

IVA

AKTUELLT NR 1 2020. GRUNDAD 1930

Samordnade insatser
mot antibiotikaresistens **6**

Kvantdator ska
hjälpa industrin **12**

ELENA FERSMAN

**FORSKAREN
SITTER LUGN
MITT I AI-HAJPEN**

Trög start för
svenska snabbtågen

Metaller i bilbatterier
återvinns i stor skala

Plast kan vara med
i oändligt kretslopp



TUULA TEERI

»Vi saknar en tydlig strategi för utveckling av lärosäten till den absoluta internationella framkanten.«

Vi behöver starka och nyskapande lärosäten

I slutet av januari anordnade IVA och utbildningsdepartementet en "hearing" om den framtida forskningspolitiken. Det välbesökta och uppskattade seminariet samlade över 200 personer, med medverkande från akademier, stiftelser, företag och Matilda Ernkrans, minister för högre utbildning och forskning. Glädjande nog indikerade statsrådet redan i sitt inledande anförande att innovation kommer finnas med i nästa proposition. Det välkomnar IVA.

Forskning, utbildning och innovation ska ses som en helhet. Propositionen bör vara en del av en nationell strategi för nyskapande kunskap, stärkt konkurrenskraft och hållbarhet.

Frågan vi måste ställa oss är om det svenska systemet för utbildning, forskning och innovation är riggat på bästa sätt för att nå dessa mål. Många steg i rätt riktning har tagits i kunskapspolitiken under de gångna åren. Men räcker dessa steg i den allt hårdare internationella konkurrensen med frammarsch av nya starka kunskapsökonomier, inte minst i Asien? I Sverige råder en kultur som bidrar till att tiden för reformer och beslut kan bli lång. I princip har vi ett bra underlag för framtidssäkring av vår kunskapsproduktion med mängder av utredningar om resursfördelning, autonomi, ledningsfunktioner, internationalisering och mycket annat. Men i praktiken har reformerandet varit relativt försiktigt vilket bidrar till en otydlighet om färdriktningen.

Sverige behöver starka, nyskapande lärosäten och ett system som gynnar högkvalitativ forskning, utbildning och samverkan. Låt oss titta på hur våra konkurrenter gör. Nederländerna har, enligt Times Higher Education, sju universitet bland de hundra bästa i världen och utvecklas snabbast som

innovationsland. Enligt två professorer med holländsk bakgrund, som deltog i seminariet, är den största skillnaden jämfört med Sverige att Nederländerna har vågat satsa på spets. Vi har en högskolesektor med många lärosäten med delvis olika, men viktiga, roller i samhällsutvecklingen. Men vi saknar en tydlig strategi för utveckling av lärosäten till den absoluta internationella framkanten. I dag finns bara två svenska universitet bland de hundra bästa, samma antal som lilla Singapore.

Kvalitet ska vara i fokus, systemet för styrning och finansiering ska gynna nyskapande forskning och utnyttjandet av forskningsresultat för att lösa dagens och framtidens utmaningar. Det betyder att vi måste våga prioritera spetsforskning som banar väg för helt ny kunskap och lägger grunden till nya innovationer i näringslivet och hela samhället. Det är även viktigt att premiera lärosäten för framgångsrik samverkan. I dag utvärderas inte samverkansaktiviteter väl nog och incitamenten för nyttiggörandet av forskningsresultat behöver stärkas. Forskningens långsiktighet betyder att alla forskare inte kan vara "innovativa" samtidigt men det går mycket bra att utvärdera och belöna framgångar på universitetsnivå. I dag finns inte ett enda svenskt universitet bland Europas hundra bästa på Reuters lista över de mest innovativa universiteten (2019). Nederländerna har nio. Ofta är det samma universitet som toppar listorna för både akademisk excellens och innovation.

IVA har stora förväntningar på höstens forskningsproposition. När ekonomin börjar bli svagare är det en signal att förstärka kunskapsproduktionen, inte att dra ner investeringarna.

»De klassiska biltillverkarnas era är över.«



Herbert Diess, koncernchef för Volkswagen, slår i ett tal till bolagets högsta chefer fast att det bara finns två vägar: elektrifiering eller så riskerar världens största biltillverkare att bli ett nytt Nokia.

»Jag längtar efter den dagen som jag bara kallas investerare, och inte "kvinnlig investerare. Det är lite tröttsamt att få den rollen, när jag helst vill prata om mina bolag.«



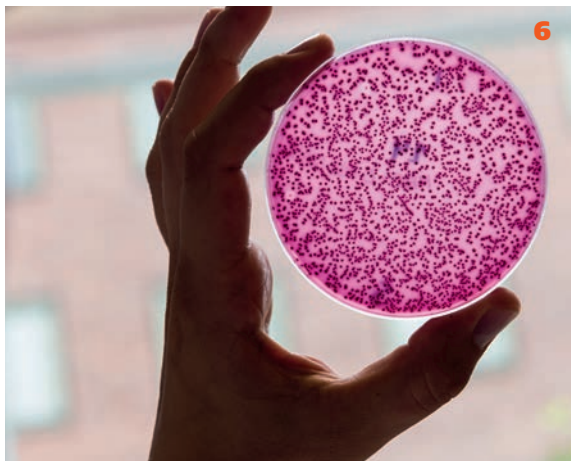
Jessica Schultz, partner på riskkapitalbolaget Northzone, intervjuas i Di Weekend

»Det här är året med stort Å för oss. Antingen kommer vi att se ut som största idioten i världshistorien eller så kommer vi att bli hjältar.«



Jakob Lindberg, vd för Oncopeptides, berättar för Di om en studie som kan göra bolagets behandling för en obotlig cancerform till en läkemedelsuccé.

Innehåll



6



34



8



20



12

4 Nytt projekt tar grepp om vattenförsörjningen

Blir rent vatten i Sverige en begränsad resurs? Vilka konsekvenser får klimatförändringarna och hur ska växande städer klara vattenförsörjningen? Ett nytt IVA-projekt ska rätta ut frågetecknen.

6 Strategi för arbete mot antibiotikaresistens

I senaste forskningspropositionen avsatte regeringen 250 miljoner till forskning om antibiotikaresistens. Nu finns en strategi för hur pengarna ska användas.

12 Superdator ska lösa problem åt industrin

Dryga miljarden är prislappen, och tidsplanen sträcker sig fram till 2027. Då ska forskarna på Chalmers ha utvecklat en kvantdator som kan lösa riktiga problem åt svensk industri.

20 Het återvinning av batterimetaller

Boomen för laddbara bilar ökar kraftigt efterfrågan på batterier. Men tillgången på jungfrulig batteriråvara är begränsad. Det gör återvinning högintressant.

- Det är ett race efter hållbar råvara, säger **Emma Nehrenheim**, miljö- och hållbarhetschef vid batteritillverkaren Northvolt som nu drar igång återvinning.

34 Tåget som tog upp konkurrensen med flyget

För trettio år sedan började SJ köra X 2000 i kommersiell trafik mellan Stockholm och Göteborg. På några år kom det nya snabbtåget att kapa åt sig merparten av resandet mellan de två städerna. I dag är X 2000 ryggraden i SJ:s fjärrtrafik.

8 "AI är en metod som funkar"

Att styra 5G-nät är minst lika komplext som brädspelen Go. Det säger Ericssons AI-forskningschef **Elena Fersman**. Hon tycker att det svenska telekomföretaget borde skryta mer om sin höga kompetens inom AI.



Omslagsbild: Daniel Roos

28 Insikt: Henrik Thunman

30-33 Noterat

Nya ledamöter

Nästa proposition för forskning blir bredare



Ulla Sandborgh



Tord Svedberg



Georgia Destouni



Gunnar Söderholm

FOTO:ERIK CRONBERG

Hållbar vattenförsörjning målet för ny IVA-satsning

Blir rent vatten i Sverige en begränsad resurs? Vilka konsekvenser får klimatförändringarna och hur ska växande städer klara vattenförsörjningen? Ett nytt IVA-projekt ska rätta ut frågetecknen.

Tord Svedberg, vd för IVL Svenska Miljöinstitutet, är ordförande i styrgruppen för det nya projektet "Hållbar vattenförsörjning – tillgång till rent vatten i ett föränderligt klimat".

– Vi ska leverera råd och förslag men avgränsar arbetet till Sverige och sötvatten, sa han när projektet lanserades vid ett välbesökt seminarium.

Förslagen kommer att beröra rikspolitik, regelverk, kommuner och företag med stor vattenkonsumtion. I tre arbetsgrupper finns företrädare för näringsliv, akademi, politik och organisationer.

I den arbetsgrupp som ska rikta in sig på kretslopp och förvaltning av vatten är Kenneth M. Persson, professor vid Lunds universitet och forskningschef på Sydsvatten, ordförande.

– Hittills har kvaliteten på vattnet varit i fokus. Nu börjar fler inse att också kvantitet är viktigt. Forskning om vatten pågår på flera lärosäten. Jag hoppas att vi, bland mycket annat, ska kunna samla den kunskapen, sa han.

Konsekvenser av allt större variationer i nederbörd och klimatförändringar är temat för den arbetsgrupp där Georgia Destouni professor i hydrologi, hydrogeologi och vattenresurser vid Stockholms universitet är ordförande.

– Vi ska ta reda på hur FN:s klimatmodeller kan tillämpas på lokala vattenförhållanden. Det skulle vara användbart exempelvis inom stadsplanering. Det är även viktigt att reda ut om det finns konflikter i hållbarhetsmålen för klimat och vatten, sa hon och hoppades att

projektet också ska leda till att en bestående plattform etableras där olika aktörer möts.

Ytterligare ett av projektets fokusområden, vattenförsörjning i växande städer och samhällen, ska också det granskas av en arbetsgrupp. Gunnar Söderholm, jurist och tidigare chef för miljöförvaltningen i Stockholm är ordförande. Han påpekade att det gällande vattendirektivet påverkar allt byggande, men också att regelverket har brister.

– Jag hoppas att vi kan hitta modeller som gör det enklare för kommuner och att förslagen blir konkreta, sa han.

Även om vattensituationen i Sverige är tillfredställande, jämfört med många andra länder, så saknas inte problem. Exempelvis använder byggfö-

retag färskvatten som ska vara rent efter användning. Men reglerna för hur det ska gå till varierar mellan kommunerna.

Infrastrukturen, ledningar och reningsverk, behöver förnyas, men det finns ett gap mellan behov och finansiering.

Mer teknik och insatser för att ta hand om näringsämnen, som fosfor och kväve, i avloppsvatten är också nödvändig.

På Regeringskansliet har generaldirektör Ulla Sandborgh uppdraget att samordna regeringens initiativ för näringslivets hushållning med vatten. Frågor om myndigheters roller när det gäller vattenförsörjning hör, liksom lagstiftning, till hennes uppgifter.

– Från projektet hoppas jag att få konkreta förslag som jag kan gå vidare med till regeringen, sa hon.

PÅR RÖNNBERG



BOK

Med fokus på industrins framtid



Tuula Teeri, vd på IVA, är en av skribenterna i boken "Industrivisioner" som sätter fokus på industrins framtid. Enligt IF Metall, som ger ut boken är tanken att inspirera, provocera och sätta industrin i centrum av samhällsdebatten. I "Industrivisioner" får journalister, forskare, filmskapare, debattörer och branschexperter ge sin syn på svensk industris framtid.

Boken lanserades vid ett seminarium i Stockholm där fyra av skribenterna var på plats, bland andra Tuula Teeri. Hon lyfte fram Sveriges starka varumärke i när det gäller hållbar utveckling. **Lena Abrahamsson**, professor på Luleå tekniska universitet, pekade på jämställdhetsperspektivet: teknikutvecklingen skapar jobb med nya möjligheter för kvinnor. Men det är mest män som söker sig till dessa teknikutbildningar.

Journalisten och Norrlandsskildraren **Po Tidholm** pekade på att 25 procent av alla arbetstillfällen i landet finns i Stockholm. **Ola Asplund**, tidigare utredningschef på IF Metall lyfte istället fram att Stockholm är Sveriges andra industristad när det gäller FoU.

Näringsminister Ibrahim Baylan som deltog i panelsamtalet med skribenterna såg samverkan mellan branscher, fack, företag, politik och lärosäten som vägen framåt för svensk industri.

I boken medverkar också **Christer Karlsson, Felix Lundmark, Lisa Pelling** och **Gabriella Pichler**.

FÖRETAGSTÄVLING

Luleåföretag smartast i Sverige



Andreas Ericson, vd för Mobilaris Industrial Solutions, fick ta emot pris och diplom av IVA:s vd Tuula Teeri. Han tackade och sa att lyssna på kunden har varit viktigt för att växa snabbt.

Tjänsteföretaget Mobilaris från Luleå tog hem den fjärde omgången av IVA:s företags tävling Smart industri. Enligt juryn nyttjar bolaget "med stor förståelse för kundens behov den digitala teknikens möjligheter för ökad produktivitet, stärkt personsäkerhet och minskad energiförbrukning hos sina kunder."

Med sitt digitala tjänsteerbjudande riktat mot gruvor och annan basindustri har Luleåföretaget på fem år fyrfaldigt omsättningen och växt från 17 till 70 medarbetare. Det industrinära företaget har sina 25 kunder spridda över hela världen. Gemensamt för kunderna är att platsbaserad information är viktig för både produktivitet och arbetsplats-säkerhet.

– Utmaningen har framför allt rört sig om att få våra

potentiella kunder att ta steget fullt ut och våga investera i ett digitalt stöd för sin verksamhet. Eftersom digitalisering innebär en omställning av både arbetssätt och ibland även organisation så tenderar många att vänta för länge med att starta en förändring som faktiskt ökar deras konkurrenskraft, säger Mikael Nyström, vd för Mobilaris Group.

Ett fyrtiotal kvalificerade företag från hela landet var nominerade till årets tävling.

– Juryarbetet har varit oerhört spännande, särskilt stimulerande är det att överraskas av kreativiteten hos många företag som på ibland oväntade sätt nyttjar digitaliseringens möjligheter, säger Johan Weigelt, vice vd på IVA och juryns ordförande.

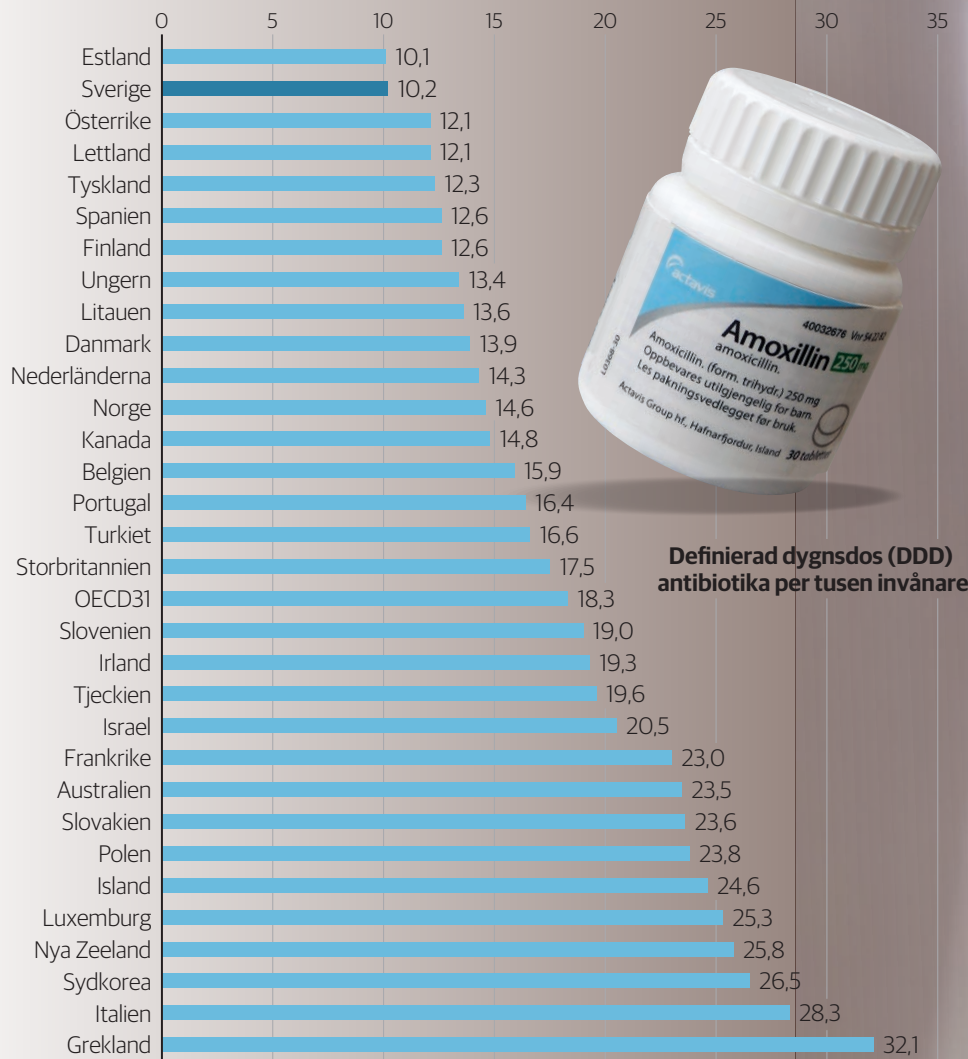
Mobilaris var ett av fem företag som gick till final.

Två av dessa fick hedersomnämning av juryn: Moelven Valåsen, ett av Sveriges största sågverk och Moving Floor, ett miljöteknikföretag som utvecklat en automatisk golvrengöring för djurboxar i lantbruket.

Förutom ära och uppmärksamhet vinner Mobilaris en kunskapsresa till Tyskland, en industrination som ligger långt framme i digitaliseringen med sitt initiativ Industrie 4.0.

– De flesta företag har i dag en tydlig målsättning att öka digitaliseringstempot, men vägen dit kan vara tuff. Kärnan i Smart industri är att stimulera små och medelstora företags digitala transformation, bland annat genom att uppmärksamma och sprida goda exempel via företagstävlingen, säger Johan Carlstedt, projektledare för IVA:s Smart industri.

Liten användning av antibiotika i Sverige



Definierad dygnsdos (DDD) antibiotika per tusen invånare

I senaste forskningspropositionen avsatte regeringen 250 miljoner till forskning om antibiotikaresistens. Nu finns en strategi för hur pengarna ska användas.

Insatser mot resistente

TEXT: SIV ENGELMARK FOTO: LARS PEHRSON/TT-NYHETER GRAFIK: ANDERS HUMLEBO/TT-NYHETER



Jan-Ingvar Jönsson.



Frida Lundmark.

Antibiotikaresistens är ett av världens största hälsoproblem. När allt fler bakterier blir resistenta kan vi inte längre vara säkra på att läkemedlen hjälper. Vanliga sjukdomar kan bli dödliga. Bara i Europa dör varje år omkring 33 000 människor i infektioner orsakade av bakterier resistenta mot antibiotika. Resistens är enligt Världshälsoorganisationen ett av de största hoten mot människors hälsa.

Området är också ett av de som den svenska regeringen satsar stort på. I den senaste forskningspropositionen aviserades en tioårig satsning på ett nationellt forskningsprogram om antibiotikaresistens. Perspektivet ska

vara brett och omfatta alla områden som berörs. Vetenskapsrådet har fått uppdraget att inrätta programmet och 25 miljoner om året till forskningen.

Nu har Vetenskapsrådet tillsammans med tio andra myndigheter tagit fram en strategi för hur pengarna ska användas.

– Vi har fått på pränt hur det ligger till och vad vi forskar på i Sverige, för att vi ska kunna se vad vi ska prioritera i framtiden. Det är viktigt att vi kan samordna insatser för att undvika överlappning och dupliceringar. Vi kan göra gemensamma satsningar på läkemedelsforskning, människors och djurs hälsa, miljö, lantbrukets användning med mera, säger Jan-Ingvar

Jönsson, som är huvudsekreterare för medicin och hälsa vid Vetenskapsrådet.

Den ökande användningen av antibiotika i världen har bidragit till spridningen av resistens. Där är Sverige något av en förebild. Ett medvetet arbete har gjort att utskrivningen av antibiotika har minskat kraftigt. Sverige är i dag ett av de länder som använder minst antibiotika i världen. Även förekomsten av resistenta bakterier är bland den minsta i OECD-länderna.

– Vi har tagit tag i frågan sedan många år tillbaka. Det finns en medvetenhet och en nationell handlingsplan. Men vi påverkas av andra länder.



Sverige är ett av de länder som använder minst antibiotika. Det beror till stor del på nätverket Strama, som bildades 1995 för att förhindra spridning av antibiotikaresistenta bakterier. Mellan 1992 och 2016 minskade användningen här med 43 procent.

Källa: OECD 2019

ns ska samordnas

Ett stort hot finns om hörnet och är i viss mån redan här. Bakterier känner inga gränser, säger Jan-Ingvar Jönsson.

Ett stort problem i sammanhanget är bristen på nya typer av antibiotika. Det har inte kommit några nya preparat på årtionden och få håller på att utvecklas. Enligt två färska rapporter från Världshälsoorganisationen är omkring 60 nya behandlingar på väg, men de är bara något mer effektiva än de befintliga. Dessutom är det få som riktar sig till de mest kritiska resistenta bakterierna, de så kallat gram-negativa.

I tidiga stadier av läkemedelsutvecklingen finns ytterligare omkring 250 kandidater, men de har ännu inte börjat testas på människa. Enligt WHO-rapporterna är en optimistisk prognos att de första nya preparaten finnas på marknaden om tio år.

Ett av målen med det aktuella forskningsprogrammet är att genom stöd till forskning bidra till att ny diagnostik och nya behandlingar utvecklas. Jan-Ingvar Jönsson pekar på att det handlar om forskningssatsningar och att det inte går att säga att de kommer att leda till

nya behandlingar.

Frida Lundmark är Vinnovas representant i programkommittén som har tagit fram strategin.

– Ur vårt perspektiv är helhetsbilden intressant. Vi ser området som viktigt framöver. Inte bara forskningen utan också arbetet med exempelvis ny diagnostik och mjuka frågor om beteende i befolkningen, säger hon.

Vinnova har ännu så länge inget specifikt program för antibiotikaresistens. Myndigheten finansierar dock till exempel ett projekt med syftet att säkra att Sverige har tillgång

till den antibiotika som finns, genom en ny ersättningsmodell till läkemedelsbolagen.

– Tillgång till antibiotika är en viktig fråga att balansera. Vi vill ha tillgång när det behövs, men vi ska inte överanvända den, säger Frida Lundmark.

Bakom strategin finns utöver Vinnova och Vetenskapsrådet även Formas, Forte, Läkemedelsverket, Havs- och vattenmyndigheten, Sida, Folkhälsomyndigheten, Statens veterinärmedicinska anstalt och forskningsinstitutet i Rise. ■

Hon älskar kraven på nya näten

TEXT: MARIE ALPMAN FOTO: DANIEL ROOS

Att styra 5G-nät är minst lika komplext som brädspelen Go. Det säger Ericssons AI-forskningschef Elena Fersman. Hon tycker att det svenska telekomföretaget borde skryta mer om sin höga kompetens inom AI. »»



»Jag tycker att det är bra att folk blir medvetna om vad man kan göra. Det är en väldigt lovande teknik som fler borde lära sig och Sverige behöver bli starkare inom AI.«

Världen häpnade när Googles AI-system AlphaGo slog världsmästaren i det komplexa brädspelen Go. Men

AlphaGo hade lika gärna kunnat ha utvecklats av Ericsson

– Absolut. Att styra ett 5G-nät är minst lika komplext, säger Elena Fersman.

Sedan drygt två år tillbaka leder hon Ericssons forskning inom artificiell intelligens, AI. Till sin hjälp har hon drygt 100 forskare, de flesta placerade i Sverige, men många finns även i Indien, USA, Ungern och Brasilien. Uppgiften är att utveckla nya AI-metoder och algoritmer som kan användas både inom Ericsson och av kunderna för att mobilnäten ska fungera så effektivt som möjligt.

Men medan Google och de andra stora it-företagen är bra på att skryta om sin AI-kompetens, så jobbar Ericsson mer i det tysta.

– Det är något som vi vill ändra på och viktigt för att till exempel locka studenter, säger Elena Fersman.

AI är numera ett begrepp som de flesta företagsledare slänger sig med. Utvecklingen tog rejäl fart för 5–6 år sedan när datorer blev bättre än människor på att till exempel känna igen ansikten. Bakom den bedriften ligger den gren av AI som kallas djupa neuralnät – ”deep learning”. Tekniken i sig är inte ny. Men plötsligt fanns de enorma datamängder och den datorkraft som behövdes för att få algoritmerna att överträffa människan på specifika uppgifter som att känna igen ansikten.

Sedan dess har utvecklingen

fullständigt exploderat. AI används för att tolka text och tal, i företags kundtjänster och för att hjälpa läkare att upptäcka tumörer. Elena Fersman tar dock AI-hajpen med ro.

– Jag tycker att det är bra att folk blir medvetna om vad man kan göra. Det är en väldigt lovande teknik som fler



AI enligt Elena Fersman: En samling av teknik som imiterar mänsklig intelligens och andra fenomen som finns i naturen så som evolutionen. Precis som människor lär de sig nya saker hela tiden och delar kunskap med varandra.

borde lära sig och Sverige behöver bli starkare inom AI.

Själv började hon jobba med AI som masterstudent i hemstaden Sankt Petersburg i Ryssland i slutet av 1990-talet.

– Jag forskade inom genetiska

algoritmer, fast för mig var det bara matematiska modeller. Det fanns ingen hajp då.

Efter avslutad examen flyttade hon till Sverige för att doktorera i datavetenskap vid Uppsala universitet. Efter

ELENA FERSMAN

Ålder: 41

Utbildning: Doktorsexamen i datavetenskap vid Uppsala universitet, civilingenjör i data-teknik samt MBA på St. Petersburg Technical University.

Karriär: Började som forskningsingenjör på Ericsson Research 2004. Jobbade under några år som produktchef innan hon kom tillbaka till Ericsson Research. Sedan oktober 2017 chef för Ericssons AI-forskning.

Övrigt: Docent och adjungerad professor i cyber-fysiska system med inriktning mot automatisering vid Kungliga Tekniska Högskolan. Styrelseledamot Rise, Research Institutes of Sweden. Medförfattare till drygt 50 patent.

en post doc i Paris började hon på Ericsson Research som är företagets centrala forskningsenhet. Med undantag för några år som produktchef har hon varit där sedan dess.

Vad har då ett telekombolag för nytta av AI? Massor, visar det sig. För varje ny mobilgeneration ökar behovet av intelligens i näten efter som de blir allt mer komplexa och innehåller allt mer programvara. 5G kallar Elena Fersman en "superutmaning".

Plötsligt är det inte bara människor som ska kopplas upp, utan även miljarder prylar och maskiner. Många kommer att sköta kritiska moment till exempel i industrin. Telekomnäten blir som kameleonten som på bråkdel av en sekund kan ge prioritet till den med störst behov och anpassa sig till nya situationer. En ambulans som passerar en fullsatt fotbollsarena ska kunna få prioriterad åtkomst till nätverket när den passerar.

– Eller tänk dig en uppkopplad fabrik där en robot plötsligt fallerar. Då måste allt kopplas om och ändras i nätet helt automatiskt.

De nya kraven på näten hamnar hos Elena Fersman och hennes forskarkollegor. "Ju svårare problem, desto roligare." Ska man försöka att sammanfatta så går arbetet ut på att strukturera alla dataströmmar och

insikterna från dem tillsammans med kunskapen i allt från produktmanualer till experternas huvuden. Allt samlas i en kunskapsdatabas. Sedan gäller det att utforma AI-algoritmer som kan sköta olika uppgifter.

AI är ett snabbt växande område på Ericsson. Förutom de drygt 100 forskarna som "pushar gränserna" finns ytterligare 300 inom "Global AI Accelerator", en enhet med uppgift att industrialisera och skala upp AI-metoderna och bygga in dem i produkter och tjänster. Samtidigt pågår ett massivt utbildningsprogram för att utbilda Ericssons övriga ingenjörer inom AI.

– Det gör att vi totalt är många fler än 400, säger Elena Fersman.

AI används både inom Ericsson och av kunder. I början av året lanserade Ericsson till exempel en AI-tjänst för att driva telekomnät och som kan förutsäga när något är på väg att gå snett.

Tjänsten kallas "Operations Engine". Precis som med Siri eller andra rösttjänster i mobilen går det att samtala med AI:n om olika åtgärder i nätet. Men taltjänsten är inte det centrala, utan det som sker bakom kulisserna.

– Det svåra är att tolka data och dra rätt slutsatser så vi kan förutse vad som kommer att hända i nätet. Det är något som vi forskat fram tillsammans med affärsenheterna och kunderna och som jag tycker är väldigt häftigt, säger Elena Fersman.

Ericssons långsiktiga mål är att det ska gå att bygga och driva ett mobilnät helt utan mänsklig inblandning. Programmet, som heter "Zero Touch", har så klart AI som en central del. Det är många krav som ska samordnas.

– Nätet ska inte bara skötas automatiskt utan också optimerat. En människa ska också när som helst kunna gå in och styra, säger Elena Fersman.

Säkerhet och integritet är andra viktiga aspekter liksom att hålla nere energiförbrukningen. Att träna ett djupt neuralnät kan vara enormt energikrävande.

– Det är ett optimeringsproblem där vi måste väga för- och nackdelar. Hur ofta behöver modellen tränas för att vara så exakt som möjligt? Förbättrar den en tjänst som i sin tur minskar energiförbrukningen någon annanstans?

Modellerna måste också kopplas till den fysiska världen. En algoritm kan inte byta en trasig kabel eller inspektera en mobilmast. Däremot kan den styra en robot eller en drönare som gör själva jobbet.

En annan teknik som testas inom Ericsson är att använda virtuell och

förstärkt verklighet för att till exempel ge stöd åt servicetekniker i fält. Information om hur felet ska fixas dyker då upp i mobilen eller i smarta glasögon.

Ericssons forskare jobbar oftast med en tidshorisont på 3-5 år. Men på onsdagarna lyfter Elena Fersman blicken längre framåt än så. Då finns hon på KTH där hon är adjungerad professor i cyber-fysiska system. Att jobba en dag i veckan inom akademien beskriver hon som både roligt och värdefullt.

– Jag har doktorander, skriver uppsatser och utvecklar nya algoritmer med ett längre tidsperspektiv. På KTH tittar vi tio år framåt, säger hon.

Det betyder att medan 5G-näten håller på att rullas ut över världen så har universitetsforskarna redan börjat utveckla teknik för 6G. Även om det är för tidigt att prata om vad 6G exakt kommer att innebära så står det klart att det blir mer intelligens och ännu mer AI.

Att stå med en fot på KTH betyder också mycket för samarbetet. Forskare från Ericsson kommer till KTH och KTH:are kommer till Ericsson. Och företaget har något som är hett eftertraktat för alla som forskar inom AI: enorma mängder data.

Ju mer data, desto större blir möjligheterna att träna algoritmerna som ska automatisera framtidens telekomnät. Och enligt Ericsson senaste prognos beräknas mängden data som skickas i världens mobilnät att fyrfaldigas till 2025.

Det märks att Elena Fersman gillar sitt jobb och vill att fler ska förstå alla möjligheter med AI. Den stora förebilden när det gäller att kommunicera vetenskap är hennes farfars far Alexander Fersman. Han var en framgångsrik geokemist som bland annat gett namn åt ett museum för mineralogi i Moskva och en krater på månen.

I slutet av sin karriär skrev han många hyllade populärvetenskapliga böcker som också citerades i böcker Elena Fersman läste i skolan.

– Hans budskap var att man inte bara kan sitta på sitt kontor och gräva ner sig. Om man älskar något så måste man ut och förklara det för alla.

Hon tycker att bilden av AI som farlig för mänskligheten behöver nyanseras.

– Folk gillar ju att läsa om sådant som är farligt. Det är som att se på katastroffilmer, men AI i sig är ingenting farligt. Det är bara en metod – som funkar. ■

Miljardbygge på ska ge Sverige kv



TEXT: ANDERS THORESSON FOTO: SÖREN HÅKANLIND

Dryga miljarden är prislappen, och tidsplanen sträcker sig fram till 2027. Då ska forskarna på Chalmers ha utvecklat en kvantdator som kan lösa riktiga problem åt svensk industri. »»

Chalmers antdatatorer



Simone Gasparinetti och Mariana Kudra är två av de 40 forskare som i dag arbetar med att bygga en "nyttig" kvantdator. Användbar för att lösa stora beräkningsproblem i näringslivet.

»Jag trodde att det skulle vara jättesvårt att hitta tänkbara tillämpningar, men det har gått över förväntan, när vi väl hittat rätt personer på företagen.«

»**D**oktoranden Mariana Kudra och forskaren Simone Gasparinetti öppnar en av de stora, vita cylindrar som hänger ned från en av ställningarna inne på Chalmers-laboratoriet. Cylindern är det yttre höljet på en kylmaskin, en kryostat, som spelar en nyckelroll i det stora kvantdatorprojekt som startade på högskolan hösten 2018.

De supraleedande kvantbitarna är byggstenar i den typ av kvantdator som Chalmers satsar på, och som ger datorn den märkliga förmågan att samtidigt räkna med både ettor och nollor. Kvantbitarna är extremt känsliga för olika typer av störningar. Hit hör höga temperaturer.

Kryostaten är byggd som en rysk docka där cylinder efter cylinder plockas ned. Längst in finns något som går att likna vid en bröllopstårta, en konstruktion i flera olika nivåer. Basen i var och en av dem är en kopparplatta. Temperaturen sänks i flera steg, uppifrån och neråt, med hjälp av helium. Från 50, till 3, till 0,8 grader och vidare ner mot måltemperaturen.

Men enheten är inte Celcius, utan Kelvin. Längst ned i kryostaten är temperaturen som allra lägst: 10 milliKelvin. Alltså 0,01 grad över den absoluta nollpunkten.

Per Delsing, professor i experimentell fysik, som är ansvarig för bygget av själva kvantdatorn pekar på kryostaten:

– Vad kostar den, tror du?

Ja, vad kostar kryostaten, utvecklad och såld av ett finskt företag som ser en växande marknad för sina produkter inom kvantdatorfältet? Några miljoner?

– Tre och en halv, säger Per Delsing. Men då får du bara själva skelettet. Sen behövs massor av elektronik, för ytterligare två miljoner. Och med mjukvara och resten av utrustningen som behövs är du uppe i sex miljoner per uppställning.

Hittills har projektet köpt in två, sedan innan fanns redan två i gruppen. Det är del av förklaringen till den

rejält tilltagna budgeten för projektet: dryga miljarden på tolv år. Men den största kostnaden är ändå löner. Sedan projektstarten 2018 har Per Delsing och Göran Johansson, professor i tillämpad kvantfysik, tillsammans med sina kollegor befunnit sig i en kontinuerlig rekryteringsprocess av kvalificerade forskare och specialister.

Mariana Kudra och Simone Gasparinetti är två av de drygt 40 personer som hittills anställts i något av de tre delprojekten. Utvecklingen av kvantdatorn är det stora, men inom Wallenberg Centre for Quantum Technology, WACQT, ingår dessutom ett antal projekt om kvantkommunikation, vid KTH, och flera projekt om kvantsensning, vid Lunds universitet.

Att Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse satsar 600 miljoner kronor i kvantprojektet har en tydlig förklaring. Chalmers har under flera decennier bedrivit grundforskning om det som kallas Josephson-övergångar. De är grunden för den typ av supraleedare som används i Chalmers kvantdator. Och det arbetet närmar sig nu kommersiella tillämpningar i rask takt.

– Om vi bara sysslat med esoterisk forskning hade vi inte kunnat få en projektbudget på en miljard. Vi har lovat att vi inom tidsramarna för projektet ska ta fram en kvantdator som kan göra något nyttigt som en traditionell dator inte förmår.

Tillägget ”nyttigt” är i sammanhanget viktigt och relevant. Google fick i höstas stor uppmärksamhet sedan företaget visat upp en kvantdator som kunde lösa ett problem som var för komplext för en traditionell dator. Men det problemet var en utmaning av teoretisk art, utan direkta praktiska tillämpningar.

– Men det är ändå en viktig milstolpe i kvantdatorernas utveckling. Även om det var ett hittepå-problem så var det ett problem som en klassisk dator inte kan lösa. Nu är nästa steg att göra något som är nyttigt.

Samarbete med näringslivet är därför en viktig del i WAQCT. I projektet finns sju näringslivspartner: AB Volvo, Saab, ABB, Ericsson, SEB och Astra Zeneca är välbekanta namn. Det sjunde företaget är det inte lika kända, Boeing-ägda företaget Jeppesen.

2006 köpte Jeppesen Göteborgsföretaget Carmen Systems. Företagets mjukvara hjälpte företag i många olika branscher att optimera resurser, bland annat inom flygbranschen. Sedan Jeppesens förvärv är det en inriktning som renodlats – och som lämpar sig synnerligen väl som tillämpning för kvantdatorer.

En av de mest omtalade egenskaperna hos kvantdatorer är förmågan att jobba med stora – väldigt stora – tal. Hur stora beror på hur många så kallade kvantbitar datorn är uppbyggd av.

En beskrivning som Göran Johansson och Per Delsing ibland använder är att 300 kvantbitar kan representera 10 upphöjt till 100-tal. Då hamnar man i samma storleksordning som universums alla partiklar. Det är tillräckligt för att de flesta ska utbrista i ett ”wow”. Men inte när Göran Johansson första gången gjorde liknelsen i ett möte hos Jeppesen.

– Där var reaktionen mer ”jaha, det var ju inte så mycket”, säger han.

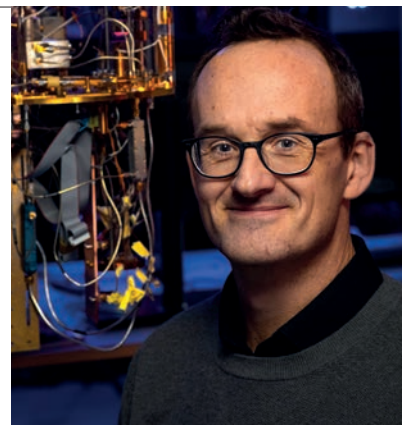
JOSEPHSON-ÖVERGÅNGAR OCH KVANTBERÄKNINGAR

En kvantdator byggs upp av det som kallas för kvantbitar eller ”qubits”, supraleedande kretsar som kan inta superposition. Till skillnad från en traditionell dator kan en kvantbit vara både en etta och nolla samtidigt, och därmed kan en kvantdator också räkna på alla tänkbara kombinationer av ettor och nollor samtidigt.

På Chalmers har man under flera decennier forskat på Josephson-övergångar. Det är den minsta beståndsdel i projektets kvantdator. Josephson-övergångar är små supraleedande kretsar som tillverkas i Chalmers renrum. Övergången är väldigt liten, 100 x 100 nanometer, medan aluminiumplattan som den sitter på är runt en halv kvadratmillimeter.

Josephson-övergången, och därmed kvantbiten, aktiveras med mikrovågspulser. Genom att justera pulsen kan kvantbiten sättas i önskad superposition.

De båda fysikprofessorerna Per Delsing (till vänster) och Göran Johansson leder jätteprojektet med att bygga en svensk kvantdator.



Och det har sin förklaring. Utmaningarna som företagets anställda tar sig an är av en helt annan omfattning.

– Med 100 destinationer, 100 flygplan och 100 besättningar är antalet tänkbara kombinationer 10 upphöjt till 315, alltså 10 upphöjt till 215 fler än antalet partiklar i hela universum, säger Göran Johansson.

Bland Jeppesens kunder finns flygbolag där flygplansflottan räknas i tusentals maskiner, konstaterar Per Delsing. Då växer kombinatoriska problem extremt fort.

En ofta använd populärvetenskaplig beskrivning av en kvantdator är att kvantbitarna, som bygger upp kvantdatorn, kan vara både 0 och 1. Samtidigt. Till skillnad från en traditionell dator, där bitarna är antingen 0 eller 1.

– Det innebär att en kvantdator kan undersöka alla alternativen i ett optimeringsproblem samtidigt, eftersom man kan försätta kvantbitarna i superposition, säger Per Delsing.

För den som inte är så bevandrad i kvantfysikens värld kan detta vara lite svårt att greppa. En etta och en nolla samtidigt, går det verkligen att förstå att det är så, eller är det något man lär sig att acceptera?

– Jag tror att det är samma sak. Vi gör fysik, och fysik sätter upp ett antal regler för hur saker och ting beter sig. De flesta har en intuition för hur en basketboll studsar, eftersom de själva har studsat en basketboll. Det gör att

det också går att förstå, rent fysiskt, hur en basketboll studsar säger Per Delsing, och fortsätter:

– De flesta har inte lyxen att själva få ”studsar” med ett kvantmekaniskt system. Men det har vi. Det gör att vi över tid har kunnat bygga en intuition för hur ett kvantsystem fungerar, och med det kommer också förståelsen på ett mer teoretiskt plan.

Svaret från en kvantdator kommer när man läser av datorn, då superpositioneringen upphör och kvantbitarna låser i antingen ett eller nollor.

– Så du får bara ut ett enda svar. Och om du mäter ett antal gånger och har konstruerat din kvantalgoritm på rätt sätt kan du få ut det svar du letar efter, säger Per Delsing.

Med så här stora tal, hur kan man veta att det faktiskt är det bästa svaret?

– Det handlar om sannolikheter, men också möjligheten att på olika sätt verifiera svaret, säger Göran Johansson.

Ett tydligt exempel på det är primtalsfaktorisering av stora tal, en annan tillämpning som passar kvantdatorer som hand i handsk. Även om det är oerhört komplicerat att hitta primtalsfaktorerna är det enkelt att kontrollera om de stämmer: Gör multiplikationen och se om svaret stämmer med talet som skulle faktoriseras.

– Och för tillämpningarna i näringslivet, ofta optimeringsproblem, är det inte nödvändigt att veta att svaret som kvantdatorn ger är det bästa. Det räcker att jämföra med den lösning som man får fram med traditionella metoder. Något som blir tio gånger bättre är ju också jättebra, säger Göran Johansson.

Gränslinjen mellan professorernas ansvarsområden i kvantdatorprojektet går just här; mellan kvantdatorn som hårdvara och mjukvaran som gör den nyttig. Per Delsing är experimenteliten som bygger själva datorn, Göran

Johansson är teoretikern som utvecklar algoritmerna.

– En utmaning, när kvantdatorer ska tillämpas på verkliga problem, är att hitta sätt att formulera problemen så att de passar för en kvantdator, säger han.

Det är här projekten med näringslivspartnerna blir så viktiga, det tvärvetenskapliga mötet mellan forskarna på Chalmers och de affärsmässiga utmaningar som finns på företagen.

Det mötet, mellan näringsliv och akademi, inleds med en jakt på vad Per Delsing och Göran Johansson skämtsamt kommit att kalla för ”quantum sleepers” hos de industriella partnererna:

– Alla företag av den storlek vi jobbar med har disputerade fysiker bland personalen, personer som redan jobbat med eller relativt lätt kan förstå hur kvantdatorer fungerar. Mycket av arbetet så här långt har gått ut på att få kontakt med dem, personer som både har en förståelse för det vi gör och som kan företagets verksamhet. Jag trodde att det skulle vara jättesvårt att hitta tänkbara tillämpningar, men det har gått över förväntan, när vi väl hittat rätt personer på företagen, säger Per Delsing.

Det är ett resonemang som känns igen från många håll av digitaliseringen just nu. Teknikutvecklingen inom bland annat kvantdatorer och artificiell intelligens ger näringsliv och offentlig sektor tillgång till en uppsjö av nya, avancerade verktyg. Men de som kan tekniken, som förstår och kan hantera verktygen, är inte nödvändigtvis de som också bäst vet vilka tillämpningarna är, var verktygen kan göra nytta och hur. Där är mötet mellan olika kunskapsområden viktigt.

– Så här långt har vi arrangerat 6–7 workshops med industrin. Vi berättar vad en kvantdator är, hur den fungerar, och vad den möjligtvis kan göra. Och de berättar för oss om sina problem, för att vi tillsammans ska kunna matcha behoven mot teknikens möjligheter.

WALLENBERG CENTRE FOR QUANTUM TECHNOLOGY

Wallenberg Centre for Quantum Technology, WACQT, är ett stort forskningsprojekt som leds från Chalmers. Över en tolvårsperiod, fram till 2030, har projektet en total finansiering om 1 miljard kronor. 600 miljoner från Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse, Chalmers och partnerföretag står för resterande del.

Projektet är delat i tre huvudsakliga områden:

Kvantdatorer

Kvantkryptografi

Kvantradar



Miljardbygge på Chalmers ska ge Sverige kvantdatorer

Viktiga bryggor i de här projekten är inte bara "kvantsovarna" utan också de industridoktorander som anställts, med handledare både på företagen och i olika delar av den akademiska världen. I projektet med Jeppesen innebär det att också Institutionen för datavetenskap är inblandad. I samarbetet med Astra Zeneca krävs kemi. Tillsammans med Ericsson fiberoptik, och så vidare.

Målet för projektet är att 2027 ha utvecklat en kvantdator med 100 kvantbitar som kan lösa riktiga problem som finns i näringslivet. Vad ser ni framför er då? En kvantdator hos varje företag som behöver dem, eller något annat?

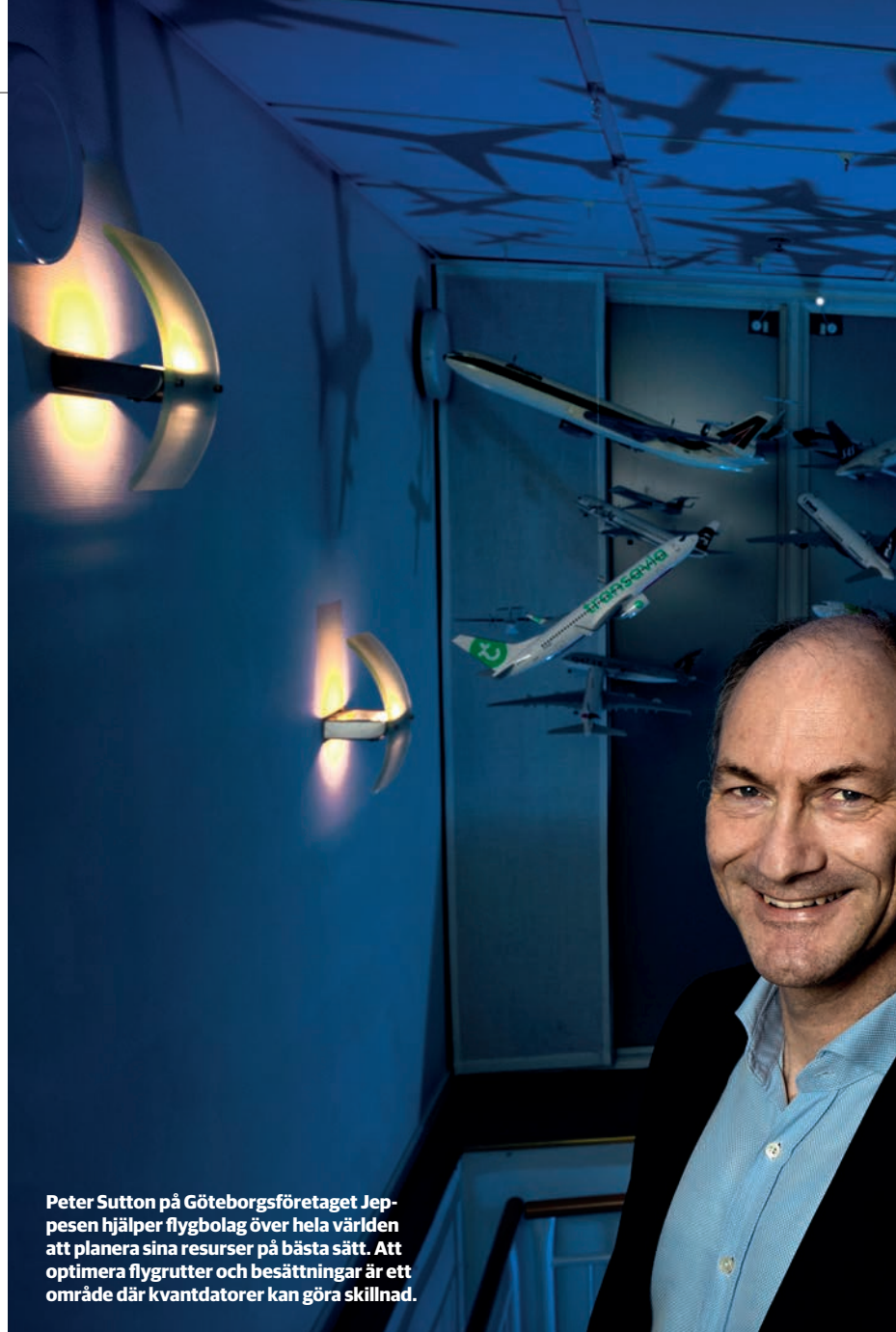
– Varje kvantdator är kopplad till en klassisk dator. Och en klassisk dator kan vara en del av internet, av molnet. Det är nog så det kommer att se ut, företag som säljer beräkningar i kvantdatorer som tjänster på nätet, säger Per Delsing.

Göran Johansson fyller i:

– Samtidigt finns det många företag som sitter på känslig data, som man inte vill skicka upp i molnet. Så man kan mycket väl tänka sig företag som sätter upp en egen rack med kvantdatorer i de egna lokalerna.

Ert projekt rör sig både inom grundforskning och tillämpad forskning. Vilka delar är mest spännande?

– Jag har sysslat med Josphenson-övergångar i 30 år. Fram tills nu är det egentligen inte någon utanför akademien som varit intresserad. Nu börjar det komma, och det är väldigt fascinerande. Men det ger också en insikt om grundforskning: Det tar tid innan man ser resultaten, men när det väl händer, då kan det hända jättemycket jättesnabbt, säger Per Delsing. ■



Peter Sutton på Göteborgsföretaget Jeppesen hjälper flygbolag över hela världen att planera sina resurser på bästa sätt. Att optimera flygrutter och besättningar är ett område där kvantdatorer kan göra skillnad.

Kvantbitar ska

Planering av flygrutter och besättningar är ett av de områden där kvantdatorer förväntas kunna göra stor skillnad. Och resursplanering är kärnan i Göteborgsföretaget Jeppesens verksamhet.

– För oss var det ett lätt beslut att gå med i det här projektet, säger Peter Sutton, ansvarig för produktutveckling på Jeppesen.

I mitten av 1980-talet utvecklade Volvo Data, fordonskoncernens interna it-bolag, ett nytt system för schemaläggning i produktionen. Men det togs aldrig i drift på Volvo. Däremot

gick det att hitta externa kunder. Först Sveriges Television, sedan SAS och därefter Lufthansa. De båda flygbolagen ville ha ett bättre sätt att planera vilken personal som skulle jobba på vilken flygning.

Men för att leva upp till Lufthansas behov och krav behövdes bättre algoritmer för att optimera planeringen. Den kompetensen hittade Volvo Data på Chalmers. Efter några framgångsrika år köptes projektet loss från Volvo och utvecklingen fortsatte i Carmen Systems. Sedan dess har företaget köpts av Boeing-ägda Jeppesen. Men de drygt 300 anställda på kontoret



lyfta ruttplanering

i Göteborg ägnar sig fortfarande åt samma utmaning: att utveckla verktyg som hjälper flygbolag att planera sina resurser på bästa sätt.

– Ett problem de har är det som kallas för "tail assignment", Om du har ett antal flygrutter, vilket flygplan ska flyga vilken rutt för att helheten ska bli så optimal som möjligt? Vi löser det med traditionella datorer i dag. Det vi undersöker nu, tillsammans med Chalmers, är hur vi kan använda kvantdatorer för att lösa problemet.

I en vetenskaplig artikel som nyligen publicerades visar Jeppesen och Chalmers hur de använder kvant-

datorer för att räkna på ett begränsat problem, med 25 rutter. I takt med att kvantdatorerna utvecklas är ambitionen givetvis att kunna räkna på betydligt mer komplexa utmaningar.

– Vad vi sett med de traditionella datorernas utveckling är att större beräkningskraft har gett oss möjlighet att lösa helt nya problem. På samma sätt kommer det bli med kvantdatorer. De kommer inte bara göra vad vi gör i dag snabbare, utan också låta oss göra helt nya saker, säger Peter Sutton.

Har ni redan idag några idéer om vad det kan vara?

– I dag planerar de flesta flygbolag

besättningar och flygplan var för sig. Men om du kan kombinera de två optimeringsproblemen och lösa dem tillsammans, då kommer du antagligen att kunna komma fram till ännu bättre lösningar. Men ett kombinerat optimeringsproblem är utom räckhåll för dagens teknik, inte ens de mest avancerade algoritmerna kan i dag hantera den beräkningskomplexitet som ett sådant problem medför.

För kunderna tror han att tekniken kommer märkas just så, som nya tjänster som Boeing-bolaget kommer att sälja. Optimering som en tjänst, där kvantdatorer gör beräkningarna utan att kunderna känner till det.



Kvantbitar ska lyfta ruttplanering

– Våra kunder gör planering allt oftare. Tidigare gjorde man en månadsplanering, men man vill också ägna sig åt scenarioplanering. Om en snöstorm slår till i nästa vecka, hur ska vi reagera på det? Så våra kunder kommer nog ha glädje av kvantberäkningar relativt ofta.

Hur länge har ni haft ett öga på kvantdatorer?

– Rätt länge. Just optimeringsproblemen är ju ett av de områden som kvantdatorer helt uppenbart kommer kunna hjälpa till att lösa och därför har de varit intressanta. Men det är först nu som vi börjar jobba med dem, Chalmers-projektet var perfekt tajming för oss.

Kvantdatorer är svåra att förstå. Har det varit lätt att hitta en match mellan tekniken och era utmaningar?

– Många hos oss har en bakgrund i matematik och fysik, eftersom det är ämneskunskaper man behöver för optimering. Och för många av dem är kvantdatorer något de är bekanta med, säger Peter Sutton.

Sedan tillägger han:

– Det är fantastiskt att vara med i det här samarbetet. Vi ser vad vi kommer att kunna göra, men det är fortfarande i ett väldigt tidigt skede. Det känns ibland lite frustrerande att vi samtidigt som vi ser så stora möjligheter också vet att det kommer att krävas mycket grundläggande forskning för att förverkliga möjligheterna. Våra kunder får inte nytta av det här i år, eller nästa. Men kanske om fem eller tio. Att se att vi snart har en teknik som gör det möjligt att lösa problem vi inte kan ta oss an i dag är otroligt spännande. ■



Google, med Sundar Pichai (till vänster) som vd för moderbolaget Alphabet, är ett av företaget som ligger långt fram i kvantracet. I höstas publicerade företaget resultat där en kvantdator med 53 kvantbitar löst ett problem som en traditionell superdator skulle behöva minst flera dagar på sig att knäcka.

IT-jättar med i racet för

Googles kvantprojekt Sycamore skapade i höstas rubriker över hela världen. Internetföretagets forskare hävdade att de uppnått quantum supremacy, förmågan att göra kvantberäkningar som en traditionell dator – inte ens de mest kraftfulla superdatorer – klarar. Beräkningen i Googles dator, som är uppbyggd av 53 kvantbitar, tog 200 sekunder. Forskarna uppskattade det skulle ta världens mest kraftfulla superdatorer runt 10 000 år att räkna fram ett svar på samma problem.

IBM, som precis som Google utvecklar både superdatorer och kvantdatorer, svarade några dagar senare och påstod i sin tur att det bara skulle ta en riktigt kraftfull superdator två och en halv dag att lösa problemet.

– Googles resultat är under alla omständigheter ett viktigt framsteg. De

visar att kvantdatorer kan göra saker som tar en superdator väldigt lång tid att göra. Tar man klivet upp till 60 kvantbitar skulle det krävas hundratal av världens största superdatorer, så det här skalar på ett jobbigt sätt, säger Per Delsing.

Det Googles dator gjorde var att skapa riktigt bra slumpetal, som ett digitalt tärningslag, utan något som helst mönster. Trots upprepade körningar många gånger om. Forskare som tidningen New York Times intervjuade i samband med att Google släppte nyheten jämförde företagsjättens bedrift med bröderna Wrights första flygning 1903. Det handlade inte om ett användbart flygplan. Planet var snarare konstruerat för att bevisa vad som är möjligt, och som bevis fungerade det ypperligt.

IBM och Google är inte de enda företagen i världen som intresserar



supersnabba kvantberäkningar

sig för kvantdatorer. Andra amerikanska jättar, som Microsoft och Intel, är också med i racet. Givetvis också kinesiska storföretag, som Huawei, Alibaba och Tencent. Men också en uppsjö av nystartade teknikföretag. Hösten 2019 gjorde den vetenskapliga tidskriften Nature en kartläggning av de riskkapitalinvesteringar som gjorts i kvantdatorer runt om i världen.

Sedan 2012 handlar det enligt Natures research om 52 kvantbolag. Och investerarnas intresse ser ut att vara på uppgång. Under 2017 och 2018 handlade det om 450 miljoner dollar som satsades på företaget i den här nischen. Det är mer än fyra gånger så mycket som de dryga 100 miljoner dollar som investerats under den föregående tvåårsperioden. En majoritet av pengarna har gått till USA-bolag. Givetvis är många av företagen baserade i Silicon Valley. Men inte bara där, även kana-

densiska bolag har fått riskkapital och givetvis också bolag baserade i EU och Asien. Men Nature konstaterar också att det finns en vit fläck i kartläggningen: Kina. Hur stora investeringar som görs där, och i vilka bolag, lyckades tidskriften inte få fram uppgifter om.

Men det är inte bara kommersiella riskkapitalbolag som investerar i kvantteknik. Runt om i världen finansieras också mycket forskning och utveckling av offentlig verksamhet eller andra aktörer. Bland annat har USA ett program med en budget på en miljard dollar.

Många av bolagen som utvecklar kvantdatorer har tydlig koppling till akademisk forskning. Grundare av bolagen är ofta forskare, inte sällan med ett ben kvar i den akademiska världen.

Den kraftiga tillväxten har redan gjort att personer som Nature intervjuade för sin kartläggning börjat pra-

ta om kompetensbrist, på samma sätt som boomen för artificiell intelligens har skapat brist på AI-kompetens.

Det stora intresset för kvantdatorer har flera orsaker. Ett skäl handlar om säkerhet. Många av de krypteringslösningar som i dag används bygger på stora primtal, och eftersom kvantdatorer är bra på att dela upp stora tal i primtalsfaktorer kommer det att innebära ett hot mot krypterade meddelanden som skickas med dagens teknik. På så sätt finns det alltså säkerhetspolitiska dimensioner för kvantdatorer.

Men det handlar också om att utveckla datorer som kan lösa problem som är för komplexa för de datorer vi använder i dag, snarare än att utveckla datorer som kommer att ersätta dagens teknik. Bland annat för att lösa olika typer av optimeringsutmaningar. ■

ÅTERVUNNEN RÅVARA HÅRDVALUTA I EN ELVÄRLD

Boomen för laddbara bilar ökar kraftigt efterfrågan på batterier. Men tillgången på jungfrulig batteriråvara är begränsad. Det gör återvinning högintressant.

– Det är ett race efter hållbar råvara, säger Emma Nehrenheim, miljö- och hållbarhetschef vid batteritillverkaren Northvolt som nu drar igång återvinning. »»

TEXT: SIV ENGELMARK FOTO: VOLVO CARS

Ett batteripack monteras i en hybridbil på Volvos fabrik i Gent. Enligt uppskattningar från International energy agency kommer vi att ha 90 miljoner elfordon i världen år 2025.



I början av hösten drar pilotanläggningen för återvinning igång i Västerås. Redan 2022 ska det finnas en fullskalig anläggning i fabriken i Skellefteå.



Här får batterimet

I början av hösten drar den svenska batteritillverkaren Northvolt igång en pilotfabrik vid företagets anläggning i Västerås.

- Vi väljer att göra en industrialiserad demonstrationsanläggning, säger Emma Nehrenheim som är miljö- och hållbarhetschef vid Northvolt.

I pilotanläggningen - som har liknande processsteg som produktion i full skala - ska processen optimeras. Den ska nå den noggrannhet som krävs, produkterna ska bli tillräckligt rena och utbytet av metaller högt. Företaget ska där i ett första steg kunna återvinna 100 ton metalloxider per år.

Redan år 2022 ska det finnas en fullskaleanläggning. Den byggs upp stegvis och ska integreras i batterifabriken som nu färdigställs i Skellefteå. Anläggningen ska i ett första steg kunna återvinna cirka 25 000 ton battericeller per år.

- Vi har som mål att 50 procent av materialet i nya battericeller ska bestå av återvunnet material år 2030. För långsiktig hållbarhet är det viktigt att vi och våra kunder som agerar på marknaden skapar cirkulära flöden. Vi kan använda nästan samma metaller i flera generationer, säger Emma Nehrenheim.

Återvinningsprocessen utgår från en hydrometallurgisk

metod som har utvecklats i samarbete med forskare vid Chalmers. Metallerna utvinns som salter av litium, nickel, mangan och kobolt.

- Vi använder till stora delar Chalmersforskarnas teknik, som bygger på att laka ur metaller och separera dem från varandra i olika processsteg med en våtkemisk metod, säger Emma Nehrenheim.

EU:s producentansvar innebär att de som säljer batterier har ansvar för att de återvinns. Men det är andra starka krafter bakom återvinning av metallerna i fordonsbatterier.

Efterfrågan på batterier har ökat stadigt i spåren av ökad försäljning av hybrider och elbilar. De råvaror som krävs - som kobolt och litium - innebär dock problem. De finns inte i tillräckliga mängder och de bryts i vissa fall under oacceptabla former. Mer än hälften av världens kobolt kommer från Kongo där det förekommer att barn arbetar i gruvor. Litiumbrytning har stor negativ påverkan på miljön.

Att återvinna metallerna i uttjänta batterier blir därför allt viktigare. Northvolt är inte ensamma om planerna.

Flera företag i Europa är på gång. Svenska Stena Recyc-



Rasmus Bergström.

”Det är här vi kommer att se de stora tekniksprången i Europa”

Northvolt har stora planer för sin verksamhet i Västerås. Ambitionen är att runt företagets pilotfabrik samla andra företag, små och stora och helt nystartade, forskningsinstitut, akademiska forskare, med flera och tillsammans bygga en hub för avancerad batteritillverkning.

– Vi vill samla våra partner, kunder och regionen och etablera ett ekosystem för innovationer i Västerås. Det är här vi kommer att se de stora tekniksprången i Europa, säger Emma Nehrenheim.

Ännu så länge finns bara Northvolts pilotfabrik och forskningsanläggning på Finnslätten i Västerås. Även Vinnovas satsning på ett kompetenscentrum för batterier har dock ett visst fokus hit. Vinnovasatsningen handlar om forskning för att skapa nya typer av lätta, billiga, miljövänliga och säkra batterier med extremt hög energi-

lagringsförmåga. Bland samarbetspartnerna i centrumet – som leds av kemiprofessor Kristina Edström vid Uppsala universitet – finns bland annat Northvolt.

– Vi tänker oss ett ”campus” för industrialisering av litiumjonbatteritillverkning i Europa. Det finns ett behov att komma samman för att kompetensutveckla och driva morgondagens industri. Vi vill samla olika utbildningar, forskningsavdelningar från företag som rör sig kring elektrifieringen. Det är så mycket man kan göra när man kommer ihop så där, säger Emma Nehrenheim. ■



Koppar, nickel, kobolt, mangan och litium kan återvinnas.



Foto: DANIEL ROOS

allerna nytt liv

ling finns tidigt i återvinningskedjan. Företaget samlar in litiumjonbatterier till sitt battericenter i Halmstad.

– Hela återvinningsmarknaden för litiumjonbatterier är i sin linda. Vi ser inte stora flöden av dem i Sverige även om batterier från hybridbilarna börjar komma nu, säger Rasmus Bergström på Stena Recycling Group.

Stena demonterar batterierna. De laddar ur dem, tar isär packen och säljer battericellerna till delägda Akkuser i Finland. Det företaget mal i sin tur ner cellerna, separerar innehållet och säljer vidare fraktioner som innehåller bland annat aluminium, koppar, litium, kobolt och mangan. Kunderna är företag i Europa och Nordamerika som återvinner metallerna.

Umicore i Belgien är hittills störst på det i Europa. I fjol började också Fortum att återvinna i en anläggning i Harjavalta i Finland. Även den bygger på en hydrometallurgisk process. Ännu så länge är volymerna små, men de förväntas expandera i samband med att tillgången på skrotade batterier ökar.

Northvolt plockar både isär batterierna och återvinner metallinnehållet.

– Vi har redan tidigt bestämt att göra så många processteg som möjligt nära oss för att kunna vara mer miljö-

vänliga. Vi får bättre kontroll på leverantörer och mindre transporter. Det innebär att vi jobbar med en hel del kemikaliepreparering på katodsidan. Vi köper råmaterial från gruvbolag och kan på samma sätt ta emot metaller från återvinning, säger Emma Nehrenheim.

Än så länge är det ingen konkurrens om de uttjänta batterierna.

– På sikt kommer det att vara så. De återvunna kommer att vara mer attraktiva eftersom de är mer hållbara och totalt sett är det ett race efter hållbar råvara, säger hon.

Det finns material i batterierna som Northvolt inte behöver, som till exempel elektronikskrot. Det kan vara intressant för närbelägna Rönnskärsverken, som återvinner koppar från just elektronikskrot. Inget är dock bestämt än.

Återvinning har hittills mest gjorts i Asien. Batterierna i de Volvobilar som byggs i Sverige kommer från koreanska LG och kinesiska CATL, som båda återvinner batterier. Volvos uttjänta batterier ska dock i första hand få ny användning i energilagring. Går inte det, är det återvinning som gäller. Där har Volvo säkrat att de får tillbaka kobolten. ■





Chalmersforskarna Martina Petranikova och Cristian Tunsu har utvecklat Northvolts teknik för att återvinna metallerna i litiumjonbatterier.

Foto: MATS TIBORN

Ny teknik separerar bättre och renare

Forskare vid Chalmers har utvecklat den teknik för återvinning som Northvolt nu ska installera i sin pilotanläggning i fabriken i Västerås.

– Det är verkligen ett fantastiskt projekt vilket jag är ett stor fan av. De gör de grönaste batterierna, säger Martina Petranikova som är forskarassistent och har lett arbetet vid Chalmers. Försöken i labbet har gjorts av postdoktorn Cristian Tunsu.

Chalmerstekniken bygger på en metallurgisk process. Efter att först ha tömt batteriet och krossat det separerar forskarna de olika beståndsdelarna. De fångar upp järn med magneter och blåser bort plasten med fläktar. Därefter löser de upp resterande materialet genom lakning. Grafiten blir då kvar som en fast rest, medan koppar, kobolt, nickel och litium löses upp. De metallerna kan forskarna separera ur lösningen med hjälp av organiska ämnen som binder till specifika metaller.

Chalmersforskarna har utvecklat ännu en teknik, där

den hydrometallurgiska processen föregås av pyrolys.

– Northvolt utgår från en metod som enbart bygger på hydrometallurgi. Det ger mindre koldioxidutsläpp. Fördelen med att använda pyrolys är dock att vi får bort de organiska komponenterna direkt och metallerna förkoncentreras, säger Martina Petranikova.

Pyrolys innebär att det krossade materialet först hettas upp till mellan 500 och 700 grader i en inert atmosfär. Organiska föreningar och bindemedel leds bort. Kvar blir en rest som innehåller metaller som sedan renas fram.

Chalmersforskarna utvecklar nu den kombinerade processen tillsammans med det svenska företaget Meab Metalextraktion, tyska Accurec samt forskare vid universitetet vid Aachen.

I dag återvinns materialen i litiumjonbatterier främst genom smältning. Det är dock energikrävande och ger mycket koldioxidutsläpp. Dessutom hamnar mycket litium i slagget. ■

Nominera till IVAs pris för vetenskaplighet inom journalistiken

»Upplysning, folkbildning,
förklaringsdjup, framtidstro, integritet«

**Hans Bergström-priset är IVAs pris
för vetenskaplighet inom journalistiken.**

Priset premierar ett vetenskapligt synsätt i media (inklusive faktaunderlag och arbetsmetoder) samt excellent journalistik om vetenskap, teknik, innovation och entreprenörskap.

Prissumman är 100 000 kronor. Sedan 2015 delas priset ut årligen och har gått till **Åke Spross** (2019), **Katarina Gunnarsson** (2018), **PM Nilsson** (2017), **Bosse Lindquist** (2016) och **Anders Bolling** (2015).
Nominera före den 2 mars 2020.

Mer information:

www.iva.se/hans-bergstrom-priset



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien



En femtedel av den koppar Boliden utvinns kommer från återvunnet material.

120 tusen ton från

Boliden är ett gruv- och smältverksbolag som sedan starten för 90 år sedan har brutit malm i underjordsgruvor och dagbrott främst i Norr- och Västerbotten. I dag utvinns bolaget på så sätt bland annat koppar, zink, bly, guld och silver.

Men sedan ett antal år hittar de råvaror också på andra ställen än i gruvor. Zink utvinns ur stoft som bildas när galvaniserat järnskrot återvinns i stålverk, koppar och ädelmetaller från elektronikskrot.

Det kallas för urban mining och handlar om att utvinna metaller ur metallförråd i städerna, i uttjänta kablar, rör och annat metallskrot.

– Alternativet är att samla uttjänta produkter på hög. Det är inte hållbart. Vi har egna gruvor och smältverk och är duktiga på att utvinna metaller, från gruvor eller genom återvinning, säger Anna Medvedeva, som är teknik- och strategichef vid Bolidens smältverk.

En stor del av återvinningen sker i Rönnskärsverken utanför Skellefteå. Omkring 120 000 ton kretskort från datorer, mobiler och plattor, smälts varje år ner i den så kallade kaldoprocessen. Det motsvarar två miljoner mobiltelefoner per dag. En femtedel av Bolidens kopparproduktion kommer från återvunnet material.

Zinken utvinns genom en förångningsprocess från stålverksstoft. Så mycket som 10–15 procent – eller 31 000 ton – av den zinkklinker som produceras på Rönnskär är återvunnen från stålverksstoft.

I Bolidens zinkgruvor förekommer bly som en bimetall. Företaget återvinns dessutom sedan 1979 metallen ur gamla bilbatterier i Bergsöe i Landskrona.

– Vi återvinns cirka fyra miljoner uttjänta bilbatterier varje år, vilket ger cirka 50 000 ton återvunnet bly, säger Anna Medvedeva.

Företaget har nyligen investerat i en anläggning för plastseparation i Bergsöe. Tidigare smälte man hela batterier, pluckade ut bly och brände plasten.

Nu separeras plasten från batterierna innan de smälts ner.

– Det minskar miljö- och klimatpåverkan och ökar kapaciteten i ugnen så att vi kan återvinna plast och mer batterier.

I plastseparationsanläggningen bryter en hammarkvarn först sönder batterierna. Eventuell blypasta tvättas bort och återvinns, innan plast och större bitar av bly separeras i en vattentank. Plasten omvandlas till plastgranulat som kan bli användas till nya plastprodukter. Blyet raffinerats vidare i andra processer.

I Bergsöe i Landskrona återvinns bly ur gamla bilbatterier. Det ger 50 miljoner ton bly per år.



slängd elektronik

För framtiden tittar man på olika möjligheter att öka återvinningsportföljen.

- Vi strävar efter maximalt utnyttjande av resurser och begränsning av miljöpåverkan och är öppna för dialog med industriella och akademiska samarbetspartner. ■



HENRIK THUNMAN, PROFESSOR OCH CHEF FÖR AVDELNINGEN FÖR ENERGITEKNIK VID CHALMERS.

Med rätt kravprofil blir plast en attraktiv råvara

Ryggmärgsreaktionen är att minska användningen av plast i samhället. Men det är att angripa symtomen, istället för roten till problemen. Vi måste sätta upp en kravprofil för polymera material, så att de kan produceras resurseffektivt till låg kostnad och skapa cirkulära system så att de kan återanvändas utan att ta ändliga resurser i anspråk. Plast ska vara en attraktiv råvara i ett oändligt kretslopp, skriver professor Henrik Thunman.



Miljökonsekvenserna av dagens plastanvändning har fått allt större uppmärksamhet. Gigantiska öar av plast flyter omkring i våra hav, nedskräpningen av kustområden blir allt värre och kunskapen om mikroplastens påverkan på det marina djurlivet ökar. Världens höginkomstregioner har lämnat ett oerhört arv efter sig. Samtidigt har den globala tillväxten flyttat det huvudsakliga läckaget av plast till låginkomstregioner, där fortfarande två miljarder människor lever utan fungerande system för avfallshantering.

Ryggmärgsreaktionen är att minska användningen av plast i vårt samhälle. Men den utgår från hur vi i dag värderar och använder dessa material. Att minska användningen är därför att angripa symtomen istället för roten till problemet. Problemet är inte plast och andra polymera material, utan samhällets oförmåga att skapa system som gör att material får ett värde efter dess primära användning.

Vi måste därför frigöra oss från vår begränsande världsbild och sätta upp kravprofilen för de material som ska bygga vårt framtida hållbara cirkulära samhälle. Kravbildens utmärks av att materialen kan produceras resurseffektivt, till låg kostnad, kan möta samhällets olika behov av material med olika egenskaper samt vara tillgängliga för alla jordens invånare oavsett inkomstnivå. För att göra materialen uthålliga och cirkulära krävs att de kan möta en ökad användning utan att ta ändliga resurser i anspråk. Och när materialen tjänat ut ska de vara en attraktiv råvara för att producera nya material i ett oändligt kretslopp.

Tar vi till oss denna kravprofil blir slutsatsen att syntetiskt producerade material uppbyggda av kol- och väteatomer mer eller mindre är de enda material som kvalificerar sig. Det innebär plast och andra polymera material. Anledningen är att dessa material bryts ner mycket långsamt, vilket betyder att allt material kan

återvinnas och ges egenskaper som gör att de i stort sätt kan möta alla behov vi kan föreställa oss. Dessutom kan vi täcka ett ökande behov med plast som finns lagrad i vårt samhälle, till exempel på soptippar eller öar av skräp i havet.

Om mängden plastavfall inte är tillräcklig, är det naturligt att komplettera detta med biomassa som först har utnyttjats som material i sin ursprungliga form. Alternativet är att täcka expansionen genom att producera plast och andra polymera material via elektrolys och syntes av koldioxid och vatten som fångas in direkt från luften med förnybar el som energikälla. Koldioxiden och vattenånga som en vuxen människa andas ut under dag skulle räcka till att producera ungefär 25 plastbärkassar.

För att skapa en cirkulär användning måste kolet som är lagrat i material ses som just råvara för nya material och inte som bränsle. Och absolut inte något som vi bara kan deponera kontrollerat eller okontrollerat i vår natur. Följaktligen måste vi följa ambitionerna i avfallshierarkin som är implementerad i EU:s avfallsdirektiv och även återfinns i FN:s hållbarhetsmål.

För de stora petrokemiska fabriker, där våra plaster och polymera material produceras, betyder detta att de måste byta råvara. Biflöden från olje- och gasindustrin måste ersättas av biflöden från samhället i form av plastavfall och biomassabaserat avfall. Ett byte som innebär flera stora utmaningar.

Den första är skalan på dessa anläggningar. Ett typiskt petrokemiskt industriellt kluster behöver mer än 1 miljon ton råvara årligen. Detta kan jämföras med den totala mängden plastavfall i Sverige som är i storleksordningen 1,7 miljoner ton per år. Den andra stora utmaningen är att skapa tekniska lösningar som kan återvinna material med en så hög återvinningsgrad att avfallsflödena räcker för att driva systemet.

Ser vi till den första utmaningen har vi under de senaste årtiondena tagit viktiga steg. Här har vi framför allt i norra Europa gått före genom att aktivt sortera ut plast ur våra avfallsströmmar. Detta är en förutsättning för en omställning till ett cirkulärt samhälle. I dag återvinns runt 7 procent av det globala plastavfallet till nya produkter.

Denna återvinning bygger dock i huvudsak på mekanisk återvinning. I en sådan används mer eller mindre sofistikerade tekniska system för att sortera ut olika plaster och omvandla de renaste fraktionerna till granulat av olika kvalitet. Granulat blir sedan råvara för nya produkter med begränsade kvalitetskrav. För att förbättra situationen höjs kvaliteten på granulatet ofta genom inblandning av olika mängder jungfrulig plast.

Plast och de polymera material som produceras via mekanisk återvinning kommer alltid vara av lägre kvalitet än de som bygger på jungfruliga material. En stor andel plaster, till exempel hårdplaster går dessutom inte att återvinna på detta sätt. För de material som kan återvinnas går det inte att återskapa den stora bredden av olika egenskaper som jungfrulig plast och andra polymera material erbjuder. Dessa återvinningsmetoder bidrar således till en längre livslängd och

«Vi måste därför frigöra oss från vår begränsande världsbild och sätta upp kravprofilen för de material som ska bygga vårt framtida hållbara cirkulära samhälle.»

minskat behov av jungfruligt material, men inte till cirkularitet.

En ytterligare begränsning med denna typ av återvinning är småskaligheten. Lösningarna kan endast dra begränsad nytta av de skalfördelar som gör att dagens produktion av jungfrulig plast och andra polymerer kan förse världen med en nästan oändlig mängd avancerade material till lågt pris.

För att skapa en cirkulär och resurseffektiv produktion av framtida material måste dagens återvinningstekniker kompletteras. Här kommer de kemiska återvinningsteknikerna in. Det är metoder som antingen kemiskt löser upp materialet eller termiskt bryter ned det. Det finns många olika lösningar. De som tillämpas i dag är främst småskaliga. För att vara ett reellt alternativ för omställningen av de existerande storskaliga petrokemiska fabriker, måste regelverk som säkerställer råvarutillförseln och nya tekniska lösningar utvecklas.

För existerande storskaliga petrokemiska fabriker finns två huvudspår. Närmast i tiden ligger att omvandla plasten till en drop-in råvara som direkt kan blandas med dagens råvara till existerande ångkrackrar. Det innebär en process där dagens råvara hastigt värms upp till mellan 700 och 850 grader i en ångatmosfär vid atmosfärstryck. Sedan kyls den snabbt ned för att producera främst eten, propen och bensen. Dessa ämnen är basen för den stora volymen av produkter i petrokemiska fabriker som producerar plaster och polymera material. Det andra spåret är att ta fram nya ångkrackningsprocesser som tillåter ett byte av råvaran till plastavfall och biomassabaserat avfall.

Under det senaste året har flera projekt för att producera drop-in råvara startas. De flesta är baserade på pyrolys av termoplaster (samma plaster som lämpar sig för den mekaniska återvinningen) i decentraliserade, relativt små anläggningar. I denna process värms plasten upp till cirka 500 grader och bildar en olja och permanenta gaser (cirka 20 procent av ingående energi). Gasen bränns för att förse processen med värme och släpper samtidigt ut koldioxid i atmosfären. Drivkraften för dessa satsningar är främst att producera ett drop-in drivmedel för dieselbränslen. Endast en mindre del blir en drop-in råvara till ångkrackrarna för de petrokemiska klustren.

I dagens samhälle är detta ett attraktivt återvinningsalternativ. Men ser vi det ur ett uthålligt cirkulärt perspektiv är det svårare att försvara: bara 20–30 procent av ingående råvara går till den petrokemiska industrin och endast 40–50 procent blir byggstenar för nya plaster. Återvinningsgraden till ny plast och polymerer begränsas därmed till mellan 10–15 procent. En pyrolyslösning för de petrokemiska industrierna i Stenungsund skulle behöva mellan 5–10 miljoner ton plastavfall för att täcka sitt framtida behov. Detta kan jämföras med omkring 1 miljon ton som är det teoretiska behovet.

För att skapa ett rimligt framtida råvarubehov för existerande storskaliga petrokemiska fabriker i ett framtida cirkulärt samhälle, måste nya processer utvecklas som ger högre återvinningsgrad och kan hantera en bredare råvarubas. En möjlig nyckelprocess är utvecklingen av nya ångkrackrar som klarar avfall från alla typer av plast, polymera material och biomassa. Processen måste kompletteras med processer för koldioxidavskiljning och sådana som kan hantera och syntetisera biflöden med hjälp av förnybar el.

Sommaren 2019 presenterade en forskargrupp från Chalmers i en vetenskaplig publikation i Sustainable Materials and Technologies hur detta ska gå till. Kopplade fluidbäddar används för att ångkracka olika plastfraktioner och biomassa för att värma



Photo: SHUTTERSTOCK

processen för att bredda råvarubasen och samtidigt möjliggöra nettonegativa koldioxidutsläpp till atmosfären.

I denna teknik används ett fast bäddmaterial i form av sand för att transportera värmen till krackningsprocessen i en reaktor. Samtidigt transporterar bäddmaterialet bort de olika föroreningar och koks som bildas till en andra reaktor, där det värms upp och regenereras. Processen liknar en FCC-process (Fast Catalytic Cracking) som används för att öka produktionen av bensen i ett oljeraffineri. Den har kombinerats med lösningar från sopförbränningsanläggningar som använder fluidiserade bäddar, samt erfarenheterna från förgasning av biomassa i GoBiGas-projektet i Göteborg. Där användes ett motsvarande kopplat fluidbäddsystem för att industriellt tillverka avancerade biodrivmedel från skogsavfall.

Utvecklingen har skett i Chalmers unika anläggning för att studera industriella fluidbäddprocesser. Denna har tidigare bidragit till utvecklingen och kommersialiseringen av fluidiserad bäddförbränning och fungerade som pilotanläggning i GoBiGas-projektet. Försöken som genomförts har gjorts i skalan 4,8 ton polyeten per dag (motsvarar vikten av 250 000 plastbäckar, en kommersiell anläggning skulle behöva vara cirka 100 gånger större). Resultaten visar att den föreslagna tekniken skulle vara både tekniskt och ekonomiskt möjligt att implementera i existerande petrokemisk industri. Därmed har den mycket goda förutsättningar att bidra till att skapa en petrokemisk industri för ett framtida hållbart cirkulärt samhälle.

Sugen på internationella studier? Sök utlandsstipendium från Hans Werthén Fonden

Har du tänkt vidareutveckla dig utomlands, är cirka 25–35 år, har en akademisk examen lägst på masternivå men gärna doktorsexamen, företrädesvis inom områdena teknik/naturvetenskap eller ekonomi/juridik? Då kan du söka ett stipendium från Hans Werthén Fonden vid Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA.

Gå in på www.iva.se/om-iva/stipendier-och-priser/
eller kontakta *Alicia Parvin*, telefon 08-791 29 38
eller e-post alicia.parvin@iva.se.

Ansökningsportalen är öppen till den 2 mars 2020.

Hans Werthén Fonden ger varje år till ett femtontal högskoleutbildade yngre personer stipendier inom för näringslivet viktiga områden för cirka ett års vetenskapligt arbete på postdoc- eller doktorandnivå, MBA- eller LL.M-studier i en kvalificerad internationell miljö. Stipendiet är på 100 000–200 000 kronor.



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

Marie Johansson, professor i byggt teknik vid Linnéuniversitetet, arbetar med inriktning mot trämaterial och träbyggande. Hon är också senior forskare på Rise inom träbyggande och boende. Marie Johansson har haft flera ledningspositioner, bland annat på Linnéuniversitetet och Rise. Förutom vetenskapliga publikationer har hon också författat läro- och handböcker.



Lena Hagman, ekonom och utredare på Teknikföretagen där hon särskilt analyserar den internationellt konkurrensutsatta sektorn. Lena Hagman har lång erfarenhet av att göra konjunkturprognoser och ekonomiska analyser samt att förmedla dem till allmänheten. Hon har varit konjunkturanalytiker på Industriförbundet och finansdepartementet och chefekonom på Statistiska centralbyrån, TCO och Almega.



Eva Mörk är professor i nationalekonomi på Uppsala universitet sedan 2011. Samtidigt har hon varit knuten till Uppsala Center for Fiscal Studies och Uppsala Center for Labour Studies. Eva Mörk har varit rådgivare till finansdepartementet och är ordinarie medlem i priskommittén som utser Sveriges Riksbanks pris i ekonomisk vetenskap till Alfred Nobels minne.



Per Josefsson är en av entreprenörerna bakom och mångårig ägare till Brummer & Partners, en av de första och mest framgångsrika hedge-fonderna i Europa – med ett förvaltad kapital i dag överstigande 100 miljarder kronor. Per Josefsson är mecenat och styrelseledamot i olika sammanhang. Han är ordförande i Handelshögskolan i Stockholms Art Initiative Advisory Board.



Sylvia Schwaag Serger, professor och prorektor för Lunds universitet, är ledamot i regeringens innovationsråd. Hon har osedvanlig kunskap och kompetens inom forsknings- och innovationspolitik. Det gäller nationellt, inom EU och OECD och i övrigt internationellt med särskild insyn och insikt i kinesisk policy. Sylvia Schwaag Serger har doktorerat vid London School of Economics and Political Science.



Signhild Arnegård Hansen, styrelseordförande, grundade 1991 tillsammans med maken Michael Hansen Svenska Lantchips. I dag har företaget produktion i Sverige, Belgien och USA samt försäljning i flera länder. Hon har varit mycket aktiv vid sidan av sitt företagande. Bland annat som såväl vice ordförande som ordförande för Svenskt Näringsliv.



Jan-Olof Jacke, vd Svenskt Näringsliv, har sedan 1999 innehaft flera framskjutna positioner inom Astra Zeneca, bland annat som chef för bolagets globala finans- och inköpsorganisation. År 2013 tillträdde han som vd för den svenska delen av Astra Zeneca. Han är ordförande i Ung Företagsamhet och engagerad i organisationen Mentor som vill skapa vuxna förebilder för ungdomar. Jan-Olof Jacke är vidare förste vice ordförande i styrelsen för Alecta, vice ordförande i styrelsen för Svenska Mässans Stiftelse, ledamot i styrelsen för ICC Sverige och ledamot i styrelsen för Institutet för Näringslivsforskning.



Anne Lidgard, direktör och senior rådgivare på Vinnova, har en bakgrund inom näringslivet från såväl större företag (Ericsson, AT&T) som entreprenörsföretag (Geoworks, Celltribe). 2006 anställdes hon av Vinnova. Mellan 2012 och 2018 startade Anne Lidgard upp och drev Vinnovas kontor i Silicon Valley och var medgrundare till The Nordic Innovation House i Palo Alto, som nu även finns i New York, Singapore och i Hong Kong. Under tiden i USA var hon gästforskare på Stanford kopplad till Wallenberg Research Link. Hon har tidigare varit medlem i IVA:s Näringslivsråd och är styrelseledamot i Rymdstyrelsen samt ordförande i ett av SCB:s användarråd. Anne Lidgard är Tekn dr. i fysik från KTH.



Peter Berg, Director of Knowledge for Paper & Forest Products Practice vid McKinsey & Company, leder och organiserar expertstödet till det närmare 100-talet skogs näringsrelaterade projekt, som McKinsey genomför för olika uppdragsgivare runt om i världen. Han är civilingenjör i teknisk fysik från Uppsala universitet och Master of Science i Materials Engineering från University of Houston, Texas. Han har dessutom en MBA från INSEAD i Fontainebleau, Frankrike.



Johan Eklund, professor, rekryterades år 2012 till forskningsinstitutet Entreprenörskapsforum som forskningsledare för att 2015 tillträda som vd. Han är även kopplad till Indiana University, Institute for Development Strategies (IDS) vid O' Neill School of Public and Environmental Affairs i USA. Johan Eklund är professor i nationalekonomi vid JIBS, en tjänst som han upprätthåller på deltid, liksom en professur sedan 2016 i industriell ekonomi vid Blekinge tekniska högskola.



Martin Gren, styrelseledamot i Axis AB, grundade tillsammans med Mikael Karlsson och Keith Bloodworth Axis Communications, där han var den produktinriktade teknikutvecklaren. Bolaget har över 3 500 anställda i 50-talet länder. Sedan 2015 är tidigare utvecklingspartnern Canon majoritetsägare i bolaget. Martin Gren är också ledamot av styrelserna för bland annat Proact, Askero Sagoboks Förlag och Grenspecialisten.



Nya ordförande i IVA-avdelningar

Vid årsskiftet fick fyra IVA-avdelningar nya ordförande:

Catharina Modahl Nilsson, FoU-chef

på Permobil, avdelningen för Maskinteknik (I),

Pontus Johnsson, professor i nätverk och systemteknik på KTH, avdelningen för Elektroteknik (II),

Fredrik Laurell, professor i fysik med inriktning mot laserfysik och fotonik på KTH, avdelningen för Teknikens grunder och gränsområden (VII) och civilingenjör

Ulf Wahlberg avdelningen för Informationsteknik (XII).

Torbjörn Holmström, Senior Advisor på AB Volvo, är från årsskiftet ny ordförande för IFG. Ledarskapsprogrammet består av 15 exklusivt utvalda personer som är ledare för forskning och utveckling inom sina företag och organisationer. Medlemmarna i gruppen rekommenderas av IVA-ledamöter och väljs för tre år. Ryggraden i verksamheten är studiebesök på deltagarnas företag och organisationer under de tre åren. En annan viktig del är en årlig veckolång studieresa utomlands. IFG grundades 1970 och det finns fler än 150 alumner.

Ny ordförande för IFG

Torbjörn Holmström, Senior Advisor på AB Volvo, är från årsskiftet ny ordförande för IFG. Ledarskapsprogrammet består av 15 exklusivt utvalda personer som är ledare för forskning och utveckling inom sina företag och organisationer. Medlemmarna i gruppen rekommenderas av IVA-ledamöter och väljs för tre år. Ryggraden i verksamheten är studiebesök på deltagarnas företag och organisationer under de tre åren. En annan viktig del är en årlig veckolång studieresa utomlands. IFG grundades 1970 och det finns fler än 150 alumner.

Ulla Sandborgh har fått i uppdrag av regeringen att samordna arbetet med näringslivets vattenhushållning. Målet är att främja ett ansvarsfullt nyttjande av landets vattenresurser. Sverige har en vattenkrävande industri och ett jordbruk där vatten är en viktig resurs. Regeringen vill ha en ökad dialog med näringslivet inklusive jordbruks- och livsmedelssektorn i syfte att främja erfarenhetsutbyte och samverkan.

Samordnar landets vatten

Samordnar landets vatten

Generaldirektör **Ulla Sandborgh** har fått i uppdrag av regeringen att samordna arbetet med näringslivets vattenhushållning. Målet är att främja ett ansvarsfullt nyttjande av landets vattenresurser. Sverige har en vattenkrävande industri och ett jordbruk där vatten är en viktig resurs. Regeringen vill ha en ökad dialog med näringslivet inklusive jordbruks- och livsmedelssektorn i syfte att främja erfarenhetsutbyte och samverkan.

Samordnar landets vatten

SVENSK FORSKNINGSPOLITIK

Nästa proposition för forskning blir bredare

Till hösten lägger Matilda Ernkrans en proposition om svensk forskning och innovation på riksdagens bord. Men den högre utbildningens koppling till forskning är också viktig anser hon.



Matilda Ernkrans, minister för högre utbildning och forskning, påtalade vikten av att fri forskning och att hitta lösningar på de stora samhällsutmaningarna går hand i hand.

– **Forsknings- och utbildningspolitik** hänger ihop, sa Matilda Ernkrans, minister för högre utbildning och forskning, vid ett välbesökt seminarium om svensk forskningspolitik, arrangerat av IVA och utbildningsdepartementet.

Den forsknings- och innovationsproposition som regeringen ska presentera till hösten kommer, enligt ministern, att innehålla nya satsningar.

– Det är viktigt att värna den fria forskningen, men också forskning som har målet att hitta lösningar på de stora samhällsutmaningarna. Det är ett paraply som ska hållas över forskningen. Och viktigare än någonsin.

Matilda Ernkrans framhöll att

samverkan mellan olika aktörer är betydelsefullt. Den svenska förmågan att samarbeta gör det också intressant för utländska forskare att söka sig till Sverige.

Tuula Teeri, IVA:s vd, varnade för risken att titta för mycket på alla rankingar som placerar Sverige mycket högt när det gäller såväl forskning som innovation.

– Rankingarna mäter förfluten tid. Och den internationella konkurrensen är oroande. Vi har fler forskare än många andra länder. Men även om vi satsar stora summor, så har varje forskare inte så höga anslag, sa hon.

Dessutom är bara två av de svenska universiteten, Karolinska institutet och Lunds universitet, bland de hundra bästa i världen.

Det finns, påpekade Tuula Teeri, fler i Nederländerna.

– Kanske kan vi lära oss något därifrån.

KVA:s ständige sekreterare, Göran K. Hansson, påpekade att näringslivet svarar för 75 procent av satsningarna på forskning i Sverige. Staten står för resurserna till den fria forskningen.

– Men allt handlar inte om pengar. Det finns svagheter i kvaliteten här och där. Och många forskningsprojekt är underfinansierade. Vetenskapsrådet behöver mer resurser. Man ska inte underskatta forskarnas kreativa förmåga att formulera morgondagens problem, sa han.

Nästa proposition borde heta



Tuula Teeri.



Göran K. Hansson.



Linda Bell.



Johan Lundén.



”Forskning, högre utbildning och innovation”, anser Lars Hultman, vd för Stiftelsen för strategisk forskning.

– Kunskap är den gemensamma faktorn. Nu sprider vi resurserna alltför tunt. Vi måste kraftsamla och effektivisera. Flera departement måste hjälpa till. Sverige skulle kunna prestera bättre med ändamålsenlig ledning, styrning och uppföljning av våra universitet, sa han och påpekade att teknikvetenskaplig forskning är viktigt, men att tilldelningen av medel dessvärre har minskat.

Kompetensförsörjning är en kritisk fråga för teknikintensiva företag. Johan Lundén är CTO för Volvo Group.

– Våra medarbetare behöver hålla hög kvalitet. Jag tycker att det är oroande att genomströmningen på

ingenjörsutbildningarna är så låg. Vi försöker ta tillvara såväl talanger som kunskapen hos uppstartsbolag och den inom akademien. Partnerskap krävs för att klara den nödvändiga omställningen, sa han.

Aven mindre högteknikföretag är i stort behov av spetskompetens. Mohammed Homman är vd för Vironova. Han framhöll bristen på disputerade svenska forskare som ett problem.

– Det lönar sig dåligt att doktorera och det saknas talanger. Men allt fler utländska forskare söker sig till Sverige. Vi måste ha fokus på alla begåvningar, oavsett varifrån de kommer. Vi måste ta bort alla hinder som kan ligga i vägen för dem, sa han.

PÅR RÖNNBERG

Sagt & gjort

CAMILLA MODÉER civilingenjör...

... har utsetts till hedersdoktor vid Lunds tekniska högskola. Under många år har hon engagerat sig i forskningscentrumet NanoLund. Bland annat genom att vara ordförande i NanoLunds referensgrupp och att aktivt delta i vetenskapliga årsmöten och nätverksträffar. Camilla Modéer ger också LTH feedback i den pågående fundraisingkampanjen för det nya Lund Nano Lab och har förmedlat värdefulla



kontakter. Tidigare var hon styrelseledamot i LTH, var med och bildade Vetenskap och Allmänhet och var dess första generalsekreterare.

JAN FRYK skoglig doktor...

... har valts till preses för KSLA under åren 2020–2023. Han var ledamot av akademikollegiet 2006–2009, har varit interntrevisor inom akademien sedan 2010 och är KSLA:s representant i The Marcus Wallenberg Foundation. Han var verkställande direktör i Skogforsk under åren 1992–2015. Vid sidan om detta har han förvärvat omfattande erfarenhet av arbete i styrelser



och rådgivande organ av varierande karaktär, liksom av internationellt skogligt FoU-samarbete på ledningsnivå.

ANNA DREBER ALMENBERG professor...

... vid Handelshögskolan i Stockholm har tilldelats Assar Lindbeck-medaljen för 2019. Hennes forskning ligger inom det beteendekonomiska fältet och forskningsansatsen är experimentell. Ett av hennes främsta bidrag är att som en drivande forskare i flera internationella projekt med syfte att systematiskt



undersöka och förbättra den experimentella forskningens tillförlitlighet.

HANS STRÅBERG civilingenjör...

...har tilldelats Guldklubban 2019 för förtjänstfullt ordförandeskap i Atlas Copco. Genom sitt ordförandeskap har han genomfört flera viktiga förändringar och vägval. Bland annat har Stråberg varit involverad i framgångsrika förvärv och avyttringar. Guldklubban är en årlig utmärkelse instiftad av Deloitte och Styrelseakademien och delas ut i



två klasser: en för noterade bolag och en för onoterade bolag.

Snabbtåget tar upp kampen med flyget

För trettio år sedan började SJ köra X 2000 i kommersiell trafik mellan Stockholm och Göteborg. På några år kom det nya snabbtåget att kapa åt sig merparten av resandet mellan de två städerna. I dag är X 2000 ryggraden i SJ:s fjärrtrafik.

TEXT: ERIK MELLGREN FOTO: BJÖRN KARLIN/TT-NYHETER

Den 4 september 1990 lämnar det första reguljära X 2000-tåget Stockholms Central mot Göteborg. Passagerarna har hälsats välkomna ombord av personal som väntat vid ingångarna, de får mat serverad direkt vid sittplatserna, man kan välja mellan tre olika kanaler i hörlurarna och dessutom har vagnarna luftkonditionering. För att locka affärsresenärer att pröva tåget har SJ skickat ut ett stort antal inbjudningar som kan omvandlas till gratis platsbiljetter. Det märks att SJ vill att det nya snabbtåget i första hand ska konkurrera med inrikesflyget.

Starten är dock rätt trevande, med bara sex förbindelser i veckan, varannan dag från Stockholm till Göteborg, varannan i andra riktnigen. Dessutom är restiden än så länge tre och en halv timme. Det ska

dröja till sommaren 1992 innan banupprustningen kommit så långt att tågen kan köra sträckan på 2 timmar 59 minuter.

Ett skäl till den glesa tidtabellen är att Asea hittills bara levererat ett enda av de tjugo beställda tågsätten. Resten av tiden används bland annat för att utbilda tågpersonalen. SJ har inte råd att göra som i Tyskland, där Deutsche Bahn avvaktar med att dra igång sina ICE-snabbtåg tills hela den första serien är levererad. X 2000-trafiken måste igång och ge intäkter så snabbt som möjligt.

Utvecklingen av tåget hade börjat tjugo år tidigare i samarbete mellan SJ och Asea. Då var SJ:s persontrafik sedan länge på tillbakagång, den hade sjunkit till cirka 4 miljarder personkilometer jämfört med drygt 6,5 miljarder i början av femtioalet. Långt upp i både SJ:s och Aseas ledningar

fanns tvivel på järnvägens förmåga att konkurrera med bilar och flyg för persontrafik, och om det var någon idé att satsa på snabbare tåg.

De första försöken gjordes med motorvagnståget X 3015, ett av Stockholms pendeltåg som skadats vid en urspårning. Kanske kan man kalla det för ett slags gräsrotsprojekt med mycket begränsad ekonomi som drevs av entusiastiska medarbetare. Utgångspunkten var att ett svenskt snabbtåg, till skillnad mot exempelvis franska TGV och japanska Shinkansen, måste kunna köra på befintliga banor. De ”mjuka” radialstyrda boggierna som Asea utvecklat för pendeltågen gav mindre sidokrafter på rälsen än tidigare stela boggierna, därför kunde de växlas upp för högre hastigheter utan risk för urspårning.

För att resan då inte skulle bli för obe-



Hösten 1990 är det premiär för SJ:s snabbtåg X 2000 på sträckan mellan Stockholm och Göteborg. Men starten är rätt trevande, med bara sex förbindelser i veckan. Skälet till den glesa tidtabellen är att tillverkaren Asea hittills bara levererat ett enda av de tjugo beställda tågsätten. Dessutom är restiden än så länge tre och en halv timme mellan städerna.

kväm för passagerarna behövde vagnarna luta inåt i kurvorna. X 3015 byggdes om för lutning av SJ:s maskinverkstad och fick uppväxlade drivboggier från Asea. Under provperioden sattes bland annat ett nytt hastighetsrekord, 222 km/h.

Men den tekniska utvecklingen började på allvar först med nästa generations provtåg, X 15. Det bestod av ett skrotfärdigt motorvagnssätt byggt 1948, som parats ihop med motorboggier för höga hastigheter och provkördes i olika versioner mellan 1975 och 1982. Spårkrafterna registrerades med ett måthjul utvecklat av SJ. Med X 15 testades olika lösningar för lutning av vagnarna och styrning av strömavtagare med mera. Under provperioderna hade själva provtåget sällskap med en mätvagn, en reservdelsvagn samt en utrangerad sovvagn där provpersonalen fick övernatta.

Fortfarande fanns en tveksamhet inför snabbtåg inom delar av järnvägsledningen. Men prova på-turer med X 15 hjälpte till att bryta motståndet. Även garvade järnvägsdirektörer fascinerades när hastighetsmätaren gick upp över tvåhundra knyck längs provsträckorna. Dessutom var det tydligt att snabbtåg gett järnvägen ett uppsving i andra länder. Bengt Furbäck, som efterträtt Lars Peterson som SJ:s generaldirektör 1978, var starkt för en satsning på snabbtåg, som ett sätt att möta även framtida utmaningar.

Asea hade dock svårt att uppfylla SJ:s krav på att tågen skulle kunna klara sträckan Stockholm – Göteborg på under tre timmar liksom Malmö – Stockholm på under fyra timmar. Efter två förkastade offerter lade Asea fram ett tredje förslag, nu med asynkronmotorer i drivenheten. Det gav högre effekt i förhållande till vikten jämfört med tidigare motorer och simuleringar visade att körtidskraven kunde uppfyllas med en minut till godo för vardera sträckan. SJ antog offerter och beställningen på 20 tågsätt skrevs under i augusti 1986.

I dag är X 2000-tågen inte längre ett exklusivt färdmedel för affärsresenärer utan SJ:s vanligaste tåg i fjärrtrafiken. Den ursprungliga beräknade livslängden på 25 år är redan överträffad och efter en färsk upprustning och ombyggnad för 3,5 miljarder kronor kommer de att rulla många år till.

På premiärsträckan Stockholm–Göteborg står inrikesflyget numera för en långt mindre andel än snabbtågstrafiken. Framgångens pris är brist på spårkapacitet. Tågresa i Sverige, mätt i personkilometer, har mer än trefaldigats sedan 1970-talets bottennoteringar, medan längden på järnvägsnätet är ungefär densamma. Trängseln mellan snabbtåg och långsammare lokaltåg och godståg har gjort att både planerade restider och förseningar

»På premiärsträckan Stockholm–Göteborg står inrikesflyget numera för en långt mindre andel än snabbtågstrafiken. Framgångens pris är brist på spårkapacitet.«

börjat öka igen. Det gör att SJ och andra järnvägsföretag nu vill se den lösning, som en gång sågs som för dyr för Sverige, ett nät av separata höghastighetsbanor för att återigen ge järnvägen ett lyft. Då kan en resa mellan Stockholm och Malmö gå på två och en halv timme. På samma gång skulle det öka utrymmet för godstrafik på de gamla banorna rejält.

X 2000

Svenskt snabbtåg med vagnlutning.

Officiell SJ littera: X2

Normal topphastighet: 210 km/h (hastighetsbegränsning 200 km/h på svenska banor.)

Hastighetsrekord (med dubbla drivenheter) 276 km/h.

Export - ja, kanske



X 2000 visades upp på flera järnvägsmässor och testkördes i flera andra länder, men den enda exportordern blev ett tågsätt till Kina. Det köptes senare tillbaka till Sverige.

Däremot har tekniklösningar från X 2000 använts i flera andra tåg med helt eller delvist svenskt ursprung, till exempel Reginatågen och Öresundstågen.

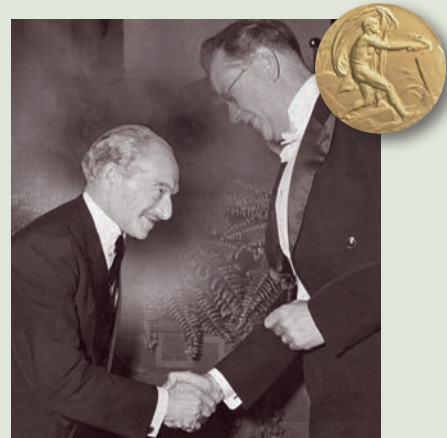
Utan prototyper

De datoriserade simuleringsmetoder som utvecklats hos Asea/ABB och SJ:s mätteknik ansågs vara så tillförlitliga att man inte behövde göra tester med ett prototypåg. Därför gick man till direkt serieproduktion av X 2000 när specifikationen var klar. Enda undantaget var en enstaka mellanvagn som ibland provkördes för att testa vinteranpassningen.

P3 i affärsklass?

Alla premiärresenärer var inte nöjda med X 2000. En insändare i Dagens Nyheter klagar över att maten serverades vid sittplatserna och det därför saknades restaurangvagn med bordsservering, dessutom ansåg han att stolsetena i det nya snabbtåget var ovanligt hårda och kändes som forna tiders träbänkar i tredje klass. Och inte nog med att skribentens skinkor miss-handlades, även hans öron utsattes för påfrestningar: "I en kanal utsänds radions P3. Tror SJ att förfallet bland affärsresenärerna gått så långt att de av radions utbud väljer P3?"

MEDALJER UR ARKIVET, 1949



Salomon Kasarnowsky tar emot guldmedaljen 1949 av Tage Erlander.

Staden präglas av hans broar

Diplomingenjören Salomon Kasarnowsky fick Ingenjörsvetenskapsakademiens guldmedalj 1949 för att ha konstruerat "märkliga broar" liksom för sina insatser för "beräkningsmetodernas utveckling".

Det är svårt att i dag tänka sig ett Stockholmspanorama som saknar Tranebergsbrons bågvalv, eller är utan den trafiktäta Sankt Eriksbron med sina dubbla plan som bär både biltrafik och tunnelbana. Och visst känns prismotiveringens karakteristik "märkliga broar" träffande när man ser Västerbrons drygt 600 meter långa stålbage sträcka sig över Riddarfjärden mellan Kungsholmen och Södermalm.

Salomon Kasarnowsky medverkade som konstruktör för såväl Tranebergsbron som Västerbron, två bågbroar som när de byggdes satte rekord i spännvidd. Då hade han utvecklat nya beräkningsmetoder som gjorde det möjligt att förverkliga arkitekternas visioner. Enligt den mer utförliga prismotive-

"Han medverkade som konstruktör för såväl Tranebergsbron som Västerbron, två bågbroar som när de byggdes satte rekord i spännvidd"

ringen var han en av de första som "beaktat och utnyttjat" vridstyvheten hos armerade betongkonstruktioner. Men var också upphovsman till allmänt använda formler för ekonomisk dimensionering av stålballar.

Dessutom var Kasarnowsky medkonstruktör när Sankt Eriksbron breddades, förstärktes och fick ett undre broplan i mitten av 1930-talet. Ombyggnaden gjordes samtidigt med att bron hela tiden var öppen för trafik.

Salomon Kasarnowsky var född 1887, tog sin examen vid ETH i Zürich 1910 och verkade både Schweiz och Ryssland innan han anställdes som konstruktör av Stockholms hamnstyrkelse strax efter första världskriget. 1941 utsågs han till professor i brobyggnad vid Kungliga Tekniska Högskolan.

ERIK MELLGREN



Möten med guldkant.

Vår vackra Bankettsal inbjuder till möten av alla de slag.

Frukostseminarium, lunchpresentation eller kvällsevent lämpar sig perfekt i den stilfulla miljön där inredningen i vitt och guld samsas med dignande kristallkronor. Runda bord, ståbord eller långbord – varje arrangemang är unikt och vi planerar in i minsta detalj för att skapa den bästa upplevelsen för dig som gäst.

Även om denna lokal har anor från sekelskiftet är alla enheter – från ljudanläggning och mikrofoner till projektorn och presentationsduken – den absolut senaste. Du kan även webbsända ditt möte för distansdeltagare om du vill! Sekelskifte möter hightec!

Men ett lyckat arrangemang består inte bara av fina lokaler. Det är många delar som spelar in för att skapa den perfekta helheten. Genom service, trygghet och tillgänglighet ger vi dig upplevelser att ta med dig och minnas, som till exempelvis den goda maten som kommer från Restaurang Grodan, belägen i samma fastighet. Välkommen!

Titta in på vår hemsida: www.ivakonferens.se eller kontakta oss på: konferens@iva.se



Konferenscenter

GREV TUREGATAN 16, STOCKHOLM
08-791 30 00



GRODAN