketa ICT seisakuni kansuru kenkyūkai- Houkokusho*, Report- Study Group on ICT Policy for Addressing Global Warming (in Japanese) [http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/policyreports/chousa/ict\\_globalwarming/pdf/0804\\_h1\\_0.pdf](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/ict_globalwarming/pdf/0804_h1_0.pdf)
- MLIT (1996) *Comprehensive Plan for ITS in Japan*, MLIT 1996
- MLIT (2007) *ITS Policy in Japan and Smartway*, MLIT Website: [www.its.go.jp/ITS/conf/2007/SS17.pdf](http://www.its.go.jp/ITS/conf/2007/SS17.pdf), MLIT 2007
- MLIT (2008) MLIT Website: <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/>, MLIT 24 januari, 2008
- MM (2007) Mitsubishi Materials CSR Report 2007
- NE (2008) *IT/Electronics Firms Form ‘Green IT Promotion Council’*, Nikkei Electronics, February 2008.
- NEC (2008) *NEC Space Systems*, NEC Website: <http://www.nec.com/global/solutions/space/>
- NEDO (2007a) *Next generation hyper/multi spectrum sensor development project specification* (Japanese), NEDO, 2007
- NEDO (2007b) *Outline of NEDO New Energy and Industrial Technology Development Organization 2007-2008*, NEDO, October 2007
- Nikkei (2008) *Nissan, Toyota, others paving way for eco-friendly driving*, Nikkei 28 januari, 2008
- NIMS (2008) NIMS Website: <http://www.nims.go.jp/jpn/news/press/press215.html> (Japanese) NIMS Press Release, January 2008
- NMM (2007) Annual Report 2007, Nippon Mining Holdings, 2007
- NSF (2008) *Japanese Government S&T-related Budget and Major Programs/Projects for JFY 2008 As Approved by the Ministry of Finance, December 25, 2007*, National Science Foundation Tokyo, January 10, 2008

- PC3R (2008) Website: <http://www.pc3r.jp/e/index.html>
- PW (2008) *Sony Cuts Carbon Footprint*, PCWorld, February 18, 2008
- RFR1 (2004) RFR1 2004/2005 *Transportforskning i olika länder*, Website: <http://www.tokyo-ubinavi.jp/en/ginza.html> 2008-02-01
- TMG (2008) <http://www.tokyo-ubinavi.jp/en/ginza.html> 2008-02-01
- SIKA (2005) SIKA Rapport 2005:8, *Prognos för persontransporter år 2020*, SIKA 2005
- SUR (2005) *Sustainable Urban Regeneration: understanding Tokyo*, SUR vol 02, Center for Sustainable Urban Regeneration, University of Tokyo, 2005.
- TOHOKU (2006) *Concept of artificial mineral deposit – A proposal for employing the concept of “Reserve to Stock”*, Toshikazu Shiratori and Takashi Nakamura, Tohoku University, (Shigen – to – Sozai) Vol.122 p.325 – 329 (2006)
- TOHOKU (2007) *The Concept of Artificial Mineral Deposit 2nd : Estimation of The Metal Contents in WEEE and Its Economical Value*, Toshikazu Shiratori and Takashi Nakamura, Tohoku University, Journal of MMIJ, 2007
- TW (2007) *Data centre in coal mine to use less energy*, TechWorld, November 19, 2007.
- USGS (2006) *Mineral Commodity Summaries*  
<http://minerals.er.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2006/mcs2006.pdf>
- YS (2007) *METI project to cut greenhouse gas / IT initiative aims to cut electricity consumption, help meet Kyoto Protocol targets*, Yomiuri Shimbun, October 20, 2007.

### **Skriftliga källor – USA**

- Campbell Dan (2008) *Greener Data Centers*, Government Computer News, 1.4 2008
- Carbon Disclosure Project (2007) *CDP5 FT 500 report*, [www.cdproject.net/cdp5reports.asp](http://www.cdproject.net/cdp5reports.asp)
- City and County of San Francisco (2008) *Mayor's Green Building Requirements: Economic Impact Report*, Office of the Controller – Office of Economic Analysis, File No. 080063, May 21, 2008
- Climate Savers Computing Initiative (2008) [www.climatesaverscomputing.org](http://www.climatesaverscomputing.org)
- Commission for Environmental Cooperation (2008) *Green Building in North America: Opportunities and Challenges*
- Congressional Research Service (CRS) (2007) *Energy Independence and Security Act of 2007: A Summary of Major Provisions*, CRS Report for Congress, 21.12 2007
- Economist Magazine (2007) *Cutting the Cord: Wireless Energy Makes Wireless Devices Look Easy*, 26 april 2007
- Ehrlich, Paul (2005) *What Is An Intelligent Building?* Automated Buildings.com August 2005
- Environmental News Network, ENN (2007) *Taking on the E-Waste problem*, 31.12 2007

- EU-kommissionen (2008) *Addressing the challenge of energy efficiency through Information and Communication Technologies*, COM (2008) 241 final, Brussels 13.5. 2008
- Fuhr, J. & Pociask, S. (2007) *Broadband Services: Economic and Environmental Benefits*, American Consumer Initiative, October 2007
- Goldman Sachs (2007) *GS Sustain*, Goldman Sachs Global Investment Research, nedladdad från  
[www.unglobalcompact.org/docs/summit2007/g\\_s\\_esg\\_embargoed\\_until030707pdf.pdf](http://www.unglobalcompact.org/docs/summit2007/g_s_esg_embargoed_until030707pdf.pdf)
- Greener Buildings (2008) *Leed Certification Could Benefit from Booming Industry in Coming Years*, artikel [www.greenerbuildings.com/news/2008/05/01/leed-certification-could-benefit-booming-industry](http://www.greenerbuildings.com/news/2008/05/01/leed-certification-could-benefit-booming-industry)
- Intellect (2008) *High Tech: Low Carbon – The role of technology in tackling climate change*, London, Februari 2008
- ITPS (2008) *Konsten att nå både klimatmål och god tillväxt*, ITPS A2008:008
- Jorgenson, D; Ho, M.S; Stiroh, K. (2007) *A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence*, Federal Reserve Bank of New York, Staff Report no. 277, February 2007
- Kash Wyatt (2007) *Government's role in supporting green IT*, Government Computer News, 19.11 2007
- Kolbasuk McGee, M, (2007) *What every Tech Pro Should Know About Green Computing*, Information Week, Business Innovations Powered by Technology, 10 mars 2007
- Laitner John A, Ehrhardt-Martinez Karen (2008) *Information and Communication Technologies: The Power of Productivity*, American Council for an Energy.Efficient Economy, Report Number E081, Februari 2008
- Lockwood, Charles (2006) *Building the Green Way*, Harvard Business Review, June 2006
- OECD (2008) *Environmental Outlook to 2030*, Paris
- Pamlin D och Thorslund E (2004) *IT och en hållbar utveckling – en central framtidsfråga*  
Tillgänglig på [www.regeringen.se/content/1/c6/02/66/74/ba63fd89.pdf](http://www.regeringen.se/content/1/c6/02/66/74/ba63fd89.pdf)
- Regeringskansliet (2006) *Ett miljöanpassat informationssamhälle år 2020! – en rapport från IT-politiska strategigruppen*  
[www.regeringen.se/content/1/c6/07/13/35/113c67cd.pdf](http://www.regeringen.se/content/1/c6/07/13/35/113c67cd.pdf)
- Regeringskansliet (2008) *Från vision till verklighet – en nationell förstudie om IT för miljön* [www.regeringen.se/content/1/c6/09/83/97/80e1d358.pdf](http://www.regeringen.se/content/1/c6/09/83/97/80e1d358.pdf)
- Rutrell Yasin (2007) *The means to go green – How to eke out energy savings in servers, processors, networks and storage systems*, Government Computer news, 19.11 2007
- State of California (2004) *Executive Order S-20-04*
- TIAX LLC (2007) *The Energy and Greenhouse Gas Emissions Impact of Telecommuting and e-Commerce*, Final report to the Consumer Electronics Association, July 2007, [www.ce.org/Energy\\_and\\_Greenhouse\\_Gas\\_Emissions\\_Impact\\_CEA\\_July\\_2007.pdf](http://www.ce.org/Energy_and_Greenhouse_Gas_Emissions_Impact_CEA_July_2007.pdf)

US Department of Energy (DOE) och US Environmental Protection Agency (EPA) (2008)  
*Fact Sheet on National Data Center Energy Efficiency Information Program*, 19 mars 2008

US Environmental Protection Agency (2007) *Energy Star program, Report to Congress on server and data center Energy Efficiency*, Public Law 109-431, 2 augusti 2007

### **Intervjuer och konferenser – Japan**

FeliCa (2007) Intervjuer/möten med FeliCa, Akira Ogawa m.fl., 5 september 2007

ITS (2007A) Intervjuer/möten med ITS Japan, Ken Sakamoto m.fl., 12 december 2007

JEITA (2008) Intervju med Osamu Inoue, Deputy General Manager, Policy and Strategy Department, JEITA, mars 2008

KEIO (2007A) g-Contants World Conference, September 2007

KEIO (2007B) Interview to Prof. Hiromochi FUKUI, Keio University, November 2007

METI (2008B) *Green IT Initiative*, Nobuaki Arima, METI, Green Grid Forum, San Francisco, CA, USA, February 2008

METI (2008C) Intervju med Nobuaki Arima, Deputy Director, Information and Communication Electronics Division, Commerce and Information Policy Bureau, METI, mars 2008

Origuchi (2007) Origuchi T. 2007, *Study on "ICT and Environment" in Japan*, presentation during VINNOVA visit to NTT, December 11, 2007

### **Intervjuer och konferenser – USA**

Steven Bushby, NIST, Washington D.C. 28 februari 2008

Dr Lance Williams, USGBC – LA Chapter 28 mars 2008

Green California Summit and Exposition, Sacramento 8–9 april 2008

Balta Wayne S, IBM:s Approach and Innovation for Climate Protection, Corporate Environmental Affairs and product Safety, IBM, presentation vid konferensen "Climate Change Strategies and Environmental Communication", Ethical Corporation Conference, Boston 6 juni 2007

Heintz Mark, HP Stakeholder Relations – WWF-HP Partnership, presentation vid konferensen "Climate Change Strategies and Environmental Communication", Ethical Corporation Conference, Boston 6 juni 2007



ITPS, Institutet för tillväxtpolitiska studier, är en statlig myndighet med uppdrag att bidra med kunskapsunderlag för tillväxtpolitiken.

ITPS har definierat fyra tillväxtpolitiska utmaningar för Sverige:

- Globalisering och internationalisering
- Regional tillväxt
- Näringslivets dynamik
- Teknisk utveckling

Verksamhet och arbetsuppgifter är fördelade inom tre avdelningar och tre kunskapsområden:

- Avdelningen för tillväxtanalys och statistik beskriver och analyserar tillväxten och dess drivkrafter i Sverige.
- Avdelningen för utvärdering redovisar resultatet av den politik som genomförs.
- Avdelningen för omvärldsanalys bevakar och analyserar händelser i omvärlden som kan komma att få betydelse i Sverige.

Uppdragsgivare är regeringen. I uppdraget ingår att sprida kunskapen till nationella, regionala och lokala tillväxtpolitiska aktörer.

ITPS har sitt huvudkontor i Östersund och verksamhet i Stockholm, Peking, Tokyo, New Delhi, Los Angeles/San Francisco, Washington och Bryssel.