

Vetenskapsrådet har givit ut en fullmatad faktapocket om den nya nanovetenskapen. Denna nya teknik öppnar fantastiska möjligheter, men rymmer även en rad etiska problemställningar. Sverige saknar idag tydliga etiska riktlinjer på området.

Foto: Bo Zackrisson

## Den nya Nanotekniken – paradiset eller helvete?

# Implantat för hälsa och mindcontrol

IKT, FET, MEMS och RFID är förkortningar som alla hänger samman med det absolut senaste inom högteknologisk forskning. Forskarsamhället har enorma förväntningar på vad denna forskning ska betyda i framtiden. Den skulle vara otänkbar utan framväxten av avancerad nanoteknologi. Etikdebatten lyser med sin frånvaro i Sverige och vi saknar tydliga riktlinjer för hur forskningen får bedrivas.

Inom EU jobbar man med att stärka Europas konkurrenskraft. Ny innovativ teknik måste tas fram för att ekonomin ska kunna ta nästa teknologispång. Därför satsar man stenhårt på framtidens teknologier, Future and Emerging Technologies – FET. Grunden för denna strategi är satsningen på framtidens Informations- och Kommunikationsteknik – IKT.

### EU:s framtidsvision

EU-kommissionen har lagt fram ett strategidokument som beskriver utvecklingen och förhoppningarna på det nya FET-programmet. Dokumentet är visionärt och blomsterspråket flödar. Den nya informations- och kommunikationstekniken (IKT) får dagens elektronik och IT-teknologi att framstå som närmast stenåldersmässig.

Ansatsen är tvärvetenskaplig och förenad med hög risk. En radikal förändring i vår syn på IT-tekniken utlovas, vilket för-

utsätter banbrytande upptäckter. IKT-forskningen bygger på att synergier uppstår mellan olika vetenskapliga områden som biologi, kemi, nano-, neuro- och kognitionsvetenskap, kvantteknologi, etologi, samhällsvetenskap och ekonomi. Forskarlag i Europa ska konkurrera och samarbeta och trådar går vidare till andra forskningscentra runtom i världen.

### Tillämpningar

Vad kan då denna nya forskning användas till? På det biologiska och neurovetenskapliga området finns många tillämpningar. Neurimplantat för personer med funktionshinder eller neurologiska sjukdomar ska göra att blinda kan se, förlamade resa sig ur rullstolen, personer med alzheimers, parkinson etc ska få högteknologiska IKT-implantat med vars hjälp sjukdomarna kan behandlas och funktionshindren avhjälpas.

EU-kommissionen lovordar den pion-

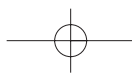
järforskning som håller på att ta fram artificiella levande celler, syntetisk biologi, kollektiv och artificiell intelligens och tvåvägsgränssnitt mellan hjärna och maskin.

Inom det så kallade Blue Brain-projektet håller man på att "bakåtkompilera" däggdjurshjärnan med syfte att förstå hjärnans funktion och funktionsstörningar med hjälp av högteknologiska datasimuleringar.

EU-kommissionen vill att Europa ska vara världsledande inom detta enorma forskningsområde. De absolut främsta forskarhjärnorna ska engageras i arbetet. Samtidigt ska samarbetet utvecklas med till exempel USA, Kina och Ryssland. Det intressanta i detta globala sammanhang är att Sverige sannolikt intar en världsledande position, något som är mycket litet känt av gemene man.

### Medicin-etiska överväganden

Just forskningen på och tillämpningen av IKT-tekniken har varit föremål för en medicin-etisk rapport, från EU-kommissionen där den svenske etikprofessorn Göran Hermerén varit samordnare. Inledningsvis slår rapporten fast att den första generationens IKT-teknik redan idag genomsyrar hela samhället i form av personatorer och mobiltelefoner och allt vad



det innebär i form av internet och elektronisk masskommunikation. I takt med den nanotekniska utvecklingen kan komponenterna göras i mikroskopisk storlek och opereras in i människokroppen. Den gamla trotjänaren pacemakern är ett bra exempel på ett implantat som fungerat väl under decennier. Andra välkända implantattekniker är alla reservdelar i form av kroppsproteser som idag opereras in i oss människor. Hörselimplantat, insulinpumpar, smärtstillande ryggradsstimulering och nya höftkylor är några exempel på tillämpningar som idag är helt okontroversiella.

### Behandling av neurologiska sjukdomar

Med den nya implantatteknologin kan användningsområdet utökas enormt. *Veri Chip* är ett chip, stort som ett riskorn, som opereras in under huden och som kan ge medicinsk information om bland annat blodtyp, allergier och individens medicinska historia. *Micro Electro-Mechanical System* (MEMS) är ytterligare ett exempel på ett implantat som används medicinskt för till exempel monitorering av behandling av Parkinsons sjukdom, epilepsi och cancer. I framtiden kan vi tänka oss "hjärnproteser" som planteras för att simulera de processer i hjärnan som skadats. Det kan handla om att återställa eller förbättra minnet vid till exempel Alzheimer och stroke. Implantat för blinda som fungerar på samma sätt som en digital kamera och vars signaler överförs till hjärnan direkt utan att gå via ögonen. Den nya IKT-teknologin har således en rad för människan positiva möjligheter.

### Den nya teknikens faror

Tänk dig ett litet mikrochip i nanoskala som opereras in under huden eller injiceras för att en myndighet eller ett företag ska kunna kontrollera var du befinner dig. Den tekniken finns redan idag i form av *Radio Frequency Identification Devices* (RFID). Så kallade *Subdermal GPS Personal Locating Devices* kan användas för att hålla koll på terrorister, stalkers, politiska motståndare eller dissidenter i största allmänhet. Eller varför inte ditt barn i skolan.

Den moderna neuroforskningen har dock större ambitioner än så. Här gäller det att forska fram teknik som kan avläsa och avbilda kroppens och hjärnans innersta väsen. Genom att utveckla små substanser i nanostorlek kan det i framtiden bli möjligt att genom dataprogrammering

simulera människans biologiska och psykologiska funktioner och göra det möjligt att skapa ett interface, vilket betyder att tekniken möjliggör dubbelsidig kommunikation mellan människa och dator. Att bryta nacken skulle därför inte behöva betyda ett liv i rullstol. En ryggradsprotes ersätter de gamla avslitna nervtrådarna.

Etikrapporten konstaterar att dessa möjligheter reser stora och viktiga etiska frågeställningar vars konsekvenser måste utredas ordentligt. På nanoteknikens pluskonto finns bland annat följande:

- Det är bra att kunna ge medicin in i hjärnan via blod-hjärnbarriären. Det är bra att sätta in elektroder i hjärnan för att ge syn åt en blind eller för att styra en handprotes. Det är bra att använda nanotekniken för att stävja terrorism som drabbar oskyldiga människor.

- På minuskontot: Det är inte bra när partiklarna tar sig in i kroppen via lungorna och stressar hjärta och andra organ. Det är inte bra om tekniken används för att läsa eller påverka andras tankar, känslor och avsikter. Det är inte bra om tekniken används för att kontrollera och styra oskyldiga människor.

### Nanotekniken öppnar nya horisonter

Inom den avancerade datateknologin håller man på att ta fram neurala interface som gör det möjligt att upprätthålla osynlig kontakt med individer var de än befinner sig, en teknik som naturligtvis kan användas för en rad olika ändamål.

En grundförutsättning för hela denna utveckling är den industriella revolution som innefattas i begreppet nanoteknik, vilket innebär att vi rör oss med ofattbart små partiklar. Om du tar en millimeter och delar den en miljon gånger så får du en nanometer. Då befinner du dig i sällskap av atomerna. Begreppet nanoteknik myntades av japanen Norio Taniguchi 1974. Ämnena i nanovärlden är så små att Newtons lagar för fysiken inte är tillämpliga. Istället är det kvantfysikens lagar som regerar.

Den moderna elektronikforskningen är sedan länge nere och jobbar på nanonivå. Och trots att Sverige ligger långt framme saknas ett nationellt program för utvecklingen av nanoteknik, något som skiljer Sverige från länder som USA, Japan, Holland, Danmark, Finland och Norge. Vissa

forskare i Sverige anser att avsaknaden av ett nationellt forskningsprogram och debatt beror på att man inte vill diskutera nanoteknikens risker. Lagstiftningen hänger inte med i teknikutvecklingen helt enkelt. Redan idag förekommer nanopartiklar i varor som du kan köpa i handeln. De ingår till exempel i kosmetika, sportartiklar, skospray och bilvax. Riskerna för miljön och för människors hälsa är outredda.

### Nanomedicinen

Just inom medicinen är man övertygad om att nanotekniken kommer att spela en stor roll i framtiden. Målsökande läkemedel

### *Det är inte bra om tekniken används för att läsa eller påverka andras tankar, känslor och avsikter.*

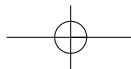
som är fyllda med cellgifter programmeras för att angripa kroppens cancerceller och låta bli de friska cellerna. Sådan forskning bedrivs vid Uppsala universitet. Hittills har man inte kommit längre än till provrörsforskning men i USA har man gjort försök på musmodeller. En annan metod är att låta nanopartiklarna utveckla värme som gör att cancercellerna dör. En slags nanoteknologisk *hypertermi*.

På hjärtkärlområdet försöker man reparera hjärtvävnad som dött efter en hjärtinfarkt. Tunna nanofibrer sprutas in en halvtimme efter hjärtinfarkten och gör att nybildningen av hjärtats kapillärblodkärl stimuleras. Forskning för att behandla kärlkramp och åderförkalkning på liknande sätt pågår i Linköping och Lund.

Nanoforskarna jobbar också med neurologiska problemlösningar. Skador på ryggmärgen ska kunna läkas med nanofibrer som får nervceller att läka. I musmodeller har man lyckats få förlamade möss att återfå rörelseförmågan.

### Nanotekniken och hjärnan

Nanoforskningen på hjärnområdet kallas för nanoneuroforskning. Med hjärnimplantat och med utifrån kommande signaler kan man påverka hjärnans signalsystem, vilket gör det möjligt att till exempel styra proteser med tankens kraft. Att stilla darrningar vid Parkinsons sjukdom och dämpa kronisk smärta är andra mål för forskarna. Rent teoretiskt kan man tänka sig att man med denna teknik kan styra och förändra människors personlighet. Med mikroimplantat i hjärnan vill man till



## ” Forskningen har redan väckt farhågor om att vetenskapsmännen snart ska kunna läsa en persons tankar utan att hon eller han vet om det.

exempel kunna hämma aggressioner och andra känslor, hjälpa minnet på traven eller göra människor mer intelligenta. Här dyker åter medicinetiska frågeställningar upp, som det idag inte förekommer någon diskussion om i Sverige trots att grundforskning pågår.

Svensk nanoforskning är som sagt världsledande. Ändå är det ett laglöst land. Sverige är nästan ensamt om att sakna ett regelverk och en transparent offentlig strategi på området.

Göran Hermerén är den etikprofessor som funderat mest på etiken kring nanoforskningen. Han menar att det bör göras skillnad mellan nanobaserade produkter som sätts in i kroppen, och produkter som verkar utifrån. Hur information ska användas och i vems syfte är inte reglerat ännu.

### Revolutionärt tekniksprång

Många tror att nanotekniken kommer att innebära en revolution i teknikutvecklingen. Men den är mycket kostsam och ofta

ska gå att förstå. Att vetenskapsmän ska börja läsa folks tankar på bred front är dock inget man behöver oroa sig för, enligt experterna.

En grupp forskare vid Irvine-universitetet i Californien har tilldelats 4 miljoner dollar i bidrag från US Army Research Office för att studera neurovetenskap och signalbehandling för utveckling av *syntetisk telepati*. Enligt forskaren Michael D'Zmura, ordförande för Irvine-universitetets Institution för kognitionsvetenskap, syftar forskningen till ett kommunikationssystem som skulle kunna påverka soldater på slagfältet och hjälpa förslamade samt strokepatienter.

Ett hjärna-dator gränssnitt skulle kunna använda en icke-invasiv hjärnabbildningsteknik och med elektroencefalografi låta människor kommunicera med varandra via tankar. En soldat skulle kunna ”tänka” ett meddelande som sänds till en datorbaserad taligenkänning, som avkodar EEG-signalerna. De avkodade tankarna överförs sedan med hjälp av ett system som pekar i riktning mot det avsedda målet.

Forskare utvecklar också metoder för tanke-läsning genom att scanna människors hjärnor.

Genom att först träna upp en dator på en persons tankar, kan datorn sedan analysera nya hjärnabbildningar och räkna ut vilket substantiv som personen i fråga tänker på.

Forskningen har redan väckt farhågor om att vetenskapsmännen snart ska kunna läsa en persons tankar utan att hon eller han vet om det. Och kanske till och med kontrollera personen i fråga, det som vi brukar kalla för mind control. Men de inblandade forskarna avfärdar det med att deras datormodell måste tränas in på varje ny person innan den fungerar. Dessutom krävs att personen ligger helt still i en magnetkamera.

### Även svenska forskare arbetar med datorhjärnor

Även Sverige finns som sagt med på världskartan över avancerad hjärnforskning.

Anders Lansner, professor på KTH, är en av de ledande entreprenörerna. Anders Lansner är forskningsledare för Stockholm Brain Institute, ett konsortium som forskar för att få bättre kunskap om hjärnan, i samarbete med bland andra Karolinska Institutet och Stockholms universitet.

EU finansierar för närvarande ett projekt med motsvarande hundra miljoner kronor som spänner från hjärnbarksfysiologi över datorsimulering av hjärnan till design av chips för att simulera nervcellsnät. Projektet omfattar 15 ledande europeiska grupper och koordineras från Heidelberg.

### Ännu återstår mycket forskning

Det mesta av vad denna artikel försöker beskriva ligger ännu på försöksstadiet. Forskning pågår skulle man kunna säga. Det är viktigt att en etisk diskussion kommer till stånd i Sverige, som reglerar användningen av den nya tekniken. Om inte tydliga etiska riktlinjer tas fram, kan tekniken komma att missbrukas. Vetenskapshistorien är full av oetisk forskning med de ädlaste syften.

Bo Zackrisson

### Forskarteamet hoppas på att 80 procent av patientens tankar ska gå att förstå.

saknas riskkapital. För att forskarnas visioner ska infrias förutsätts att den ekonomiska tillväxten tar fart. Mot bakgrund av den finansiella härdsmälta som drabbat världen det senaste året, är det inte självklart att framtidens tillväxt blir densamma som vi vant oss vid. Den begränsade tillgången på energi, hotande miljökatastrofer, allt fler munnar att mätta, ökad kamp om jordens krympande naturtillgångar, allt detta gör att nödvändigt riskkapital kan bli svårt att få fram.

### Exempel på avancerad forskning

I Boston ligger en totalförslamad patient vid fullt medvetande efter en bilolycka för åtta år sedan. Här har forskare vid Boston University planterat in elektroder i hans hjärna. En dator ska översätta de registrerade tankarna till ljud. Forskarteamet hoppas på att 80 procent av patientens tankar

### Källor

Här är några av de källdokument som utgjort faktaunderlag för artikeln:

- *Nya horisonter för IKT – en strategi för framtiden och ny teknik i Europa*. Bryssel 24 april 2009.

- *Ethical aspect of ICT implants in the human body*. Europeiska Kommissionens rapport framtagen på initiativ av The European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE). 16 mars 2005.

- Ann Fernholm, Erika Ingvald, Elisabeth Sjöstedt. *Där guld glimmar blått – forskare om den lilla nanorevolutionen*. Vetenskapsrådets populärpocket. 2007.

- [www.bionigate.com](http://www.bionigate.com): En svensk hemsida varifrån en del av denna artikels faktamaterial är hämtat.

