



Teknisk baksyn om svårigheter att förutse framtiden



Teknisk Framsyn

Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien
Närings- och teknikutvecklingsverket
Stiftelsen för Strategisk Forskning
Sveriges Industriförbund

Lars Olsson
April 1999

Förord

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av projektet *Teknisk Framsyn*. Syftet med studien är att belysa svårigheterna med att förutsäga teknikens framtida utveckling. Rapporten bör vara av värde för medarbetarna i projektet – den ger perspektiv på den egna rollen i arbetet och rubbar de normala tankecirklarna. Rapporten *Teknisk Baksyn* gör inga anspråk på att vara fullständig utan ska ses som en introduktion till området. En viktig inspirationskälla har varit det tal som Svante Lindqvist höll vid *Teknisk Framsyns* ”kick-off” den 18 januari 1999.

Lars Olsson har varit projektledare för projektet *Teknisk Baksyn* och han har också författat rapporten. Ett särskilt tack riktas till Lennart Elg, NUTEK, för många värdefulla kommentarer. Övriga personer som under arbetets gång kommit med tips och synpunkter, eller på annat sätt varit behjälpliga är: Göran Friberg, NUTEK; Hans Glimell, Göteborgs universitet; Jan Hult, Chalmers tekniska högskola; Arne Kaijser, KTH; Lennart Lundh, Försvarets materielverk; Nils Markusson, NUTEK; Pär Rönnerberg, IVA och Ralph Schroeder, Chalmers.

Göran Marklund
Teknikpolitiska analyser, NUTEK

*Den som inte också ser bakåt då hon
skall se framåt får en dag se upp!*

1. Bakgrund

Syftet med detta arbete är att belysa vad som begränsar människans förmåga att föreställa sig framtiden. Rapporten ska visa på vanliga misstag som begåtts i samband med förutsägelser och diskutera om det överhuvudtaget går att säga något om framtiden. Utgångspunkten är historiska studier av lyckade och misslyckade försök att förutse teknikens utveckling – främst inom områdena teknikhistoria och ekonomisk historia.

Arbetet gör inte anspråk på att fullständigt täcka in vare sig litteraturen på området eller de faktorer som bidrar till att förutsägelser lyckas mer eller mindre bra. Arbetet ska främst rubba invanda tankebanor och ge deltagarna i projektet *Teknisk Framsyn* perspektiv på sin egen roll i sitt framsynsarbete.

Rapporten inleds med en kort översikt över människans ansträngningar att skapa framtidsbilder. Därefter följer en genomgång av hur olika forskare, som med facit i hand analyserat tidigare förutsägelser, har sett på svårigheterna i att se framtiden. Vidare behandlas frågor såsom *Vilka har skapat visioner om teknikens utveckling under det senaste halvsekle?*, *Vilka har trott på dem?* och *Kan vi säga något om framtiden?* Avslutningsvis diskuteras de framkomna synpunkternas relevans för arbetet med *Teknisk Framsyn*.

Den som önskar fördjupa sig i ämnet efter att ha läst denna rapport hänvisas till litteraturen i kapitel 7 – *Noter*.

2. Önskan att kunna förutsäga framtiden

Människans önskan att kunna säga något om framtiden är inte ny. Historien bjuder på upprepade försök till förutsägelser av olika slag och som har haft olika syften. Vi finner bland annat exempel på framtidsbilder som tillkommit för att kritisera samtiden – exempelvis verk av Thomas More, Karin Boye och George Orwell – eller bilder som kan betraktas som en tankens lek – exempelvis verk av Jules Verne. Andra kategorier av bilder är religiösa profetior, tecken i naturen och historiska analogier. Framtidsbilderna har varit såväl hotbilder – *dystopier* – som visioner om en bättre framtid – *utopier*.¹

De mer organiserade framtidsstudierna växte fram efter det andra världskriget – främst i militärindustriella kretsar i USA. Därifrån spreds olika metoder för prognosverksamhet till den civila sektorn. Mot slutet av 1960-talet hade studiet av framtiden etablerat sig som en egen forskningsdisciplin med vetenskapliga ambitioner.² Tidskrifter startades i ämnet och konferenser anordnades runt om i världen. I många länder tog staten initiativ till att upprätta organisationer för framtidsforskning.

En kris som ytterst få lyckades att förutse var oljekrisen efter kriget mellan arabstaterna och Israel 1973.³ Detta undergrävde tilltron till framtidsstudier på många håll.

I Sverige arbetade Försvarsmakten med prognoser över den militärtekniska utvecklingen från mitten av 1950-talet.⁴ Mot slutet av 1960-talet ökade intresset för framtidsstudier bland civila organisationer och företag. IVA föreslog 1969 att ett institut för framtidsstudier skulle inrättas. IVA hade då haft en egen arbetsgrupp inom området i två år. Vid samma tid lämnades också flera motioner om framtidsstudier in till riksdagen. Regeringen tillsatte en arbetsgrupp för att utreda frågan under ledning av Alva Myrdal. Arbetsgruppen lämnade sitt betänkande år 1972 – *Att välja framtid* (SOU 1972:59). Betänkandet resulterade bland annat i att *Sekretariatet för framtidsstudier* inrättades året därpå. År 1987 övergick sekretariatet i *Institutet för Framtidsstudier*.

Teknikområdet finns inte oväntat bland de många områden som varit föremål för framtidsstudier. Frågor som behandlar teknikens framtida utveckling har varit centrala – inte minst inom rörelsen *technology assessment* som växte fram i USA på 1970-talet. Syftet med *technology assessment* är att i förväg försöka analysera vilka konsekvenser introduktionen av en viss teknik kan förväntas få. Utifrån denna kunskap ska det sedan vara möjligt att styra utvecklingen i önskvärd riktning och att undvika teknikens negativa effekter. *Technology assessment* översätts till teknikvärdering eller ibland till konsekvensanalys eller teknikbedömning. Teknikvärderingen har utsatts för kritik från många håll – inte minst från historiker. De ifrågasätter möjligheterna att bedöma de vidsträckta konsekvenserna av den tekniska utvecklingen.⁵

Internationellt har intresset för studier av framtidens teknik tilltagit under senare tid. Det svenska projektet *Teknisk Framsyn* kan ses som ett uttryck för detta ökade intresse.

3. Svårigheter med framtidsstudier

Flera forskare har studerat gångna tiders förutsägelser. Detta kapitel redogör för några principiella svårigheter med att förutsäga framtiden.

TOTAL FÖRÄNDRING

I epilogen till antologin *Imagining Tomorrow: History, Technology, and the American Future* tar Joseph Corn upp tre vanliga misstag i samband med förutsägelser.⁶ Det första felet – som han identifierar – är att förutsägelser ofta tenderar att måla upp en bild av alltför stora förändringar. Den nya tekniken tros komma att helt ersätta en existerande teknik inom ett visst område – ”total revolution”. Ett exempel är synen på atomkraften under 1940- och 1950-talen. Amerikansk press beskrev entusiastiskt hur denna till synes outtömliga och kostnadsfria energikälla helt skulle komma att ersätta traditionella energikällor.⁷ I artiklar beskrevs hur den tid skulle vara förbi då elektricitet produceras i storskaliga vattenkraftverk – i stället skulle människan få tillgång till små kompakta atomkraftaggregat – såväl på arbetsplatsen som i hemmet. De kompakta, små kraftaggregaten skulle också innebära att atomkraften kunde användas som drivkälla i fordon och farkoster, bland annat skulle mänskligheten begåvas med atomdrivna personbilar som aldrig behöver stanna för att tanka eftersom en liten tablett av atombränsle räcker bilens hela livslängd. Stora atomdrivna flygplan skulle ha plats för tusentals passagerare

och – liksom atlantångare – kunna erbjuda rymliga hytter. Med atomdrivna rymdfarkoster skulle människan erövra rymden.

Den nya energikällan skulle också kunna användas till att förbättra väderleken på jorden – till att smälta isberg, att göra nordliga hamnar isfria året runt och till att skapa hela luftkonditionerade städer i tropikerna. Den destruktiva förmågan hos tekniken, som visades så klart i andra världskrigets slutskede, skulle kunna bli nyttig i större byggnadsprojekt, bland annat genom att spränga bort hela berg. Det fanns långtgående planer i USA på att använda atomexplosioner för att spränga en ny Panamakanal. Projektet hade stöd i regeringen men förverkligades inte. Bland annat stupade det på att befolkningen i de berörda länderna i Centralamerika inte tilltalades av idén.

De människor som målade upp dessa storslagna visioner var oftast lekmän på området: vanligen journalister men ibland också höga statstjänstemän och politiker. Forskare var överlag betydligt mera skeptiska, något som vi ska återkomma till längre fram i denna rapport. Ett fel som lekmännen gjorde var att de inte kunde föreställa sig problemen med att utveckla atomkraften. De underskattade säkerhetsriskerna och överskattade enkelheten i att ta fram små och lätta aggregat.

Den stämning som rådde i slutet av 1940-talet och under det följande decenniet var också av betydelse i sammanhanget. Sovjetunionen sprängde sin första atombomb 1949 och ett framtida världskrig skulle förmodligen innebära att mänskligheten utplånades. Inte minst på officiellt håll i USA fanns en stark önskan att skapa en positiv motpol till undergångsstämningarna. Därför gjordes stora ansträngningar för att finna civila tillämpningar av atomkraften. Ett konkret uttryck för dessa strävanden var president Dwight D. Eisenhowers Atoms for Peace-program, som han lanserade i ett tal inför Förenta Nationernas generalförsamling i december 1953.

Corn poängterar att förutsägelser om total förändring ofta målar upp en bild av att förändringen kommer att gå ganska fort. I verkligheten tar det dock lång tid innan en ny teknik har blivit tillräckligt förbättrad för att kunna få en vid spridning. Något som också kan fördröja en ny tekniks segertåg är att äldre teknik tenderar att förbättras avsevärt, då den utsätts för konkurrens. Temat *tävlan mellan olika teknisklag* har bland andra berörts av Nathan Rosenberg.⁸ Ett exempel han tar upp är hur segelfartygen förbättrades och blev mer effektiva under 1800-talets senare hälft då de utsattes för konkurrens från de nya ångfartygen.

LÖSA GAMLA UPPGIFTER

Enligt Corn är det andra vanliga misstaget i förutsägelser att tro att ny teknik bara ska användas till att lösa gamla uppgifter – något som lätt blir fallet om historiska erfarenheter extrapoleras in i framtiden. De som har detta betraktelsesätt tenderar att tillmäta ny teknik mycket liten förändringspotential, i motsats till den förra gruppen. De inser inte att en viss teknik i ett annorlunda socialt sammanhang kan fylla helt nya funktioner.

Ett historiskt exempel är radion. I början av seklet sågs radion som en trådlös telegraf (*wireless*) för punkt till punkt-kommunikation när man inte hade tillgång till någon kabel, till exempel mellan ett fartyg och stationer på land. Den nya tekniken skulle således fungera som ett komplement till de befintliga telegrafsystemen.⁹ Vad man inte förutsåg var att denna trådlösa

telegraf inom ett par decennier skulle finna sitt viktigaste användningsområde som en envägs kommunikationskanal för underhållning, reklam och nyhetsförmedling – nu under benämningen radio.

Ett annat och mer aktuellt exempel är datorerna. De utvecklades ursprungligen för avancerade matematiska beräkningar. I svenskt språkbruk användes termen ”matematikmaskiner” långt in på 1960-talet för att beteckna datorer. De vetenskapsmän som under 1930- och 1940-talet konstruerade de första datorerna såg dem som vetenskapliga instrument – främst användbara i forskning eller för militära ändamål.¹⁰ Att tekniken skulle kunna få ett vidare användningsområde – med tillämpningar som ordbehandling eller spel – kunde de inte föreställa sig. Deras uttalanden om maskinernas begränsade framtida avsättningsmarknad blir då fullt förståeliga.

När datorpionjären och fysikern Howard Aiken vid Harvarduniversitetet i slutet av 1940-talet fick höra talas om planer på att kommersiellt tillverka datorer framhöll han att ett sådant projekt var dömt att misslyckas. Skälet var att hela USAs behov av beräkningar skulle kunna tillgodoses av fyra eller fem datorer, enligt Aiken. Före programmeringsspråkens tid var datorerna inte särskilt användarvänliga för personer utan djupa kunskaper i matematik, vilket också bidrog till att man underskattade datorernas framtida användningsområden.

TEKNIK SOM UNIVERSALMEDEL

Det tredje misstaget, som Corn nämner, är förknippat med synen att ny teknik skall fungera som ett universalmedel mot olika sociala problem. Utifrån detta betraktelsesätt förväntas den nya tekniken medföra stora förändringar och samtidigt stärka de sociala mönster och värderingar som existerar i samhället.

De överdrivna förväntningarna på vad den nya tekniken ska åstadkomma är ofta ett resultat av okunnighet om teknikens funktionssätt. Enligt Corn har dessa överdrivna förväntningar blivit vanligare under det senaste århundradet i takt med att tekniken i allt högre grad grundar sig på abstrakta och svårbegripliga vetenskapliga teorier. Corn konstaterar att amerikaner historiskt har föreställt sig att maskiner ska komma att stärka värderingar som delats av majoriteten av befolkningen – såsom demokrati, individualism, effektivitet, renlighet och familjesammanhållning. Att tekniken ofta setts som ett universalmedel för att skapa en bättre värld har också påpekats av Carolyn Marvin. Ett exempel är att vissa personer i början av 1900-talet trodde att den trådlösa telegrafens skulle göra människor mer upplysta och att den skulle bidra till säkerhet och fred.¹¹

SAMMANKOPPLING AV TEKNIKER

En annan forskare som berört de principiella svårigheterna med att säga något om framtiden är Nathan Rosenberg. I sin *Exploring the black box: Technology, economics, and history* lyfter han fram flera faktorer till varför det är så svårt att föreställa sig hur en särskild ny teknik ska komma att användas och spridas på marknaden.¹² En viktig faktor är att utvecklingen inom ett teknikområde ofta är beroende av utvecklingslinjer inom andra områden.

När lasertekniken såg dagens ljus på 1960-talet rådde stor osäkerhet om vad den kunde användas till. I takt med att fiberoptiken utvecklades framträdde dock ett viktigt användningsområde, nämligen telekommunikation.

Just de möjligheter som uppkommer då dessa två tekniker kombineras driver utvecklingen inom området i dag. Sådana oväntade kopplingar mellan olika tekniker är givetvis mycket svåra att förutsäga.

KOMPLETTERA EXISTERANDE SYSTEM

Rosenberg betonar att viktiga innovationer ofta lägger grunden till nya tekniska system. Det är dock ytterst svårt att föreställa sig ett helt nytt system. En naturlig följd är att man i stället ofta ser ny teknik som ett komplement till de system som redan existerar. Även Corn berör denna aspekt, men Rosenberg markerar tydligare den höga grad av systemmässighet som har genomsyrat tekniken under de senaste seklen. Utöver de exempel som vi också finner i Corns diskussion tar Rosenberg upp järnvägstekniken. Då den introducerades i USA på 1830- och 1840-talet sågs den som ett komplement till kanalsystemet. Således skulle järnvägen främst komma till nytta i bergiga områden där det är svårt att dra fram kanaler.

KÄRLEK TILL TEKNIKEN

Ytterligare en forskare som har studerat visioner om framtiden är Steven Schnaars. I *Megamistakes: Forecasting and the Myth of Rapid Technological Change* lyfter han fram flera skäl till att förutsägelser misslyckas. Underlaget för Schnaars studie är förutsägelser och framtidsstudier från främst 1950-, 1960- och 1970-talet. Med facit i hand konstaterar han att endast ca 20 procent av förutsägelsena har visat sig vara riktiga.

Enligt Schnaars är det vanligaste skälet till att försöken att förutsäga framtiden har misslyckats att siarna har varit alltför fascinerade av själva tekniken och dess möjligheter – och mer eller mindre förälskat sig i den.¹³ De har totalt försummat ekonomiska och marknadsmässiga aspekter som en följd av teknikförälskelsen. De har också vanligen begått misstaget att vara alltför optimistisk i sina förutsägelser och målat upp bilder av alltför stora förändringar. De har glömt att marknaden inte tillåter alla mirakulösa tekniska produkter att slå igenom. Schnaars betonar att även om vissa personer uppenbarligen trots motsatsen så är inte marknadstillväxt för en viss produkt given eller ens sannolik; faktum är att de flesta nya produkter misslyckas med att leva upp till förväntningarna. Några få exempel finns dock där produkter till och med har överträffat de mest optimistiska förväntningar – till exempel datorer, videoapparater och mikrovågsugnar. Men det är viktigt att komma ihåg att dessa exempel är sällsynta undantag.

TIDSANDAN

Schnaars diskuterar också förutsägelseernas tidsbundenhet. Han konstaterar att framtidsstudier från samma tidsperioder ofta fokuserar på samma saker. Ofta är de personer som är verksamma med förutsägelser genomsyrade av rådande tidsanda (*Zeitgeist*). Schnaars menar – i likhet med Corn – att framtidsvisionerna säger mera om samtiden än om framtiden som sådan.¹⁴ Varje tid har sin karaktäristiska tidsanda, vilken enligt Schnaars är ”marked by a predominant feature that characterizes the intellectual, political, and social trends of that era”.¹⁵ Det innebär bland annat att det finns en fokusering på vissa aktuella teknikområden. Exempel på teman som dominerat förutsägelser

från olika tidsperioder är atomkraften på 1950-talet, rymdkapplöpningen på 1960-talet och energifrågorna på 1970-talet.

Det stora problemet med att framtidsstudier är genomsyrade av tidsandan är att de personer som målat upp en bild av framtiden ofta tror att dagens viktiga frågor också ska vara morgondagens. Så är vanligen inte fallet.

PRIS OCH PRESTANDA

Nästa faktor bakom misslyckade förutsägelser är nära kopplad till faktorn ”teknikförälskelse” eller ”fascination för själva tekniken”. Schnaars kallar faktorn för ”price-performance failure” eller frånvaro av *cost-benefit-analysis*.¹⁶ Han konstaterar att det inte bara är förutsägelser av exotiska och fantasieggande teknikens utbredning som slår fel, utan också förutsägelser som rör mindre uppseendeväckande teknik. Problemet är att den nya tekniken är för dyr i förhållande till den nytta som användaren får sig till del. Man måste ställa sig frågor som *Erbjuder en viss produkt verkligen några fördelar jämfört med existerande teknik?* och *Finns det någon som är beredd att betala för produkten?*

Inte sällan har förutsägelser misslyckats på grund av att de har grundat sig på innovationer som inte erbjuder kunderna några egentliga fördelar och som dessutom är dyrare än den teknik de ska ersätta. Ett exempel är bildtelefonen, som spåddes en lysande framtid i slutet av 1960-talet. Den var dock dyr och gav inte kunderna något av verkligt värde; i de flesta fall var den vanliga telefonen fullt tillfredställande. Om man ändå ville se varandra, ville man förmodligen helst träffas i verkligheten.

Det är således av stor betydelse att de som försöker förutsäga framtiden genomför cost-benefit-analyser. De måste väga en viss tekniks nytta för användarna mot det pris som användarna får betala. Schnaars betonar att relativt få produkter misslyckas att slå igenom på grund av tekniska svårigheter – de misslyckas för att man inte begrundat marknadssituationen i tillräcklig utsträckning. En svårighet med att strikt tillämpa cost-benefit-analyser är dock att de flesta produkter är primitiva och dyra då de först ser dagens ljus. Frågan är hur snabbt produkten kan bli tillräckligt mycket billigare och bättre för att kunna konkurrera med de produkter som redan finns på marknaden. Vi ska återkomma till denna fråga längre fram.

SYMBOLISKA DRIVKRAFTER

Det är naturligtvis viktigt att i allt framsynsarbete beakta ekonomiska aspekter och genomföra cost-benefit-analyser. Samtidigt måste det framhållas att dessa aspekter inte alltid är avgörande – rationellt ekonomiskt tänkande är inte det enda som påverkar teknisk förändring.

Teknik är ofta ett resultat av andra överväganden än de ekonomiska, framhåller Svante Lindqvist i en artikel om problemen med teknikvärdering. Ett exempel är utvecklingen av raketekniken. Inte minst tyskarnas satsning på att tillverka V2-raketer under andra världskriget framstår som märklig eftersom raketerna inte var särskilt effektiva som vapen. Sprängkraften var måttlig och träffsäkerheten mycket dålig. Ändå satsades stora resurser på att ta fram och tillverka dessa vapen, konstaterar Lindqvist och ställer sig frågan *varför?* – en fråga som engelska underrättelsetjänsten ställde sig redan 1944. Lindqvist sammanfattar en hemlig rapport från underrättelsetjänsten till det engelska krigskabinetet och finner ett tänkbart svar:

... man måste söka orsaken i romantiska fantasier snarare än i rationella, ekonomiska bedömningar. Den 12 ton tunga raketerna – som dåande steg till väders, som nådde högre än människan någonsin tidigare nått, och som slog ned från himlen med en hittills oanad hastighet mot den försvarslösa och oförberedda fienden – utövade en sorts omvänd ”romantic appeal” för tyskarna.¹⁷

Lindqvist framhåller att ingen cost-benefit-analys hade kunnat motivera satsningen på V2-raketerna. Det avgörande i sammanhanget var dess symboliska betydelse för de tyska beslutsfattarna. Här finns också paralleller till det amerikanska rymdprogrammet under 1960-talet. Även om rymdprogrammet officiellt motiverades med dess vetenskapliga och tekniska nytta för mänskligheten, så var de viktigaste drivkrafterna symboliska och militära. Det handlade inte minst om att visa omvärlden att USA var den ledande nationen på det tekniska och vetenskapliga området. När målet – att vara först med att placera en människa på månen – var nått gick luften ur rymdprogrammet.¹⁸

Enligt Lindqvist försvåras arbetet med att förutsäga framtiden av att en stor del av all teknikutveckling sker inom den militära sektorn. Den nödvändiga kunskapen är inte ens i ett demokratiskt samhälle tillgänglig för personer som arbetar med framtidsstudier.

4. Aktörerna – lekmän och experter

Vem förde fram alla storslagna visioner om framtiden och vem trodde egentligen på dem? De flesta människor trodde faktiskt på de framtidsvisioner som publicerades i tidningar och tidskrifter, hävdar både Corn och Schnaars. De framhåller dock att åtskilliga var skeptiska.

Otillräckliga tekniska och vetenskapliga kunskaper har ibland bidragit till alltför optimistiska förutsägelser. I förlängningen betyder detta rimligen att personer utan djupare kunskaper på området i större utsträckning än experter trott på framtidsvisionerna.

EXPERTERS SYN PÅ FRAMTIDEN

För att belysa hur experter kan reagera på förutsägelser om teknikens utveckling kan vi åter knyta an till atomkraften. Många vetenskapsmän framhöll i slutet av 1940-talet att visionen att förse bilar, lokomotiv och villor med små atomkraftsaggregat för energiproduktion var helt orealistisk – inte minst på grund av strålningsfaran. En fysiker konstaterade att ingen skulle ha något behov av en personbil som kan drivas ett helt år på en liten tablett uran 235 eftersom det räcker att vistas i bilen i fem minuter för att få en dödlig strålningsdos.

Det faktum att experter ibland har haft en ganska realistisk uppfattning om olika förutsägelser potential får inte förläda oss att tro att alla vetenskapsmän och ingenjörer med klar blick sett vad som varit troliga framtida utvecklingslinjer. Ett exempel är synen på atomkraftsdriven sjöfart bland svenska varvsingenjörer på 1950-talet. Av alla planer på att utnyttja atomenergin som drivkälla i fordon eller farkoster var det endast tillämpningen till sjöss som i någon utsträckning kom att förverkligas. Stora satsningar gjordes

också på att ta fram atomdrivna bombplan i USA men då president Kennedy i början av 1960-talet lade ned projektet hade de ännu inte kommit långt¹⁹.

Redan 1946 hade den amerikanska flottan inlett utvecklingsarbete rörande atomdrivna fartyg. Detta resulterade 1954 i att världens första atomdrivna ubåt sjösattes. Med tiden följde också atomdrivna kryssare, hangarfartyg etc. Den nya energikällan erbjöd en viktig fördel för militären eftersom fartygens operationsradie ökade väsentligt. Att teknologin var mycket dyr spelade i sammanhanget mindre roll.

Om kostnaderna varit av underordnad betydelse för militären så var de desto viktigare för möjligheterna att sätta atomkraftaggregat i civila handelsfartyg. I USA finansierade staten det första atomdrivna lastfartyget – N/ S ”Savannah” som sjösattes redan 1959 och levererades 1962. N/ S Savannah var främst avsett att vara ett försöksfartyg.

Svensk varvsindustri, som var bland de ledande i världen, följde naturligtvis den internationella utvecklingen på området med stort intresse. Under det gångna halvsekle hade dieselmotorn framgångsrikt konkurrerat ut ångmaskinen och kanske stod man nu inför ett nytt revolutionerande teknikskifte. Då var det viktigt att inte komma på efterkälken. Ett svenskt forskningsarbete om atomdrift till sjöss initierades i mitten på 1950-talet. Bland de ledande svenska varvsingenjörerna fanns en stor tilltro till den nya tekniken. Fångade i en tidsanda av överväldigande entusiasm inför atomenergins fredliga användning såg de framför sig hur man ”snart ska kunna bemästra de tekniska problem som atomdrift medför och även till sjöss dra nytta av de nästan outtömliga energiresurser som finns i klyvbart material”, som en ingenjör uttryckte det 1960²⁰.

Som alltid fanns det också de som var mer skeptiska och trodde att den nya tekniken inte skulle kunna konkurrera ekonomiskt med konventionell teknik, i alla fall inte inom överskådlig framtid. Under 1960-talet svalnade intresset för atomdrivna fartyg. Med undantag för atomdrivna isbrytare har energikällan inte fått någon kommersiell användning till sjöss.

En författare som är kritisk till experters förmåga att förutse framtidens teknik är Arthur C. Clarke. I motsats till de tidigare nämnda forskarna hävdar han att felet med de flesta förutsägelser är att de varit alltför konservativa. Måhända bygger denna ståndpunkt på att han främst har studerat hur ledande vetenskapsmän föreställt sig framtiden. Clarke menar att vetenskapsmännen ofta har saknat fantasi och föreställningsförmåga. Därför har de till exempel sagt att flygplan och rymdraketer varit oralistiska, även om de har haft tillräckligt med kunskap för att kunna ana vad som skulle komma, enligt Clarke. Expertkunskapen har således snarast varit ett handikapp: ”it is not the man who knows most about a subject, and is the acknowledged master of his field, who can give the most reliable pointers to its future. Too great a burden of knowledge can clog the wheels of imagination”.²¹

OLIKA GRUPPERS INTRESSEN

De personer som ägnat sig åt att förutsäga framtiden har varit såväl lekmän som experter på olika områden. Naturligtvis har olika grupper haft skilda bakomliggande intressen, något som bör beaktas då man tar ställning till förutsägelsena. Corn säger att journalister och populärvetenskapliga författare ofta har ett större incitament till att ägna sig åt sensationer och överdrifter

eftersom de då kan få ökad uppmärksamhet och vinna ökad spridning av sina alster. För vetenskapsmän har situationen varit den omvända: de har ofta ett intresse av att vara försiktiga i sina visioner – inte minst för att undvika att få dåligt rykte bland kollegor i forskarvärlden. Enligt Corn har vetenskapsmännens ”training, their work experience, and their professional culture all [...] tended to dispose them toward more restrained and less utopian expectations for the future”.²²

5. Kan vi säga något om framtiden?

Schnaars återger en uppmaning som han funnit i en artikel i *Forbes* från mitten på 1970-talet där en då 20 år gammal framtidsprognos recenserades: ”When you get the urge to predict the future, better lie down until the feeling goes away”.²³ Vi måste fråga oss om det verkligen är så här illa – kan vi inte säga något om framtiden? Det faktum att åtminstone 20 procent av alla förutsägelser i Schnaars studie har slagit in borde inge lite hopp.

Det är naturligtvis också en skillnad mellan att i detalj försöka *förutsäga* framtiden och att på ett mer övergripande plan ägna sig åt *framsynsarbete* med alternativa framtidsbilder. Nedan ges några exempel på lyckade förutsägelser. Vidare diskuteras framkomliga vägar i denna typ av arbete.

Det kan konstateras att förutsägelser ibland slår in på ett något annorlunda sätt än man förväntat sig. Ett exempel på detta är en artikel i *Newsweek* 1959 som förutsade att år 1970 skulle safarier till Vietnam bli vanliga. Safarierna skulle bli populära bland turister ”who really wants to get away from it all”.²⁴ Schnaars påpekar – med Vietnamkriget och de många amerikanska soldater som stupade där i åtanke: ”Ironically, that turned out to be an accurate prediction, but in a far different form than intended”. Denna typ av förutsägelser bör rimligen räknas till de mindre lyckade.

EN LYCKAD FRAMTIDSSTUDIE

Några förvånansvärt träffsäkra förutsägelser finns i en rapport utgiven av IVA, till akademiens 50-årsjubileum 1969. I rapporten tecknades dels en bild av teknikens utveckling under det gångna halvsekle, dels bilder av förändringar under kommande år – med slutpunkt år 2019. Just att titta bakåt när man ska se framåt ansågs som värdefullt i studien.²⁵ Det var osäkert hur mycket man skulle kunna lära av historien men angreppssättet skulle hjälpa deltagarna att ”dra sig till minnes vad som skett, vad som varit oväntat eller vad som väntats men inte skett”.²⁶ Med det tillbakablickande perspektivet skulle man ”frigöra sig från vissa begränsningar i sitt tänkande och undvika att begränsas av de invanda ramarna och tankebanorna”. Detta tycks ha fungerat ganska bra för IVA-studiens egen del.

På telekommunikationsområdet lyckades rapporten förutsäga några viktiga utvecklingslinjer. Bland de produkter som förutsades få en vid spridning fanns programminnesstyrda telefonväxlar med ett flertal nya abonnenttjänster, automatiska telefonsvarare, knapptelefoner, faxmaskiner, mobiltelefoner – främst för användning i bilar – och laserteknik för informationsöverföring. Dataöverföring skulle bli en allt viktigare del av Televerkets uppgifter och både företagen och hemmen skulle bli uppkopplade. Många privatpersoner skulle ”i

sina hem [komma att] ha en dataterminal, från vilken de genom att trycka på ett antal knappar [...] kommer att kunna överföra pengar från och till olika konton, betala räkningar och verkställa andra ekonomiska transaktioner som inköp och försäljningar”.²⁷

Studien beskriver också hur TV på 1980-talet skulle kunna nå ut till hemmen via kabel och göra det möjligt att ta in ”10, 20, 30 ja kanske 40 kanaler”. Denna kabeltelevision skulle bli särskilt lämpad för storstäder. Ett alternativ, som kanske också kunde bli verklighet, var att hemmen skulle kunna ta emot TV-sändningar direkt från satelliter. Tekniken skulle således inte längre vara den begränsande faktorn när det gällde tillgången på ett stort antal TV-kanaler. Huruvida människor vill ha fler kanaler eller inte förväntades i stället att styra en eventuell expansion på området: ”Avgörande blir om kommande generationer önskar mer information eller vill ha lugn, ro och stillhet för meditation”.²⁸

Också på andra områden förutsåg rapporten förändringar som skulle komma. Ett exempel från transportområdet är att snabbtåg förväntades bli vanliga. Rapporten refererar till uppbyggnaden av helt nya snabbtågslinjer i Japan och Frankrike men framhöll att Sverige på grund av sin otillräckliga befolkningstäthet måste satsa på att utveckla snabbtåg för befintliga järnvägar. Tekniskt skulle detta kunna lösas genom en ”förändring av de rälsgående fordonens konstruktion” bland annat genom att ”automatiskt luta vagnskorgen inåt i kurvorna”. Försök med lutande tåg hade redan utförts på flera håll i världen.²⁹ Den automatiska vagnlutningen skulle bli avgörande för att kunna köra snabbt – mellan 160 och 220 km/h – på ”det jämförelsevis kurviga svenska järnvägsnätet”.³⁰

Vi kan fråga oss varför IVA-rapporten lyckades så bra i dessa förutsägelser. Frågan kommer här att lämnas obesvarad – läsaren får själv söka finna svaret. Det bör dock poängteras att studien inte beskriver alltför exotiska och fantasifulla tekniker. Tvärtom, de innovationer som förutsägelsebaseras på fanns i många fall mer eller mindre färdigutvecklade vid tiden för IVA-jubileet – till exempel satelliter, självlutande snabbtåg och datorer. Styrkan i framtidsbilderna är framförallt att de beskriver expanderande marknader snarare än helt ny teknik.

Naturligtvis lyckades studien inte lika bra med alla förutsägelser. Ett exempel är rymdtekniken; rapporten förutser att vi skulle få se den första människan på Mars 1985 och att det skulle finnas kommersiella fabriker och laboratorier i rymden i slutet av 1990-talet. Orsaken till dessa alltför optimistiska förutsägelser får sökas i den rådande tidsandan. Det gångna årtiondet hade karakteriserats av en intensiv rymdkapplöpning mellan USA och Sovjet. Kapplöpningen fick sin upplösning i juli 1969 då den första människan satte sin fot på månen. IVA-rapporten publicerades i slutet av oktober samma år och det föreföll naturligt att tänka sig att utvecklingen skulle fortsätta i samma takt inom området. Måhända hade initierade personer i amerikanska regeringskretsar eller vid NASA kunnat ana att luften skulle gå ur rymdprogrammet – men att se det från svensk horisont var givetvis svårare.

NÅGRA TIPS

Exemplen visar att även om inte allting blir rätt är det trots allt möjligt att förutse en hel del. Hur ska man då bära sig åt för att lyckas? Schnaars menar att

det är här som historien har något att lära oss. Det är inte primärt kunskapen om teknisk förändring utan snarare kunskapen om förutsägelser gjorda i det förgångna som kan hjälpa oss med nya förutsägelser. Genom att analysera gamla förutsägelser kan vi identifiera vanliga misstag och förhoppningsvis även undvika att gå i samma fällor. Schnaars hävdar att "past forecasts are plentiful and potentially informative. Past mistakes may indicate common, correctable errors. Past successes may indicate the best course of action".³¹ Han säger också att misslyckade förutsägelser "illustrate that the same, often preventable, errors recur, even though separated by decades and contained in very different kinds of forecasts".

Med avstamp i sin empiriska studie föreslår Schnaars några riktlinjer för arbete med framtidsstudier. Han betonar genomgående betydelsen av sunt förnuft. Han framhåller själv att råden är tillsynes självklara men att de ändå försummas förvånansvärt ofta.

Det första och kanske viktigaste rådet är att inte bli förälskad i tekniken. Som vi sett leder detta till ett alltför stort fokus på själva tekniken och att ekonomiska och marknadsmässiga aspekter ignoreras. Det finns ett antal grundläggande frågor som måste ställas när det gäller marknaden för en produkt:

- Vilka är kunderna?
- Hur stor är marknaden?
- Kommer den nya produkten att erbjuda någon fördel jämfört med existerande produkter?
- Är den nya produkten kostnadseffektiv jämfört med existerande produkter? Motiverar nyttan för kunden det pris man måste ta ut för en produkt?
- Talar synliga sociala trender för eller emot den nya tekniken?
- Går produkten på tvären mot mänskliga vanor och rådande kulturbundna värderingar?

Ett exempel till den sista frågan är frystorkad mat. På 1960-talet förutsades att frystorkad mat skulle få en mycket stor marknad. Men så blev inte fallet – den smakade inte lika gott som annan mat, något som kunderna tillmätte stor betydelse.

Enligt Schnaars är det särskilt viktigt att göra cost-benefit-analyser. I vissa fall kan de vara ganska enkla att genomföra. En förutsägelse som inte hade passerat en cost-benefit-analys är undervattenshotell, vilka i mitten av 1960-talet förutsades bli vanliga inom 20 år. Schnaars konstaterar att undervattenshotellen och liknande fantastiska projekt "failed to serve an intended market at any price".³² Det är betydligt svårare om man försöker att förutsäga marknaden för mer realistiska produkter. De kanske inledningsvis är dyra och ofullständigt utvecklade, men de kan tänkas bli bättre och billigare i framtiden. Så har till exempel varit fallet med datorer, videobandspelare och annan hemelektronik. Schnaars säger att dessa fall är de svåraste att hantera. Vanligen förändras pris och prestanda till den nya produktens fördel när produktionen väl kommit igång. Rosenberg är också inne på detta tema, men ingen av författarna ger något egentligt råd om hur problemet kan hanteras förutom att man ska vara vaksam och medveten om att problemet existerar.³³

Schnaars finner också demografiska trender användbara. Med viss säkerhet kan vi till exempel förutsäga hur många tjugoåringar det kommer att finnas om tio år. Om vi också kan säga något om deras vanor, värderingar och preferenser – vilket givetvis är svårt i sig – så kan vi också få en uppfattning om de kommer att efterfråga vissa varor och tjänster. Resonemanget kan exemplifieras med att om födelsetalen sjunker till noll blir efterfrågan på förskoleplatser om några år obefintlig. Det är inte troligt att en eventuell immigrationsökning av familjer med små barn skulle kunna uppväga nedgången av antalet födda i Sverige.

Avslutningsvis framför Schnaars några alternativ till *förutsägelser* av teknisk förändring. Framförallt ser han *scenarioanalys* som ett fruktbart angreppssätt. Scenarioanalysen målar upp flera alternativa framtidsbilder. Den ger inte bara en bild av förhållandena vid någon fixerad tidpunkt om 10 eller 20 år, utan också en bild av vägen dit och vilka antaganden som visionerna vilar på. Schnaars råder också till att hellre vara konservativ och inte förvänta sig några revolutionerande förändringar än att i alltför stor utsträckning föreställa sig att en ny teknik totalt ska förändra världen. Han hävdar att lyckade förutsägelser ”tend to be conservative in their outlook, while the failures foresee fantastic changes”.³⁴ Alla skulle kanske inte hålla med om detta – jämför Arthur C. Clarke ovan. Det sker naturligtvis stora förändringar – men de tar ofta mycket lång tid.

6. Slutsatser

Vilken nytta har då medarbetarna i projektet *Teknisk Framsyn* av diskussionen i denna rapport? Har alla dessa exempel på förutsägelser något att säga oss som lever i slutet av 1990-talet eller är vi kanske mera rationella, förnuftiga och klarsynta än våra föregångare på området? Svaret på den senare frågan är rimligen *nej* – inget tyder på att vi väsentligen är bättre lämpade att se in i framtiden än vad man var på till exempel 1950- eller 1970-talet.

Denna rapport har redogjort för ett flertal faktorer som varit bidragande till att förutsägelser misslyckas:

- 1) Tron att ny teknik helt ska ersätta den teknik som redan finns och att det ska gå förhållandevis snabbt. I verkligheten samexisterar konkurrerande teknologier vanligen under lång tid.
- 2) Tron att ny teknik endast ska lösa gamla uppgifter och komplettera existerande tekniska system. I stället är det vanligt att ny teknik lägger grunden till helt nya system.
- 3) Tron att ny teknik ska fungera som universalmedel mot olika samhällsproblem.
- 4) Svårigheten att se viktiga kopplingar mellan olika teknikområden där just kombinationen av områdena erbjuder stora utvecklingsmöjligheter.
- 5) Att de som sökt förutsäga framtiden förälskat sig i själva tekniken och därmed försummat ekonomiska aspekter. De har inte beaktat hur potentiella marknader ser ut och om en viss teknik erbjuder användarna något av värde jämfört med existerande alternativ – frånvaro av cost-benefit-analyser.

- 6) Att man varit fången av tidsandan och trott att dagens stora frågor också ska vara morgondagens stora frågor.
- 7) Att inte bara rationella ekonomiska överväganden ligger bakom valet av ny teknik. Ofta avgör till synes irrationella överväganden valen, till exempel symboliska värden.
- 8) Att informationsunderlaget för framtidsstudier ofta har varit otillräckligt. Mycket teknikutveckling sker i det fördolda – främst inom den militära sektorn.

Vilka fällor riskerar då *Teknisk Framsyns* medarbetare att trampa i? Ja, teoretiskt finns ju risken att de trampar i alla tänkbara fällor, men så pessimistiska ska vi inte vara. Att ta till sig faktorerna ovan och kritiskt rannsaka sig själv bör dock vara värdefullt för att medvetandegöra problemen – även om det naturligtvis finns fler faktorer än de som räknas upp här.

En del av vad som sagts talar till medarbetarnas fördel: som expert på olika områden har man stor kunskap om relevant teknik respektive vetenskap. Detta betyder dock inte att den tekniska kunskapen i sig är den viktigaste – en djupgående kunskap om samhällsprocesser är förvisso av större betydelse. Experten/ medarbetaren har inte heller den populärvetenskapliga journalistens incitament till att måla upp exotiska framtidsbilder och skapa uppseendeväckande rubriker.

Fundera igenom ovanstående punkter, en efter en, och försök relatera dem till framsynsarbetet. Det kan vara av värde att för ett ögonblick stanna upp och begrunda vilken tidsanda och vilka frågor som genomsyrar vår egen tid. För att få perspektiv på arbetet bör vi ställa oss frågan vad kommer framtidens historiker – kanske verksamma på 2040-talet – att skriva om det sena 1990-talets projekt *Teknisk Framsyn*.

7. Noter

¹ Tore Frängsmyr, *Framsteg eller förfall: Framtidsbilder och utopier i västerländsk tanketradition* (Stockholm, 1980), 10 ff.; SOU 1986:33 *Att studera framtiden: Betänkande av Framtidsstudiekommittén*, 13; Om framstegstanken och framtidsbilder i den västerländska kulturen, se också: Sven-Eric Liedman, *I skuggan av framtiden: Modernitetens idéhistoria* (Stockholm, 1997).

² Joar Tiberg, ”Vart tog framtiden vägen? Framtidsstudiernas uppgång och fall”, *Polhem: Tidskrift för teknikhistoria* 13 (1995), 160-175; SOU 1986:33, 15 ff.; Johan Asplund, *Teorier om framtiden* (Stockholm, 1981), 38 ff.

³ Bengt-Arne Vedin, *Innovation Foresight at the Edge of Chaos* (Report from the Six Countries' Programme Workshop, Stockholm, October 30-31, 1995), 9 f.

⁴ *Försvarets Tekniska Prognoser 40 år 1954-1994: En jubileumsskrift* (Stockholm, 1994), 3-31.

⁵ Per Molander, ”Konsekvenser av teknisk förändring”, i SOU 1986:34 *Att studera framtiden: Betänkande av framtidsstudiekommittén*, Del 2 bilagedel (bil. 6), 15; Lynn White, jr., ”Technology Assessment from the Stance of a Medieval Historian”, *American Historical Review* 79 (1974), 1-13; Svante Lindqvist, ”Retrospektiv teknikvärdering: Kan vi lära av historien?”, i *Teknikvärdering: Föredrag Våren 1980 vid Tekniska Högskolan i Stockholm* (Stockholm, 1980), 10-35; idem., ”Teknikvärdering i ett historiskt perspektiv: Exemplet raketeknikens utveckling”, *Polhem: Tidskrift för teknikhistoria* 7 (1989), 80-120; Cf. Joel A. Tarr, *Retrospective Technology Assessment – 1976* (San Francisco, 1977).

⁶ Joseph J. Corn, ed., *Imagining Tomorrow: History, Technology, and the American Future* (Cambridge, MA, 1986), 219 ff. En viktig inspirationskälla till föreliggande avsnitt om svårigheter med att förutsäga framtiden är ett tal av Svante Lindqvist den 18/1 1999. Där tar han bl.a. upp Corn och sin egen studie om raketeknikens utveckling: Svante Lindqvist, Vad vi visste om framtiden - trodde vi [Tal vid *Teknisk Framsyns* ”kick-off” den 18/1 1999], ljudupptagning återgiven på webbsidan: www.iva.se/tekniskframsyn/medierum/aktuellt_99/kickoff_tal.html.

⁷ Paul Boyer, *By the Bomb's Early Light: American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age* (New York, 1985; reissue 1994), 109-121; Stephen L. Del Sesto, ”Wasn't the Future of Nuclear Energy Wonderful?”, i *Imagining Tomorrow: History, Technology, and the American Future*, ed. Joseph J. Corn (Cambridge, MA, 1986), 58-76.

⁸ Nathan Rosenberg, *Perspectives on Technology* (Cambridge, 1976), 202 ff.; En svensk forskare som berört temat teknologier i tävlan är Arne Kaijser som diskuterar hur ett äldre energisystem, stadsgassystemet, förbättrades då det hotades av ett nytt system, elsystemet, se: Arne Kaijser, ”Konkurrensen mellan gas och elektricitet”, *Daedalus: Tekniska Museets årsbok* 1984, 193-217.

⁹ Susan J. Douglas, ”Amateur Operators and American Broadcasting: Shaping the Future of Radio”, i *Imagining Tomorrow: History, Technology, and the American Future*, ed. Joseph J. Corn (Cambridge, MA, 1986), 35-57; Cf. idem., *Inventing American Broadcasting, 1899-1922* (Baltimore, 1987).

¹⁰ Paul Ceruzzi, ”An Unforeseen Revolution: Computers and Expectations, 1935-1985”, i *Imagining Tomorrow: History, Technology, and the American Future*, ed. Joseph J. Corn (Cambridge, MA, 1986), 188-201.

¹¹ Carolyn Marvin, *When Old Technologies Were New: Thinking About Electric Communication in the Late Nineteenth Century* (New York, 1988), 191-206.

¹² Nathan Rosenberg, *Exploring the black box: Technology, economics, and history* (Cambridge, 1994), 4 f., 219-226.

¹³ Steven P. Schnaars, *Megamistakes: Forecasting and the Myth of Rapid Technological Change* (New York, 1989), 9-33.

- ¹⁴ Corn hävdar att: ”Visions of the future always reflect the experience of the moment as well as memories of the past. They are imaginative constructs that have more to say about the times in which they were made than about the real future, which is, ultimately, unknowable”, se epilogen till Corn, ed., *Imagining Tomorrow*, 219.
- ¹⁵ Schnaars, 63.
- ¹⁶ *Ibid.*, 77-95.
- ¹⁷ Lindqvist, ”Teknikvärdering i ett historiskt perspektiv”, 102.
- ¹⁸ *Ibid.*, 105-118. Lindqvist nämnde i ett tal den 18/1 1999 ytterligare ett exempel på införandet av en ursprungligen dyr och ineffektiv teknik – kanonen. Trots att den i relation till sin föregångare, kastmaskinen, var dyr, krånglig att använda och hade dålig träffsäkerhet så infördes den i rask takt i många länder i Europa på 1300-talet. Skälet var, enligt Lindqvist, att det var en ”extravagant teknologi som skänkte sina furstliga ägare status och politisk prestige, inte minst genom att den var dyrbar utan också genom sin dramatiska verkan; det mullrande dundret, eldsflamman, gnistorna och den bolmande röken”. Han sammanfattar med att konstatera att introduktionen av kanonen ”hade lika lite med cost-benefit-analys att göra som när jag köpte min första mobiltelefon”!: Svante Lindqvist, Vad vi visste om framtiden - trodde vi. För en diskussion om andra drivkrafter bakom teknisk förändring än ekonomiska (t.ex. militära och symboliska), se: Helmer Dahl, *Teknik Kultur Samfunn: Om egenarten i Europas vekst* (Oslo, 1984), 47 ff.; Bosse Sundin, *Den kupade handen: Människan och tekniken* (Stockholm, 1991), 271 ff.
- ¹⁹ Joseph J. Corn & Brian Horrigan, *Yesterday's Tomorrows: Past Visions of the American Future* (1984; Baltimore, 1996), 123 f.
- ²⁰ Citerad i Lars Olsson, ”’Skall vi bygga atomfartyg?’: Svensk varvsindustri och frågan om atomdrift till sjöss, 1955-65”, *Varv: Årsskrift för Varvshistoriska Föreningen i Göteborg* 1997, 20.
- ²¹ Arthur C. Clarke, *Profiles of the Future: An Inquiry into the Limits of the Possible* (1962; London, rev. ed. 1973), 32.
- ²² Corn, ed., *Imagining Tomorrow*, 224.
- ²³ Citerad i Schnaars, 53.
- ²⁴ Schnaars, 43.
- ²⁵ Cf. Erik Lönnroth, ”Behovet av teknikhistoria”, *IVA-Nytt* 1983:3/4, 10 f.; idem., *Tidens flykt: Stora historiska förändringar och människor som levat i dem* (Stockholm, 1998), 7 ff.
- ²⁶ Sven Brohult, *Utvecklingslinjer inom forskning och teknik 1919-2019* (Ingenjörsvetenskapsakademiens meddelande 161, Stockholm, 1969), 220.
- ²⁷ *Ibid.*, 198.
- ²⁸ *Ibid.*, 201.
- ²⁹ *Ibid.*, 210.
- ³⁰ *Ibid.*, 211.
- ³¹ Schnaars, 2 f.
- ³² *Ibid.*, 147.
- ³³ Rosenberg, *Exploring the black box*, 4 & 222 f.
- ³⁴ Schnaars, 48.



Teknisk Framsyn

Box 5073, SE-102 42 Stockholm, Sweden
Telephone No. Nat 08-791 29 00. Int +46 8 791 29 00
Fax No. Nat 08-611 56 23. Int +46 8 611 56 23
E-mail framsyn@iva.se
www.iva.se/tekniskframsyn