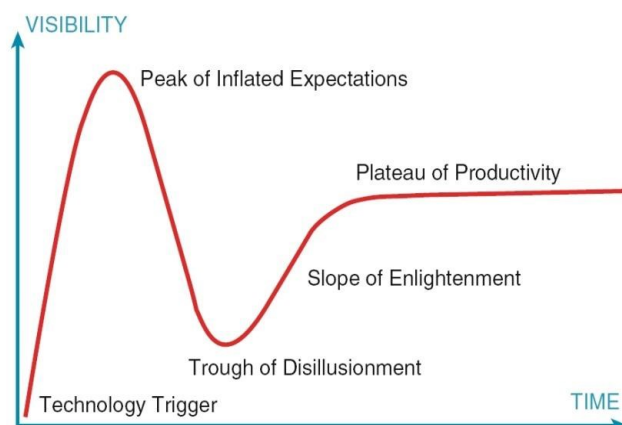


## Omvälvande teknik och hur den utvecklas

Lars Björklund, Linköpings universitet

Uppmärksamheten och förhoppningarna kring ny teknik kan ofta beskrivas av en teoretisk modell: ”The Gartner Hype Cycle”, beskriven i figuren nedan (Gartner, 2015). Vid en produkts införande på marknaden väcks stora förhoppningar och de som har gjort uppfinningen och de som producerar och vill skörda ekonomiska vinster hjälper gärna till att blåsa upp dessa. Jämför gärna med retoriken kring självkörande bilar eller annan ny teknik. Man uppnår ett maximum: ”Peak of Inflated Expectations” och sedan när många av dessa visioner krossats minskar uppmärksamheten i media. Produkten förfinas dock och vinner sakta i värde och uppskattning och hamnar sedan i ett ganska stabilt läge: ”Plateau of Productivity”. En produkt kan sedan antingen sakta fasas ut eller snabbt och abrupt ersättas av en ny omvälvande produkt.



Figur 1. Gartner Hype Cycle

Vi ska titta på två exempel på omvälvande teknik, ett intressant historiskt digitalt projekt som i början följde Gartners modell men som ändå förpassades till teknikhistoriens soptunna och inte fick den omvälvande påverkan man förutspådde. Sedan ska vi studera vår tids stora omvälvande teknik, datorer med artificiell intelligens, AI.

### **Digital Audio Broadcast (DAB)**

När man väl kunde digitalisera ljud och skapa en ”lista” med numeriska värden kunde musik eller tal sändas i digital form. En sammanslutning av elektronikföretag utvecklade ett nytt system för att sända radio, Digital Audio Broadcast. DAB-radion presenterades som ett nytt och modernt sätt att lyssna med hög ljudkvalitet och bättre mottagningsförhållande

framför allt när man åkte bil. Många radioprogram kunde dela på en och samma radiofrekvens och därmed öka programutbudet för lyssnarna. Man kunde kryptera och komprimera signalen och skapa möjlighet att sända vissa program till speciellt betalande lyssnare. Det fanns till och med möjlighet att skicka med en bild till den skärm som enligt specifikationen skulle finnas på radioapparaten. BBC i England som var en av föregångarna i att använda DAB-tekniken genomförde tidigt en enkät bland medelålders män om hur mycket de ville betala för att få bättre ljud i sin bilradio. Svaret dessa "early adopters" gav var att det kunde få kosta upp till 100 pund. DAB-radions uppgång och fall följde ganska bra den modell som Gartner menar beskriver många nya teknologier. En tidig och snabb uppgång där nyhetens behag och stora förväntningar fick media att nästan överdriva alla fördelar. Politiker hoppades att den nya tekniken skulle minska kostnader för radiobolagen och öka utbudet av radioprogram. Intresset falnade då DAB-tekniken inte kunde leverera allt det man hade hoppats. Mottagningen i lägen långt från sändarmasterna avbröts helt, istället för att som med den gamla FM-tekniken bara bli mer brusig och bilradioapparaterna fick tillverkas med ett reservläge med vanlig FM-mottagning för att kunna fungera överallt. Apparaterna blev orimligt dyra i jämförelse med de klassiska analoga modellerna. Men framför allt kom man att inse de miljömässiga och ekonomiska effekterna när miljontals gamla radioapparater skulle behöva kasseras. Andra lösningar där internet används för att sända radioprogram kom snart att användas. Appar till smarta mobiler där radio sänds trådlöst har idag alla de funktioner som var tänkta för DAB-radio och lite till. DAB är därför ett exempel på en omvälvande teknik, som trots starka kommersiella och politiska drivkrafter inte överlevde och inte blev så omvälvande som man trodde den skulle bli.

## **Artificiell intelligens - kan man få en dator att efterlikna en människas tänkande**

Vi har under de senaste åren sett flera exempel på hur datorer med hjälp av Artificiell intelligens (AI) lyckats vinna i Jeopardytävlingar och vinna i schack över stormästare. En av de mest uppseendeväckande händelserna var när ett datorprogram "AlphaGo" lyckades slå en mästare i spelet Go. I spelet Go placerar spelarna svarta och vita stenar på en spelplan och en spelare försöker omringa den andres stenar, som då förlorar dem. I schack finns ett antal regler för hur pjäser får flyttas och ett sätt att värdera pjäser och olika situationer. En spelare eller ett datorprogram kan därmed "tänka" framåt och förutse vad som kommer att kunna hända åtminstone några drag. I Go är detta omöjligt, antalet möjliga drag är mycket stort och experter på Go kan ofta inte berätta hur och varför de gjort ett visst drag. De spelar intuitivt. Detta betyder att det är omöjligt att skapa regler som kan användas av ett vanligt datorprogram och det var först när AI-tekniken kommit tillräckligt långt som man kunde ge sig i kast med spelet Go. I ett av partierna gjorde datorn något helt oväntat när den skulle placera ut sin 37:e sten. Inte ens en nybörjare skulle göra så och de närvarande trodde det var resultatet av ett datorfel. Det visade sig emellertid leda till seger för AlphaGo. AI-programmet hade tränats på hundratusentals partier och spelat mot sig själv miljontals gånger och hade, kom man senare fram till, valt ett drag som ingen mänsklig spelare någonsin skulle välja att göra, ett drag som förvillade motståndaren Lee Sodol.

Ett stort användningsområde för AI-system är att känna igen föremål och även människor på bilder. Det började med lyckade försök att läsa handskrivna bokstäver och siffror på brev, checkar och andra dokument men utökades sedan till att känna igen vad som helst som kunde fångas in och matas in till datorn.

Musik- och filmtjänster på nätet använder AI för att ge rekommendationer till sina användare, - Om Du har sett den här filmen så tycker Du nog följande filmer är intressanta. De har med hjälp av en AI, skapat listor som beskriver sina mediaproduktioner på många olika sätt; animerad, kända skådespelare, science fiction, romantik och mycket mer. Sedan kan programmet jämföra en film som du sett med andra filmer för att rekommendera vad du ska välja nästa gång. En annan metod är att jämföra dina val med andra användares och utgående från deras val rekommendera en film för dig. Speciella händelser som alla hjärtans dag och naturkatastrofer påverkar också rekommendationerna. Rekommendationerna blir bättre ju fler filmer du valt och du påverkar dessutom rekommendationerna för andra användare (Gomez-Uribe & Hunt, 2016).

Google och Facebook använder AI för att kunna presentera ett innehåll som användarna ska uppskatta. Det betyder att en dator väljer bilder på föremål eller människor som användaren har visat sig gilla. Den här tekniken gör tyvärr att användaren hamnar i en slags informationsbubbla, vi får de nyheter vi brukar gilla och ser inte sådant som strider mot vår egen åsikt. Facebook använder snarlika metoder som Netflix för att till exempel föreslå nya vänner att kontakta.

I takt med att mer och mer information samlas in om oss, vad vi handlar, äter, gör på kvällen, surfar efter på nätet och så vidare så växer det som kallas Big Data, kunskapsbaser som kan analyseras av en AI och som analyserar våra beteenden och underlättar för den som vill ge oss individanpassad information och reklam. Det kan gälla tandkräm eller bilar men naturligtvis också politisk information och propaganda. Aktuella exempel är hur konstgjorda bilder och filmer kan skapas och förändras. Sök på ”Deepfake movie” och ”VoCo” för att hitta mer information om detta.

## **Hur har vi skapat dessa ”intelligenta” datorer?**

Under de senaste 70 åren har forskare studerat människans förmåga att lösa problem av olika slag. När Sovjetunionen 1957 skickade upp den första satelliten, ”Спутник”, i rymden skapade det stor oro i Amerika, den s.k. sputnikchocken. Stora satsningar gjordes då på Amerikas skolsystem i både matematik och naturvetenskap. Dessutom uppstod ett intresse för att skapa artificiell intelligens, AI, med hjälp av datorer. Den amerikanska försvarsmakten satsade stora resurser på denna typ av forskning och resultat lät inte vänta på sig. Inom några få år menade forskare som Herbert Simon och andra att man närmade sig en lösning på gåtan och att man kunde efterlikna människans problemlösande förmåga och beteenden med en dator. Program togs fram som kunde lösa matematiska problem, lägga pussel och till och med spela schack. AI-forskningen var tänkt att användas för att styra flygplan, styra företags affärsstrategier, skapa expertdatasystem men framför allt för att få ett idiotsäkert, effektivt och snabbt militärt försvar. Vid tecken på fara skulle snabba

rationella beslut kunna tas och motåtgärder automatiskt sättas in. Just det senare scenariot bekymrade en vetenskapsfilosof och psykolog, Hubert Dreyfus, som började skärskåda AI-forskningens påstådda framsteg, bl.a. på uppdrag av Rand Corporation, ett företag som satsade stora pengar inom AI-området. Tillsammans med sin bror Stuart, en datavetare, publicerade han sina resultat i boken *Mind over Machine* (1986). I denna skrift kritiserade de AI-forskarna för uppblåsta och vilseledande resultat och framför allt för att de inte ville erkänna sina problem och misslyckanden. Det som än idag gör boken värd att läsa är att författarna identifierade och beskrev den typ av problem som människan tycks vara bättre på att utföra och hur människors förmågor utvecklas i fem steg från att vara noviser till att bli experter. Hubert Dreyfus återkom i en artikel "What Computers Still Can't Do" (1992) till ämnet och fördjupade där sin beskrivning av människan som problemlösare. Här varnade han för de planer USA vid den tiden hade att utveckla ett helautomatiskt försvarssystem kallat "Star Wars". I det systemet skulle ett datorprogramms regler, motsvarande en kompetent analytiker, ta beslut om åtgärder som skulle kunna utplåna hela städer eller t.o.m. länder. Han menade att inför sådana situationer behövdes en erfaren mänsklig experts intuitiva förmåga att känna igen hot och fatta relevanta beslut.

AI-forskningen överlevde den hårda kritiken även om speciellt förhoppningarna att samla experters kunskap i databaser, så kallade expertsystem, tonades ned. Man antog att experter inte ville dela med sig av sin expertkunskap men framför allt: det var så mycket kunskap som var svår att sätta ord på och att översätta i regler som ett datorprogram kunde följa. Ibland var experterna inte ens medvetna om sin egen kunskap, den var "tyst" eller som en vetenskapsfilosof uttryckte det "You know more than you can tell" (Polanyi, 1966).

Först många år senare när hjärnforskningen började ge information om hur hjärnan fungerade, och datorerna hade blivit tillräckligt kraftfulla, fick AI-forskningen fart. Kunskap om neuroner och de synapser som kopplade samman dessa gav forskarna idéer om hur ett datorprogram som efterliknade den mänskliga hjärnan kunde byggas upp. Program med syntetiska neurala nätverk började tas fram, program som kunde tränas till att känna igen data av olika slag. Vid Linköpings universitet lät man ett sådant program lära sig hur en kombination av ett antal signaler från olika sensorer såg ut när de utsattes för lukten från exempelvis frisk eller ruttnande säd. Denna elektroniska näsa och senare även den elektroniska tungan kunde med hjälp av detta program användas för att detektera och känna igen olika lukter, och detta utan att man egentligen visste hur programmet kom fram till sina beslut eller hur sensorerna egentligen fungerade. Dessa tidiga program från början av 1980-talet var en början till dagens maskininlärning och AI-system.

Varför har det då tagit så lång tid? Att träna ett neuralt nätverk kräver mycket stor beräkningskraft och dåtidens datorer var inte tillräckligt snabba och hade inte tillräckligt mycket minne. Det var först i början av 2000-talet som datorernas kapacitet räckte till för att bearbeta större datamängder. Med snabba datorer, och de speciella grafikprocessorer som utvecklats för att styra bildskärmar, kunde man sätta igång den utveckling som nu går med rasande fart. Nya beräkningsmetoder och algoritmer för att träna datorerna har skapats men i grunden bygger många av metoderna på de artificiella neurala nät som togs fram

redan på 1980-talet. Ännu vet vi för lite om hjärnans funktion för att kunna kopiera den exakt och en modern AI fungerar inte helt som den mänskliga hjärnan. Dreyfus menade att en dator behöver intuition för att kunna ha samma problemlösningsförmåga som en människa och expertforskningen visade att experter inom olika områden faktiskt tycktes använda en slags intuition. En psykologisk modell över den mänskliga hjärnan som kallas ”The Dual System Model” (Evans, 2008) kan användas för att förstå skillnaden mellan vanligt rationellt och logiskt tänkande och intuition. Den kan också användas för att jämföra ett klassiskt datorprogram med sekvenser, villkorssatser mm och en modell som skapats av en AI.

## Människans hjärna och AI – likheter och skillnader

Forskare arbetar idag med en modell av hjärnan som bygger på att människan har ett kognitivt system som kallas System 2 eller det explicita systemet. Det utvecklas i 3-årsåldern och bygger bl.a. på att vi har ett fungerande arbetsminne. Systemet har en förmåga att såväl vara medvetet om vad som händer just nu som en förmåga att reflektera över vad som hänt tidigare och dessutom kunna planera för framtiden. System 2 är logiskt och rationellt och skulle kunna jämföras med den klassiska programmeringstekniken där man styr ett program ett steg i taget med olika slags regler och villkor. Det var så man försökte skapa de första expertsystemen. Problemet med system 2 är att det inte fungerar så bra om det fattas data, det har svårt att värdera olika alternativ och det klarar inte komplexa miljöer. Att känna igen eller att beskriva någons ansikte utgående från regler och detaljer är mycket svårt och att dessutom avgöra om personen är glad eller ledsen är ännu svårare. System 2 är det kognitiva system vi använder innan vi fått tillräcklig erfarenhet i ett visst sammanhang, när vi är noviser. Erfarenheten, av hur något ser ut, luktar, känns, låter, smakar med mera sparas däremot automatiskt i hjärnans System 1, det implicita minnessystemet. Det är ett minnessystem som börjar samla och spara sinnesintryck redan innan vi föds och med vilket vi lär oss känna igen ljud, smaker, ansikten och situationer i vår omgivning. Det klarar av att känna igen komplexa situationer, bedöma och agera mycket snabbt. Till varje minne kan fästas en markör, en ”somatic marker” (Damasio, 1996) som berättar om intrycket/situationen är bra eller dålig, om det är förknippat med belöning eller hot om fara. System 1 kan, utan att vi behöver tänka, kontrollera våra muskler helt automatiskt för att till exempel undvika en fara eller hålla balansen. Fram till 3-årsåldern är System 1 det enda ett barn har att hantera sin livssituation med. Men det verkar räcka till för att lära sig gå, känna igen saker, prata, göra bedömningar och ta beslut. Men barnet lever bara i nuet, det har svårt att planera för framtiden och likaså svårt att reflektera över vad som hänt. Det är förmågor som sitter i System 2. Man brukar beskriva System 1 som mönsterigenkännande och ”Pattern recognition” är precis den förmåga Dreyfus menade att mänskliga experter men inte datorer hade tillgång till. ”- Datorn behöver leva en människas liv och samla erfarenheter för att kunna efterlikna en människas tankeförmåga.”

System 1 som under vår uppväxt samlar erfarenheter är vår kunskapsbas, det som vi kallar erfarenhet om vad som fungerar och vad som inte fungerar. System 1 är, trots att det verkar bygga upp vårt modersmål, ofta inte verbaliserbart, det är det vi kallar tyst kunskap.

Narkosköterskan som genom att hålla om handleden på en patient kan varna om vad som är på väg att hända men inte varför, fiskaren som stående på bryggan intuitivt anar att en storm är på väg, läkaren som bara genom att möta patienten och skaka hand redan har en preliminär diagnos klar är alla exempel på mönsterigenkänning, intuition, en tidigare erfarenhet som väckts. System 1 gör dock fel ibland. Efter terrorattackerna den 11 september 2001 traumatiserades många New York-bor och fick starka System 1 minnen av händelsen kopplade med en somatisk faromarkör. Än idag mår många av dessa människor dåligt när de ser blå himmel, ett sinnesintryck som sparades vid händelsen i System 1 men som ju egentligen inte var farligt. Nobelpristagaren Daniel Kahneman har forskat på hur System 1 ibland leder oss till felaktiga bedömningar och beslut medan hans kollega Gary Klein menar att System 1s intuitiva förmåga är ovärderlig i komplexa situationer (2009)

Även om moderna AI-system inte fungerar på exakt samma sätt så är den här modellen ett bra sätt att förstå vilka möjligheter men även vilka problem som finns med den här tekniken. När ett bildigenkänningsprogram känner igen en blomma vet vi inte hur den har kommit fram till det beslutet, bara att den genom att ha fått se tusentals bilder på blommor lärt sig att känna igen vissa detaljer eller egenskaper. Man talar om att förklaringen till en AI-algoritms resultat inte lätt kan beskrivas, det är en ”svart låda”, man vet vad man får ut om man matar in vissa data, men inte varför det blir som det blir. I vissa verksamheter som exempelvis finans och rättsväsende är detta problematiskt. Man behöver kunna förklara varför ett visst beslut tagits och inte bara ”AI:n säger så”. Ibland ger den här ovissheten överraskande och problematiska resultat. Ett program som tränats på att känna igen objekt i ett kök hade ibland svårt att identifiera en manlig kock som man, troligen beroende på att det hade fått träna på bilder där det oftast fanns en kvinna i köket (Zhao, Wang, Yatskar, Ordonez, & Chang, 2017). De data som en AI fått träna på kan tydligen ge skevheter, p.g.a. urvalet och förutfattade meningar (s.k. bias). Ett av Googles AI-system har till exempel problem med att vissa yrken alltid kopplas till ett visst kön: programmerare är alltid män, bibliotekariéer är kvinnor (Bolukbasi, Chang, Zou, Saligrama, & Kalai, 2016). Ett ansiktsigenkänningsprogram som hade mycket goda resultat på mansansikten gjorde däremot mycket stora fel på färgade kvinnor. Ett AI-program som tränades att upptäcka fotgängare och cyklister visade sig ta med bilens hastighet i sin bedömning av vad den såg. När bilen körde i en annan hastighet än den träningsdata hade filmats i var fotgängare osynliga. Jämför med exemplet, 9/11, i föregående stycke om hur System 1 sparar och använder icke relevanta data. Man brukar använda begreppet maskininlärning ”machine learning” för att beteckna inlärningsprocessen för ett AI-system. Idag används även termen ”deep learning” som använder ungefär samma verktyg i processen men som tränas med mycket större datamängder och kräver kraftigare datorer. Det finns, lite förenklat, tre olika områden för maskininlärning:

- Att klassificera och ta beslut. Ska ett e-brev klassificeras som skräppost eller inte.
- Att förutsäga vad som kommer att hända. En stor mängd data bearbetas med något som kallas för regressionsanalys för att sedan kunna förutspå vad som kommer att följa efter en sekvens av indata. Ett exempel är väderprognoser.

- Klustring, genom att bearbeta stora mängder data med deep learning-metoder samlar man händelser som liknar varandra i grupper/kluster.

Mycket stora förhoppningar ställs till datorer med artificiell intelligens för att lösa olika typer av problem i samhället. Vi har tidigare sett hur datorer och robotar har revolutionerat tillverkningsindustrin men nu arbetar många människor i andra yrken som kan eller kommer att klaras av en AI: analysera en röntgenbild, köra en lastbil, hantera bokföring och andra administrativa göromål, fungera som kundtjänst på ett företag, bedöma en låntagare, ta betalt i affärer. Nu kan en AI-robot t.o.m. avgöra när en hamburgare är lagom grillad. Artificiell intelligens är utan tvekan en omvälvande teknik som påverkar oss redan idag i många olika sammanhang och situationer och den lämpar sig väl för reflektion och eftertanke.

## Omvälvande teknik

Ett arbetssätt som ger en möjlighet att utveckla elevens förmåga att värdera konsekvenser av olika teknikval för individ, samhälle och miljö är att arbeta med något som på engelska kallas "Disruptive Technologies" eller på svenska omvälvande teknik. En beskrivning av hur man kan arbeta med detta i skolan gjordes av den engelske forskaren David Barlex och hans kollegor (2017).

När läraren och forskaren Cecilia Axell och hennes kolleger vid lärarutbildningen på Linköpings universitet testade detta sätt att arbeta med lärarstudenter mot grundskolans låg- och mellanstadium definierade man omvälvande teknik på följande sätt:

- Tekniken stör status quo. Alltså stör ett uppnått tillstånd av att ingenting utvecklas. Att tekniken vänder på existerande hierarkier.
- Tekniken förändrar vårt sätt att leva och arbeta. Tekniken leder till exempel till att arbetstillfällen ökar eller minskar, en annan kunskap krävs för att utföra arbeten eller att utbildningssystem utvecklas för att anpassa sig efter den nya tekniken.
- Tekniken förändrar finansiella eller sociala strukturer. Att tekniken till exempel möjliggör att de som anpassar sig till den nya tekniken får en ekonomisk fördel, mot de som inte gör det.
- Tekniken leder till nya produkter och tjänster. (Axell, 2017)

Studenterna fick till uppgift att från en lista med exempel på modern teknik välja att arbeta med en speciell teknik. De skulle först visa att ovanstående definitioner var uppfyllda för den valda tekniken och därefter:

"Analysera tekniken genom att synliggöra potentiella vinnare och förlorare av den nya tekniken. Utgå från perspektiven: historiskt perspektiv, genus, hållbar utveckling, globalt och socialt perspektiv."

Studenterna fick tillgång till ett litet bibliotek med artiklar och texter men fick också själva söka information för att lösa uppgiften. Resultat redovisades i en mindre uppsats som

examinerades och gav kurspoäng. Studenterna var mycket entusiastiska över uppgiften. Deras val av teknik, beskrivet i tabellen, visade sig vara starkt influerat av deltagarnas kön:

Ämnesval (Antal)	Män (19)	Kvinnor (102)
Självkörande bilar	37 %	20 %
Robotar i äldrevården	5 %	33 %
Datorer i skolan	26 %	12 %
Drönare	11 %	5 %
Swish	5 %	6 %
Elektriska bilar	5 %	5 %
Chip i handen	0 %	14 %
Internet of Things	5 %	0 %
Appen Min doktor	0 %	5 %

Vissa ämnen visade sig vara mer intressanta än andra. ”Självkörande bilar” lågt högt i intresse hos både män och kvinnor, men de senare var ännu mer intresserade av ”Robotar i äldrevården”. De kvinnliga studenterna valde oftare ämnen som hade med hälsa och den egna kroppen att göra något som tidigare visats i många studier, till exempel i Rose (”Relevance of Science Education”), en internationell studie över elevers kunskaper om och attityder till naturvetenskap (Jidesjö & Oscarsson, 2004). Alla studenter hade uppmärksammat den pågående digitaliseringen av skolan och ämnet ”Datorer i skolan” valdes därför av ganska många. Studenterna var duktiga på att samla och sortera olika åsikter och påståenden från litteraturen men hade svårt att vara kritiska och att ställa de olika påståendena mot varandra. Eftersom de valda exemplen dessutom var ganska nya så var det svårt att hitta rent vetenskapliga studier och utvärderingar utan innehållet i de texter de hittade var antingen reklam eller förhoppningsbaserade åsikter. När de ändå fann någon vetenskaplig studie tolkade studenterna den nästan för bokstavligt. Redan för 40 år sedan beskrev Lars Näslund, i en IKT-utvärdering (2001), att individuellt arbete med sökning av information vid en dator ofta ger den här typen av resultat. Han menade att för att kunna fördjupa analysen behöver man arbeta tillsammans och diskutera och problematisera det

man läst. En övervägande majoritet av studenterna var mycket positiva i sin utvärdering av den teknik de undersökt men många visade också en viss naivitet i sin analys:

- Självkörande bilar är konstruerade för att aldrig krocka!
- Jo det finns några nackdelar, men det fixar nog ingenjörerna.
- Nackdelarna överväger, men det blir nog bra ändå.

Det verkar viktigt att man i teknikundervisning också får lära sig att teknik kan fallera, sensorer kan gå sönder, program kan vara felaktiga och problem i systemen kan uppstå (Axell & Björklund, 2018).

David Barlex och hans kollegor (2016) gav flera exempel på hur man kan arbeta med omvälvande teknik. Läraren, kanske tillsammans med eleverna, kan skapa några scenarier där människor påverkas av en ny teknik och där eleverna sedan försöker beskriva vad som händer. Eleverna kan få skapa en liten berättelse, ett bildspel eller ett teaterstycke om fenomenet ifråga. Det kan till exempel handla om en människa som är ovan vid modern teknik och saknar såväl tillgång till internet som en modern mobiltelefon och som ska köpa en biljett till en teater i Stockholm, beställa en resa eller boka ett hotell. Hur en person utan kreditkort (eller Swish) kör bil till staden för att parkera och shoppa. Eleverna kan exempelvis låtas vara barn till en arbetslös lastbilschaufför när lastbilarna blir självkörande. Att sätta sig in i att vara synskadad på en modern hamburgerrestaurant kan vara tankeväckande. Eller hur en äldre person med synfel ska försöka registrera sig på sjukhuset. Exempelen kan varieras på flera sätt och ett samarbete med svenska, drama och bild kan vara givande. Om man har elever som man vet är mer mogna kan också en debatt fungera bra. Två lag undersöker en teknik och tar på sig rollerna att antingen visa på alla fördelar eller alla nackdelar. Det är ofta lämpligt att arbeta i grupper/team inför debatten då man behöver undersöka, analysera och bemöta den andra sidans argument.

I en kurs på lärarutbildningen i Linköping om hållbar utveckling användes en liknande examinationsmetod. Studenterna fick läsa på om Islands, då ganska allvarliga ekonomiska, problem och fick försöka hitta möjliga men miljövänliga lösningar för landet. Det kunde handla om ökat fiske, valsafari, ökad turism, aluminiumsmältverk, geotermiska kraftverk, kärnkraftverk och så vidare. De behövde argumentera för varje vald lösning och naturligtvis analysera dess miljöeffekter. Några studenter fick agera miljöaktivister, forskare och journalister och så samlades alla i tinget för att argumentera, debattera och så småningom avgöra vad som var lämpligast att satsa på. Ibland ”vann” oväntade förslag, som att bygga kärnkraftverk och exportera elektricitet i form av vätgas. Goda argument och framför allt att man hade läst på om konkurrenterna och de problem deras lösningar kunde medföra brukade avgöra tingets beslut.

## Referenser

- Axell, C. (2017). Studiehandledning Teknik 7,5hp Kurskod 972G40. Linköping.
- Axell, C., & Björklund, L. (2018). Teacher Students' Critical Thinking Skills Using the Concept of Disruptive Technologies 239 Paper presented at the 2018 PATT36 International Conference, Athlone Institute of Technology, Co. Westmeath, Ireland.
- Barlex, D. (2017). Disruptive Technologies. In J. P. Williams & K. Stables (Eds.), *Critique in Design and Technology Education*. Singapore: Springer Nature.
- Barlex, D., Givens, N., & Steeg, T. (2016). Disruptive Technologies Teachers' Guide, from <https://dandtfordandt.files.wordpress.com/2016/02/dt-tg-feb20161.pdf>
- Björklund, L. (2005). Addressing modern technology: a systems approach. In L. Lindström (Ed.), *Technology education in new perspectives : research, assessment and curriculum development*. Stockholm: Stockholm Institute of Education Press (HLS förlag).
- Bolukbasi, T., Chang, K.-W., Zou, J., Saligrama, V., & Kalai, A. (2016). Man is to Computer Programmer as Woman is to Homemaker? Debiasing Word Embeddings. Paper presented at the Neural Information Processing Systems, Barcelona, Spain.
- Damasio, A. R. (1996). *Descartes' error : emotion, reason and the human brain* (New ed.). London: Papermac.
- Dreyfus, H. L. (1992). *What Computers Still Can't Do*. Cambridge, Massachusetts, London: MIT Press.
- Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine : the power of human intuition and expertise in the era of the computer*. Oxford: Basil Blackwell.
- Evans, J. S. B. T. (2008). Dual-Processing Accounts of Reasoning, Judgment, and Social Cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255-278.
- Gartner. (2015). Gartner Hype cycle, 2017, from <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>
- Gomez-Uribe, C. A., & Hunt, N. (2016). The Netflix Recommender System: Algorithms, Business Value, and Innovation. *ACM Transactions on Management Information Systems* 6(4). doi: 10.1145/2843948
- Jidesjö, A., & Oscarsson, M. (2004). Students' attitudes to science and technology: First results from The ROSE-project in Sweden. Paper presented at the XI IOSTE, Lublin, Poland.
- Kahneman, D., & Klein, G. (2009). Conditions for Intuitive Expertise A Failure to Disagree. *American Psychologist*, 64(6), 515-526. doi: 10.1037/a0016755

Näslund, L. (2001). Datoranvändning och skoskav. In B. Frejhagen (Ed.), *IT i skolan - mirakelmedicin eller sockerpiller?* (Vol. 45, pp. 37-41). Stockholm: IT kommissionen.

Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Gloucester, Mass.: Doubleday & Company, Inc.

Zhao, J., Wang, T., Yatskar, M., Ordonez, V., & Chang, K.-W. (2017). *Men Also Like Shopping: Reducing Gender Bias Amplification using Corpus-level Constraints*

Paper presented at the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, Copenhagen, Denmark.