

## Teknisk förändring och hållbar utveckling

Per Gyberg, Susanne Engström, Claes Klasander

Hållbar utveckling har varit ett övergripande mål i svensk politik allt sedan Brundtlandrapporten 1987 även om begreppet använts sedan 1970-talet. Begreppet är mångtydigt och omtvistat men det är dess formbarhet som förklarar dess spridning till i stort sett varje område av samhällslivet (Blewitt & Cullingford, 2004; Jagers, 2005). Hållbar utveckling har blivit ett överordnat begrepp under vilket t ex energi, resursfördelning, globalisering, demokratiska processer och miljö inordnats. Begreppets genomslagskraft är omfattande – även internationellt – och förståelsen och tolkningen av begreppet har därför stor betydelse för vilka handlingsmöjligheter som identifieras inom olika områden. Denna allmänna tendens har givetvis betydelse för hur kunskapsområdet behandlas inom utbildningssystemet, inte minst genom att berörda (t ex lärare, studenter och elever) har personliga erfarenheter av fenomenet och på olika sätt tvingas förhålla sig till det i vardagen.

I Sverige har hållbar utveckling genomsyrat styrdokument för det obligatoriska och frivilliga skolväsendet sedan 1994 års läroplaner (Sandell, m fl., 2005). Miljö, energi, resursanvändning, handlingskompetens och begreppet hållbar utveckling tas, som bekant, upp i flera olika kursplaner, inte minst i teknik.

Hållbar utveckling undervisas med fördel genom ett ämnesövergripande arbetssätt. I läroplanen Lgr22 anges generella syften relaterade till hållbar utveckling. Elever ska utveckla handlingskompetens för framtiden och känna till och få kunskaper inom de utmaningar som världen står inför. En hållbar utveckling omfattar ekologiska, sociala och ekonomiska perspektiv varför ämnesövergripande och holistisk kunskap måste utvecklas. Trots det finns skäl att inom ett specifikt ämne tydliggöra hållbarhetsaspekter som har särskild relation till ämnet.

Teknisk förändring har spelat och spelar fortfarande en betydande roll för hållbar utveckling. Teknisk utveckling har bidragit till negativa konsekvenser för ekosystem och för sociala förhållanden men teknisk utveckling har samtidigt bidragit till många positiva konsekvenser och ses ofta som nödvändigt för hållbar utveckling.

Syftet med denna del är att sätta ett specifikt fokus på teknisk förändring i relation till hållbar utveckling. I delen framhålls och avgränsas därför vissa områden inom teknik och teknisk förändring som kan undervisas inom teknikämnet men lämpligen även inom

ämnesövergripande undervisning. En intention med texten är att synliggöra att teknikämnet i sig omfattar innehåll som inbegriper ett hållbar utvecklings-perspektiv.

Som stöd för undervisning för hållbar utveckling finns ett stort utbud av läromedel och övrigt material. Detsamma gäller för teknikämnet. Olika läromedel och inspirationsmaterial som arbetats fram av aktörer på området: intresseorganisationer, myndigheter, föreningar m.fl. bidrar med underlag och exempel som teknikläraren kan använda i undervisning om hållbar utveckling. I denna text kommer inte sådana exempel att beskrivas. Denna text har intentionen att inspirera läraren till att formulera sin egen strimma av hållbar utveckling genom teknikämnet. Att som lärare känna sig bekväm med att välja ut fokusområden eller spår, formulera konkreta lärandemål med grund i de erfarenheter och kunskaper man själv besitter.

Förhållningssätt, kunskaper och förmågor för hållbar utveckling är grunden. Avgränsningen till teknik och teknisk förändring som sker i denna del relateras till det. Texten kan därför ge läsaren en bas för ett undervisningsinnehåll inom teknikämnet med syfte att utveckla förhållningssätt, kunskaper och förmågor som hos eleverna leder till handlingskompetens för en hållbar utveckling.

Inledningsvis lyfts tre punkter fram, med syfte att belysa teknikämnets innehåll gällande hållbar utveckling i relation till teknisk förändring:

- Självklart inom teknikämnet
- Svårfångat inom teknikämnet
- Sällsynt inom teknikämnet

## **Självklart inom teknikämnet**

Inom teknikundervisning, när teknisk förändring och hållbar utveckling behandlas, väljs vanligtvis ett undervisningsinnehåll som inkluderar produktion och konsumtion i relation till hållbar utveckling. En ingång kan vara hur teknisk förändring bidragit till ökad resursanvändning i form av ökad vattenanvändning, energianvändning och ökad materialanvändning.

Olika teknikområden kan tas som exempel; livsmedelsproduktion, produktion av kläder, husgeråd eller elektronik. Gruvbrytningens miljökonsekvenser över tid, hur jordbruket förändrats till att kräva ökad bevattning och ökad kemikalieanvändning, hur produktion av kläder och elektronik blivit globala marknader med stora resursuttag. Själva produktionen kan beskrivas och dess konsekvenser synliggöras, dessutom kan undervisningen beskriva hur produkter transporteras och avyttras och därigenom bidrar till konsekvenser. Kemikaliers användning och spridning lyfts fram. Likaså bidrag till ökade koldioxidutsläpp och därigenom ökad växthuseffekt.

Undervisningen inom teknikämnet har ofta som syfte att presentera en komplex och holistisk bild över hur man konsumerar och producerar och därigenom använder resurser. Men även hur man transporterar, lagrar, avyttrar samt släpper ut ämnen, koncentrerar ämnen, leder ämnen genom system etc. Undervisningen kan möjliggöra för elever att få uppskatta sina ekologiska fotspår, få fundera över produkters livscykel och anta utmaningar som ska sätta fokus på den egna resursanvändningen med syfte att öka handlingskompetens. För eleverna kan det tydliggöras hur teknisk förändring med betydelsen teknisk utveckling och teknisk produktion kräver resursanvändning av olika slag. Men även hur teknikutveckling kan innebära hur problem löses och nya mer hållbara idéer förverkligas.

## **Svårfångat inom teknikämnet**

Mer svårfångat inom teknikämnet är de aspekter inom hållbar utveckling som behandlar människosyn och demokratiska värderingar. Att olika människor har olika åskådningar ska respekteras. Likaså att reflektion och kritiskt tänkande betonas i fundamentet för en hållbar utveckling.

Inom teknikämnet har teknikoptimism varit en utbredd syn. Ständig tillväxt är ett förgivettaget tillstånd hos många aktörer som på olika sätt agerar för teknisk förändring. Man talar om vikten av att utveckla ekosystemtjänster, grön teknik, att teknisk förändring med hållbara förtecken är enda vägen framåt. Teknikämnet kan sägas vara bärare av ett förgivettaget tillstånd när det gäller hållbar utveckling: teknikoptimism. Detta trots att hållbar utveckling ska kännetecknas av kritiskt tänkande och öppenhet för olikhet i livssyn och livsstil. En fråga man kan fundera över inom teknikämnet är därför: kan man vara kritisk mot en teknikoptimistisk syn inom teknisk förändring och mot syn på teknikutveckling som möjliggörare för hållbar utveckling?

En annan fråga som kan vara intressant att ställa inom teknikämnet; kan man ifrågasätta tillväxt?

Dessutom kan ifrågasättas vad teknisk förändring egentligen innebär. Exempelvis den tekniskt drivna urbaniseringen, vad säger forskningen om den - är den tekniskt driven? Se referenslistan (IVA, 2017)

Inom teknikämnet kan det vara intressant att problematisera hur Sveriges konsumtion bidrar till ökade koldioxidutsläpp i andra länder när vi minskar belastningen inom vår nationsgräns. Hur miljökonsekvenser har flyttats från en nation till att bli ett globalt problem (Naturvårdsverket, 2021). I en rapport från Naturvårdsverket (2014) kunde konstateras att den genomsnittliga privata konsumtionen i Sverige är långt ifrån miljömässigt hållbar (Naturvårdsverket, 2018). Naturvårdsverket konstaterar vidare att om miljö- och hälsopåverkan ska minska till hållbara nivåer behöver vår livsstil och

våra konsumtionsmönster förändras. För att åstadkomma förändringar är behovet av nya styrmedel och åtgärder stort. Befintliga styrmedel behöver också ses över så att de inte motverkar en hållbar utveckling. Naturvårdsverket föreslår följande:

- Det handlar inte bara om att påverka vad vi konsumerar, utan även om att styra i riktning mot hållbara konsumtionsnivåer och förändrade beteenden.
- Ekonomisk utveckling behöver frikopplas från ökad konsumtion, ökat uttag av naturresurser och ökade negativa miljökonsekvenser.
- Nya mått på välfärd behöver utvecklas.
- Både offentliga och privata aktörer behöver bidra till att skapa förutsättningar som underlättar hållbara beteenden.
- Miljöpåverkan till följd av konsumtion uppstår ofta långt ifrån den slutliga användningen, det vill säga konsumtionen.
- Miljöpåverkan sker också i flera led – vid råvaruproduktion, förädling, transport, distribution, försäljning, användning och kvittblivning – och för att beskriva konsumtionens miljöpåverkan måste därför ett livscykelperspektiv anläggas.

Konsumtionsbilden är komplex vilket bidrar till att det råder brist på kompletta faktaunderlag och kunskap om konsumtionens miljöpåverkan. Bland annat behövs mer kunskap om den miljöpåverkan som svensk konsumtion ger upphov till i andra länder (Naturvårdsverket, 2018).

Inom IVL svenska miljöinstitutet, genomförs studier vars resultat tydligt visar att det finns stora miljövinster med att producera färre produkter, mer hållbara produkter och att använda de produkter vi redan har längre. Detta förstärker argumenten att vi bör alla tänka på hur vi konsumerar och uppmuntrar företag att införa mer hållbara affärsmodeller – laga, låna och återanvänd är en viktig väg mot hållbarhet (Åsa Lindskog, Avfall Sverige, 2017) IVL, 2017.

Teknikämnet skulle därmed kunna synliggöra ytterligare en bild av teknisk förändring – inte bara en bild relaterad till tillväxt och teknisk utveckling, utan med ett fokus på att inte producera nytt utan att snarare vidmakthålla det befintliga. Det finns möjlighet att ta upp sådana aspekter inom skolans teknikämne. Syftet är detsamma, att utveckla handlingskompetens. Att elever ska få syn på sin egen roll i relation till en hållbar utveckling.

## Sällsynt inom teknikämnet

Undervisning för hållbar utveckling beskrivs inte bara i våra nationella styrdokument utan även av FN:s organ för utbildning, Unesco (2021) som en: ”beskriver en kvalitativ utbildning som lär ut värderingar, beteenden och livsstilar som krävs för att ställa om samhället och hitta lösningar på världens ekonomiska, sociala och miljömässiga utmaningar. Exempel på teman inom hållbar utveckling är fattigdomsminskning, medborgarskap, fred, etik, lokalt och globalt ansvarstagande, demokrati och förvaltning, begränsning av katastrofer, utveckling av landsbygd och stad, vatten, hållbar urbanisering, jämställdhet och kulturell mångfald”.

I citatet framkommer ytterligare dimensioner av hållbar utveckling som varit svår fångade inom teknikämnet men som mycket väl kan utgöra både intresseväckande och utvecklande perspektiv. Men det kan vara svårt att synliggöra. Åsa Stenmarck, IVL Svenska Miljöinstitutet: ”Konsumenter har svårt att se den totala påverkan som deras konsumtion har på miljön. De ser bara det avfall som uppkommer när de slänger sina uttjänta produkter – de ser aldrig allt det avfall som uppstått i produktionen. Det gör det svårare för konsumenter att ändra sina beteenden till mer hållbara”. Teknikämnet kan försöka att omfamna etiska aspekter, fattigdom, ansvarstagande etc. Ett exempel är den tekniska förändringen av telefonen, hur människor i hela världen idag använder mobiltelefonen. Men hur sker produktionen av mobiltelefoner? Vilka etiska problem kan uppstå när mobiltelefonens komponenter ska produceras? Coltanbrytningen är ett exempel som beskrivits i tidigare delar men som så tydligt beskriver ett etiskt dilemma: en produkt som vi så gärna vill ha – trots att människor far illa (Magda Gad i Läkartidningen, 2013; Sveriges radio, 2018)

Etik-, ansvarstagande- och kritiska aspekter kan ges plats inom teknikämnet när hållbar utveckling ska relateras till teknisk förändring.

Sammanfattningsvis gäller det att inom teknikämnet synliggöra olika perspektiv på teknik och teknisk förändring för att möjliggöra elevers utvecklande av bred handlingskompetens för hållbar utveckling. Vissa områden och frågeställningar kan av tradition kännas mer näraliggande teknik och teknisk förändring medan andra perspektiv kan upplevas mer svår fångade, men trots det relevanta. Teknikens dubbla natur bör betraktas och lyftas fram i diskussioner. Teknisk förändring kan leda till förbättring och till försämring.

Ett sätt att närma sig hållbar utveckling med anknytning till specifikt teknisk förändring är att utgå ifrån FN:s globala mål (2021).

Målen 6, 7, 9, 11, 12 ligger mitt i fåran för teknik och teknisk förändring, även om de andra tangeras också. Utvärdering av de tidigare Milleniemålen visar att vissa mål har infriats och andra har en mer negativ utveckling. Den ekologiska miljön är ett exempel

på ett målområde där uppföljning visar på en tillbakagång. En tolkning kan vara att förbättrad hälsa, förlängd livslängd och minskad fattigdom sker på bekostnad av den ekologiska miljön. Tas grund i de globala målen blir det tydligt att kompetens för hållbar utveckling kräver ett holistiskt angreppssätt. Ett ämnesövergripande arbetssätt. Trots det bidrar specifikt kunskaper om teknisk förändring till ökad förståelse för hållbar utveckling eftersom vissa områden är tätt förknippade med kunskaper i teknik.

Idag råder stor vetenskaplig konsensus om det akuta tillståndet i miljön. Det talas till och med om att människan som art är den enskilt starkaste kraften vad det gäller påverkan på jordens klimat och ekosystem. Den tidsålder, eller geologiska epok, vi i och med detta går in i brukar kallas antropocen. Att forskarna diskuterar en ny geologisk epok beror på de starka avtryck som mänskligheten, med start i industrialiseringen, har gjort. Det handlar om förändringar i jordskorpan genom förflyttningar av material och sediment, påverkan på och utrotningen av olika arter, förändrat klimat, stora mängder gifter i miljön och urbanisering bara för att nämna de mest påtagliga. Denna apokalyptiska situation genererar en mängd frågor som handlar om hur vi lever, om vem som har ansvar, om vem det är som drabbas, om hur resurser fördelas men, förstås, också hur det kunde bli så här.

Den enskilt viktigaste faktorn, eller möjliggöraren, är förstås tekniken och de otroligt kraftfulla redskap mänskligheten utvecklat för att bearbeta, omvandla och flytta oss själva och naturvärden. Idéhistorikern Marshall Berman skrev i sin bok *Allt som är fast förflyktigas* (1982) om de enorma omvälvningar som tekniken, genom industrialiseringen, ledde till:

Det moderna livets virvelström uppkommer ur många källor: stora upptäckter inom fysiska vetenskaperna som ändrar våra bilder av universum och vår plats i det; produktionens industrialisering som omsätter vetenskaplig kunskap i teknologi, skapar nya mänskliga miljöer och förstör gamla, ökar den allmänna livstakten, alstrar nya former av bolagsmakt och klasskamp; väldiga demografiska omvälvningar som skiljer miljoner människor från deras nedärvda boplatser och kastar dem ut över halva världen och in i nya liv; en snabb, ofta jordskredsartad stadstillväxt; som innesluter och binder samman de mest olikartade folk och nationer; allt mäktigare nationalstater, byråkratiskt strukturerade och förvaltade, i ständig strävan att utvidga sin makt; sociala massrörelser av människor och folk som utmanar de politiska och ekonomiska herrarna och försöker vinna kontroll över sina liv; och slutligen, som bärare och pådrivare av alla dessa människor och institutioner, en ständigt expanderande och drastiskt fluktuerande världsmarknad. (Berman, 1982)

Tekniken har givit mänskligheten förmågan att förändra och omvandla i stor skala. Tänk t ex bara på dynamiten och hur den möjliggjort att bokstavligen flytta berg och hur vi med hjälp av maskiner av olika slag också har kapaciteten att transportera allt material.

Enligt inofficiella siffror växer Kinas tredje största stad Guangzhou med en bra bit över hundratusen invånare varje år. Vilka effekter får detta på landsbygden, vad krävs för att bygga i en sådan omfattande takt vad det gäller material och transporter och hur upprätthålls systemen som ska hantera alla dessa människor på en och samma plats? Samma sak gäller för Stockholm men i något mindre skala. Stockholm växer med 35 000–40 000 invånare varje år och även där uppstår effekter för transporter, material och system.

Tekniken och teknisk förändring har också indirekta effekter som påverkar omgivningen. Det handlar om förbränning och de avgaser som släpps ut, det handlar om restprodukter eller om teknik som vi helt enkelt inte vill ha mer. Elektronikavfall har blivit ett allt större problem då det ofta transporteras till länder med svagare restriktioner och där tas det inte om hand utan kontaminerar miljön i överskådlig tid. Hur påverkar det livsvillkoren för dem som ska bo där i framtiden och varför ska de betala ett så högt pris för andra människors välfärd?

Citatet från Berman ovan visar också hur olika processer och skeenden i samhället samverkar. På samma sätt belyser begreppet ”hållbar utveckling” relationen mellan ekonomiska-, sociala- och ekologiska faktorer och att dessa tillsammans måste vara hållbara. Hållbar utveckling implicerar således en mycket stor komplexitet. Möjligen tittar vi på energiklassningen när vi köper en TV. Samtidigt vill vi förstås att det ska vara ett bra pris och inte sällan är vi måna om att få så mycket av den senaste tekniken som möjligt inom vår prislåda. Att TV-apparater ändå är så pass billiga i Sverige beror på att de flesta komponenterna produceras och sätts ihop i låglöneländer. Inte sällan är arbetsförhållandena dåliga med långa arbetspass och hög exponering av farliga ämnen. Samtidigt ställs inte heller samma krav vad det gäller t ex utsläpp från fabrikena. Exemplet visar hur sociala, ekonomiska och ekologiska faktorer är intrasslade i varandra.

Det är i ljuset av denna komplexitet som begreppet ”hållbar utveckling” fått sitt genomslag. Även om det finns en uppsjö av tolkningar och definitioner så är grundtanken att vi ska tillgodose dagens behov utan att kompromissa med morgondagens behov. I detta är tekniken en av de mest centrala faktorerna. Både i hur problemen skapas och som en del av lösningen. Här nedan presenteras sex vinklingar av teknisk förändring i relation till hållbar utveckling.

## **Teknisk förändring i relation till hållbar utveckling**

### **De nya miljökonsekvensernas karaktär**

Orättvisor och miljökonsekvenser är givetvis inget nytt. Vi har redan nämnt skogsskövling i antikens Grekland som på många sätt påverkade naturens och framtida

generationers förutsättningar. Bevattningssystemen i forna Egypten är ytterligare ett exempel som förändrade ekosystemen i de områden där tekniken tillämpades samtidigt som tekniken förbättrade livsvillkoren genom ökad och säkrare produktion av föda. På olika sätt har dock all slags produktion effekter på omgivningen och framtiden.

Historiskt sett har miljökonsekvenser sällan eller aldrig lösts på annat sätt än att människan skjuter bort problemen i tiden eller rummet. Tekniken används visserligen för att lösa ett problem, men man kommer på detta sätt inte åt grundproblemet utan skjuter bort det – något som man brukar kalla out of sight, out of mind på engelska. Ett exempel på det förra från introduktion av vattentoaletter i Stockholm. Där fanns länge ett förbud mot VC eftersom delar av Mälaren och Saltsjön förorenades kraftigt på grund av att man bara släppte avloppsvattnet orenat rakt ut i vattnet. Ett av argumenten för (åter-)införandet av VC i början av 1900-talet var att vissa makthavare förväntade sig att det i framtiden skulle uppfinnas ny teknik som kunde oskadliggöra orenligheter och föroreningar i vattnet som uppstått på grund av VC. Här handlade det alltså om att skjuta upp problemen i tid, snarare än att egentligen lösa dem, även om avloppsrören tog hand om det akuta problemet i närmiljön.

Att man skjuter bort negativa miljöeffekter finns massor av exempel på, alltifrån s.k. landfills som länge varit en metod för kvittblivning av avfall i USA men även i Sverige, till att man byggt högre och högre skorstenar och längre och längre avloppsrör för att ”bli av” med föroreningar (så kallat ”end of pipe”). Konsekvenserna är en utspädning men föroreningarna transporteras globalt och efterhand får de påverkan över hela jordklotet. Ett närliggande exempel i de flesta industriländer är också kärnavfallens hantering, som kombinerar bortskjutandet i rummet och tiden. Kärnavfallet grävs ner långt ner i underjorden, i väntan på att det ska oskadliggöras genom att materialet sönderfaller, men halveringstiderna är enorma och kan innebära hundratusentals år.

Trots att miljökonsekvenser inte är något nytt så hände något i och med industrialiseringen. Industrialiseringen intensifierade produktionsprocesserna dramatiskt. Sociologen Anthony Giddens skriver:

Vad har inträffat som fått samhällsformer, som dominerat mänsklighetens historia fram till för ett par hundra år sedan, att försvinna? Svaret är med ett enda ord *industrialiseringen*, dvs utvecklingen av en maskinell produktion som baseras på icke levande kraft som ånga eller elektricitet. De industrialiserade samhällena skiljer sig markant från varje annan form av tidigare social ordning [...]. (Giddens, 1994, s. 127).

Med detta steg kunde produktionen ske i helt ny skala, det industrialiserade samhället kunde skapa helt nya förutsättningar för välfärd och livskvalité. Tekniken öppnade en tillsynes osinlig guldgruva genom effektivisering av produktionen och

produktutveckling. Så kraftigt förändrade livsvillkor för så många under så kort tid har aldrig sett sin like i historien.

Denna framgång hade dock baksidor. Den kraftfulla tekniken kunde användas till destruktiva saker, inte minst i form av krigsmateriel. Med tiden hade människan i och med kärnvapnet gett sig själv kapaciteten att också utplåna sig själv. Som att inte det räckte så innebar den ökade produktionen och det aldrig sinande begäret efter mer resurser nya former av miljöproblem. Miljöproblemen blev svårare att se med blotta ögat eller att känna med lukten eller andra sinnen. Få saker kan vara så upprörande som när någon inte plockar upp bajset efter sin hund men nästan ingen reagerar när någon startar en bil trots att det senare på många sätt är mycket värre. Skillnaden är att det senare inte syns eller känns. I alla fall inte med en gång. Det är svårt att sätta en så tillsynes trivial handling som att starta bilen i relation till ökad mängd växthusgaser i atmosfären eller till de där partiklarna som kommer ut och som i för höga halter är livsfarliga. De syns ju inte. Det syns inte heller när jag äter min biff eller dricker min mjölk. Miljökonsekvenserna har gått från att vara konkreta, lokala och relativt enkla till att vara abstrakta, globala och ytterst komplexa. Vi behöver idag ofta väldigt avancerade teknik för att kunna ”se” miljöproblemen. Det gör att vi också måste lita på dem som har kunskapen att använda och förstå instrumenten (Gyberg & Rundgren, 2013).

## **Den tveeggade tekniken**

Teknikens roll för miljöns tillstånd är oomtvistlig. Det är med tekniken vi förbränner, transporterar, utvecklar nya kemikalier, bryter oss djupare ner i jordskorpan, möjliggör kvantitetskonsumtion och skövlar skogar och fiskbestånd. Tekniken har gjort det möjligt för människan att exploatera i en takt som hotar själva fundamentet för våra livsbetingelser. Denna dystra bild leder lätt till uppgivenhet men med ett så kraftfullt redskap som tekniken så kan vi givetvis också använda tekniken för att vända utvecklingen till det bättre. Vi kan rädda utrotningshotade arter, hitta tekniker som minskar eller helt tar bort utsläpp, vi kan utveckla tekniker för att övervaka känsliga naturområden och vi kan hitta nya former för matproduktion som inte sliter på jordens resurser i samma utsträckning.

I denna mening är tekniken ett tveeggat svärd eftersom den både skapar och löser problem. Att se teknik som en lösning på problemen har kraftigt kritiserats. Ska vi alltså bara fortsätta som vi gör och hoppas att teknikutveckling leder till nya miljövänliga former för energiomvandling eller till att hantera redan skapade problem. Som alla vet är detta redan den gängse metoden att lösa miljöproblem. Om vi tänker på bilen så har tekniken kring bilens reningssystem eller motorers effektivitet förbättrats. Katalysatorer är ett sådant exempel. Ett annat är olika styrsystem som optimerar bränsletillförseln. Vi ställer också ökade krav på hur mycket ett visst fordon får släppa ut per längdenhet. Om

fordonet inte kommer ner under gränsvärdena så måste detta åtgärdas. Vi utvecklar också nya, mer miljövänliga, bränslen.

En av begränsningarna med att låta tekniken lösa problemen är att det ger legitimitet att inte ändra på andra saker, t ex våra beteenden. Är problemet hur mycket som släpps ut per längdenhet eller hur mycket vi kör? Är det överhuvudtaget rationellt att alla ska sitta i en varsin plåtlåda för att transportera sig till ungefär samma plats vid ungefär samma tidpunkt? Att fortsätta som vi gör men att låta tekniken göra det vi gör lite grönare brukar kallas för ekologisk modernisering (Hajer, 1995).

## Optimerad livsstil

På senare tid har miljöfrågan fått en så central plats i det västerländska samhället att den oavsett om vi bryr oss, är intresserade eller tror att allt är något slags ”hitte på” eller inte är definierande för våra identiteter. Miljöfrågan har till och med liknats med klassbegreppet eftersom den anses så starkt definierande för vilka vi är. Det här betyder att det finns en miljömedvetenhetsskala på vilken vi placerar oss eller blir placerade. Även om man ”inte bryr sig” så tvingas man att göra olika val som är miljörelaterade. Om du köper besprutade bananer istället för krav- och rättvisemärkta så gör du ett aktivt eller passivt val som säger något om dig som person. Vi har också oftast en idé om hur vi själva placerar oss på miljöskalan, eller engagemangsskalan. Det kan t.ex. låta ungefär så här: ”Jag bryr mig, men inte som de där som är extrema.” Även om man inte är engagerad så finns oftast en stor medvetenhet och ofta en kunskap om hållbar utveckling.

Redan med Brundtlandsrapporten sattes ett starkare fokus på den enskilda individens roll i arbetet med miljön. Det blev ett ännu starkare fokus i och med Agenda 21 i början av 1990-talet. Den före detta statsministern Göran Persson myntade begreppet ”det gröna folkhemmet” som ytterligare förseglade synen på individens ansvar och roll i att komma tillrätta med problemen.

I Sverige har det hänt väldigt mycket vad det gäller möjligheten för hushåll att minska sin miljöbelastning och stora resurser har lagts på att utbilda människor så att de ska få bättre kunskaper om vilka val som är de bästa ur miljösynpunkt. I detta förändringsarbete har tekniken haft en mycket central roll. De tekniker vi använder i hemmet (vattenkokare, kylskåp, fönster, TV-apparater, bilar, datorer, osv) har optimerats för att minimera el- och värmeåtgången. Återvinningssystemen blir allt mer raffinerade och effektiva, det ställs hårdare krav på nybyggda hus och bilar och vi har möjlighet till allt mer information om hur min miljöpåverkan ser ut. Vi har också ökade kunskaper om hur olika saker påverkar miljön, eller i alla fall vad som är bättre eller sämre (t ex att kolsyrat vatten är sämre än vanligt vatten). Alla dessa saker där tekniken möjliggör en optimering av saker som vi redan gör innebär förstås inte att vi egentligen

gör en faktisk förändring. Tekniken gör det möjligt att fortsätta precis som vi gjort tidigare. Kritiken av detta skulle kunna vara att tekniken på så sätt gör det möjligt att fortsätta med ett ohållbart levnadssätt när det vi egentligen behöver göra är att vara mer kritiska till hur samhället är uppbyggt och till vår konsumtionstakt. Den livsstil som nu uppmuntras är egentligen bara samma sak men mer optimerad.

För den optimerade livsstilen passar också så kallad ”nudging” in. Nudging innebär att vi som konsumenter och medborgare får en liten ”knuff” i rätt riktning t ex så att vi slänger saker i papperskorgen eller väljer det mer miljövänliga alternativet i butiken. Ibland är vi inte ens medvetna om att vi får en sådan knuff.

Tekniken kan lösa många problem men vi bör vara försiktiga med att lägga alla ägg i teknikkorgen. Ett väldigt påtagligt problem med optimeringsperspektivet är att det lilla som vinnas med optimeringen snabbt tas igen genom att vi kräver mer, större och starkare. Den marginella (får man väl ändå säga) effektivisering av bilmotorer har ätits upp av att bilarna är fler, att vi vill ha större bilar och att de ska vara starkare. Samma sak kan sägas gälla t.ex. belysning där lamporna visserligen är betydligt effektivare men där vi samtidigt har ökat antalet lampor per hushåll dramatiskt de senaste tjugo åren. Framför allt så fortsätter konsumtionen att öka stadigt och trots att vi är duktiga på att återvinna så vore det betydligt bättre om det som behövdes i form av resurser för ökad konsumtion istället fick förbli orört.

## **Social och ekologisk resiliens**

Resiliens benämner kapaciteten hos ett system, vare sig det är en skog, en stad, eller en ekonomi att hantera förändringar och fortsätta att utvecklas (Holling 1973). Det handlar alltså om både motståndskraft och anpassningsförmåga samt om förmågan att vända chocker och störningar, som en finanskris, eller klimatförändringar, till möjligheter till förnyelse och fortsatt liv under nya villkor. Målet är att, istället för att motsätta sig förändring och förstå det som något negativt, stimulera ett systems förmåga att hantera påverkan utan att övergå i ett mindre önskvärt tillstånd, genom att fokusera på dess självorganisation och anpassningsbarhet till sin miljö. Inom ekologin och biologin talas det ofta om ekologisk resiliens, dvs. förmågan hos ett ekosystem att möta olika förändringar som stormar, bränder, och föroreningar. Om ett ekosystem förlorar sin resiliens klarar det inte av att förnyas efter en störning och kan drabbas av kollaps. På senare tid har begreppet adopterats av miljövetenskapen och utvidgats även till sociala system. Denna definition av resiliens bygger alltså på uppfattningen att människa och natur är så pass starkt sammanvävda att de bör förstås som ett holistiskt, socio-ekologiskt system (Folke 2006). Dessa forskare menar att ekologiska och sociala system är så pass ömsesidigt beroende av varandra att de samverkar dynamiskt, vilket innebär att de analyser som försöker isolera det rent ”naturliga” från det ”sociala” gör en reduktion som missar många viktiga påverkansmekanismer – det finns dock ingen

konsensus inom forskarkåren *hur* det sociala och ekologiska bör förstås tillsammans (Adger 2000).

## **Tillväxtkritik och planetära gränser**

Tillväxtkritik existerar i många olika former men vad huvuddelen kan sägas ha gemensamt är ifrågasättandet av tillväxt som fundament för den rådande föreställningen av en fungerande ekonomi, eller av mänsklig utveckling rent generellt. Istället för tillväxt lyfts ofta "hållbarhet" fram, vilket antyder att mänskligheten – eller främst vissa delar av mänskligheten – lever över sina tillgångar. Frågor kring teknik är ofta nära till hands eftersom det handlar om produktion och resursanvändning, alltså mänsklig modifiering och nyttjande av miljön. Några forskare menar även att kritiska brytpunkter i det planetära systemet har passerats med irreversibla och skenande klimatförändringar som följd, samt att situationen snabbt riskerar att bli värre om inte graden av mänsklig påverkan på miljön radikalt minskar.

## **6. Mitigering och teknisk manipulering av klimatet**

Mitigering av klimatförändringar avser insatser för att minska eller förhindra långsiktiga förändringar av klimatet, exempelvis vid utsläpp av växthusgaser. Det kan handla om användning av ny teknik och förnybara energikällor, att göra äldre tekniker mer energieffektiva, eller insatser för att förändra förvaltningspraxis och konsumenters beteenden. Det kan variera från att vara så komplicerat som en plan för att förvandla en hel stad, till att vara så enkelt som en designförbättring av en spis. Runt om i världen pågår en mängd olika insatser, från utveckling av högteknologiska tunnelbanesystem till utbyggnad av gång- och cykelvägar. Tekniska och politiska strategier som har med mitigering att göra skiljer sig främst gentemot resiliens-konceptet i att det förra har att göra med förebyggande arbete medan det senare handlar om adaptering till de förändringar som redan inträffat eller oundvikligen kommer att inträffa.

Även storskalig och avsiktlig manipulation av det planetära klimatet genom tekniska ingrepp – s.k. "climate engineering" eller "geoengineering" – har på senare år kommit att diskuteras allt mer flitigt som ett seriöst, tänkbart alternativ för att hejda och bearbeta klimatförändringar. Dessa strategier är kontroversiella på grund av den osäkerhet som fortfarande råder kring vilka miljömässiga, sociala, etiska, ekonomiska eller politiska problem och risker som kan uppstå i form av oönskade eller oväntade effekter av dess implementering. Så sent som 2007 uttryckte FN:s klimatpanel IPCC sin skepsis, med motivering att tekniken är för omogen, för långt borta, och för riskfylld. I dag har inställningen förändrats, och i sin presentation av den femte utvärderingsrapporten 2014 lyfte organisationen frågan igen genom att inkludera geoengineering som en punkt under hur klimatförändringarna kan begränsas. Teknisk manipulering av klimatet är exempel på vad miljöforskarna Björn-Ola Linnér och Victoria Wibeck kallar för "dubbel högriskteknologi": det är riskfyllt att utveckla dessa tekniker, men det är även

riskfyllt att inte göra så (Linnér & Wibeck 2015). Ytterligare ett dilemma är att dessa tekniker i dagsläget endast existerar i väldigt tidiga stadier av utveckling, så som idéer, modeller eller prototyper, samt att mindre otillförlitlig kunskap endast kan nås genom storskalig implementering, vilket i dagsläget inte ses som ett alternativ på grund av de överblickbara konsekvenserna. Men trots de stora kunskapsluckorna närmar sig dessa tekniker den politiska dagordningen, vilket fordrar ställningstaganden hos samhällets alla aktörer.

De olika vinklarna av teknisk förändring i relation till hållbar utveckling som beskrivs ovan syftar till att göra nedslag i kunskapsinnehåll. Kunskapsinnehåll som kan uppfattas relevant inom teknikämnet i grundskolan.

## **Fördjupning genom urval av texter**

Ända sedan Thomas Malthus teori om befolkningstillväxt (2007 [1798]), och vidare genom Garrett Hardins oro för våra allmänningar och ekosystemens bärkraft (Hardin 1968; Hardin 1977; Hardin 1991), hela vägen fram till moderna analytiska begrepp så som “planetära gränser” (Rockström et al. 2009a; Steffen et al. 2015) och “ekologiska fotavtryck” (Wackernagel & Rees 1996; Wackernagel et al. 1999), har en central fråga när det gäller förhållandet mellan människa och natur varit hur man kan och bör begränsa konsumtion och modifiering av miljön inom sådana gränser som garanterar en viss livskvalitet för framtida generationer – oavsett om dessa begränsningar definieras genom “boundaries”, ”limits”, “tipping points” eller “loads”, eller om de är globala eller lokala till sin skala. Trots meningsskiljaktigheter om hur man på bästa sätt identifierar och förstår komplexiteten i de begränsningar som är nödvändiga för ett fortsatt mänskligt blomstrande, vad dessa forskare ändå har gemensamt är att samtliga föreskriver upprättandet av ett s.k. “safe operating space” (Rockström et al. 2009b), dvs. en sådan begränsning av graden av mänsklig påverkan på miljön som är förenlig med det aristoteliska konceptet om det goda livet (Owens 2013). Miljöforskaren Johan Rockström och atmosfärkemisten Will Steffen har tillsammans med bl.a. nobelpristagaren Paul Crutzen och den tyska klimatrådgivaren Hans-Joachim Schellenhuber identifierat nio planetlivsuppehållande system väsentliga för människans överlevnad, samt försökt att kvantifiera hur långt sju av dessa system redan har förskjutits. De har sedan beräknat hur mycket längre vi kan fortsätta innan vår egen överlevnad hotas, då de menar att det bortom dessa gränser finns en risk för abrupta och oåterkalleliga miljöförändringar vilket skulle kunna göra jorden mindre beboelig. Deras beräkningar visar att tre av dessa planetära gränser verkar ha korsats: nämligen de som rör biodiversitet, klimatförändringar, och kvävecykeln. (Rockström 2009b). Konceptet med planetära gränser är nära sammankopplat med en systemvetenskaplig förståelse av planeten som ett holistiskt, självreglerande system, i stil med James Lovelocks Gaia-hypotes (Lovelock 1972; Lovelock & Margulis 1974), och förlitar sig på sofistikerad

teknik för att modellera de dynamiska processer och “feedback loops” som tillsammans upprätthåller de ekosystem vi är beroende av.

Ett centralt verk inom tillväxtkritiken är utan tvekan den rapport som gavs ut 1972 av den globala tankesmedjan Romklubben, baserad på en simulering av exponentiell ekonomisk och befolkningstillväxt inom ett ramverk av ändliga resurser. Argumentet i *The Limits to Growth* (Meaows et al. 2013 [1972]) var att fem variabler: befolkningsmängd, industriell kapacitet, föroreningar, livsmedelsproduktion, samt resursförbrukning; skulle växa exponentiellt, medan teknikutvecklingen och förmågan hos framtida tekniker att effektivisera resursanvändandet endast skulle göra så linjärt. Med detta avsåg författarna att på nytt sätta fokus på planetens begränsade förmåga att absorbera tillväxten i dessa variabler, samt att utmana en ogrundad teknikoptimism som kan användas för att avfärda tillväxtkritik som inget annat än nymalthusiansk moralism.

Det finns ytterligare en fåra teorier som kan sägas tillhöra den diskurs som kopplar samman tillväxtkritik med studier av teknik och av planeten som ett system, men vilka snarare härrör ur en nymarxistisk tradition – eller för att vara mer specifik, ur beroendeteori. Den amerikanska sociologen Immanuel Wallerstein, en av grundarna av den s.k. “världssystemteorin” (Wallerstein 1974; 2004), är nog en av de mest kända förespråkarna, men geografen Alf Hornborg är kanske den forskare som på senare tid tydligast har integrerat ett originellt teknikperspektiv. I *The Power of the Machine* (2001) syftar Hornborg till att syntetisera politisk ekonomi med politisk ekologi, vilka traditionellt har studerats separat. Hornborgs tes är att det kapitalistiska produktionssystemet vilar på en teknikfetischism (Hornborg 2015) vilken blundar för att de artefakter vi nyttjar och den tekniska utveckling som vi upplever i väst är beroende av en stor mängd outnyttjad mark och billig arbetskraft i den “perifera”, tredje världen. Industriell teknik är enligt Hornborg således inte tillgänglig för alla, och den kommer aldrig att kunna bli så eftersom den förutsätter en ojämn maktrelation mellan de som har tillgång till denna teknik och de som måste arbeta för att möjliggöra denna tillgång. “Industrial technology,” skriver Hornborg, “[...] depends for its existence on not being accessible to everyone.” Modern industri och dess teknik kräver en ständigt ökande kvantitet av billig energi och billiga råmaterial för att kunna fortgå – dvs. det bränsle som säkerställer att de tekniska artefakterna kan fortsätta fungera – men entropi garanterar att det inte kommer finnas nog för att upprätthålla denna utveckling. “The idea of distributing [technology] evenly among all the peoples of the world would be as contradictory as trying to keep a beef cow alive while restoring its molecules to all the tufts of grass from which it has sprung” (Hornborg 2001: 125). Att fetischera teknik är därför att bortse från de sociala och ekologiska relationer som möjliggör dess upprätthållande, samt det faktum att denna situation är ohållbar i en värld av begränsade resurser. Historiskt sett så vilar mycket av denna teoritradition på en social kritik av

kolonialismen och kan därmed placeras inom det fält som brukar kallas för “post-koloniala” studier.

## Referenser

Adger, Neil W. (2000) “Social and Ecological Resilience: Are They Related?”, *Progress in Human Geography*, Vol. 24, No. 3.

Berman, (1982) ”Allt som är fast förflyktigas”

Blewitt & Cullingford, (2004) *The sustainability curriculum – The challenge for higher education*. New York: Taylor&Francis. ISBN 13: 978-1-85383-949-8

FN:s Globala mål: Hämtad 2021-12-16 från : <http://www.globalamalen.se/>

Folke C. (2006) “Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-ecological Systems Analyses”, *Global Environmental Change*, Vol. 16.

(Magda Gad i Läkartidningen, 2013)

<https://lakartidningen.se/Aktuellt/Nyheter/2013/08/Tva-miljoner-valdtagna-i-krigets-Kongo/>

Giddens, A. (1994) *Beyond left and right. The future of radical politics*. Cambridge: Polity Press.

Gyberg & Rundgren (2013) *Tio skäl att strunta i miljön*. Linköping: Tema teknik och social förändring.

Hajer, (1995) *Politics on the Move: The Democratic Control of the Design of Sustainable Technologies*. Springer.

Hardin, G. (1968) “The Tragedy of the Commons”, *Science*, Vol. 162.

Hardin, G. (1977) “Ethical Implications of Carrying Capacity”, i Hardin, G. & Baden, J. (eds.) *Managing the Commons*, New York. W.H. Freeman & Co.

Hardin, G. (1991) “Paramount Positions in Ecological Economics”, i Costanza, R. (ed.) *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, New York: Columbia University Press.

Holling, C. S. (1973) “Resilience and Stability of Ecological Systems”, *Annual Review of Ecological Systems*, Vol. 4, No. 1.

Hornborg, A. (2001) *The Power of the Machine: Global Inequalities of Economy, Technology, and Environment*, Lanham: AltaMira Press.

Hornborg, A. (2015) "The Political Economy of Technofetishism: Agency, Amazonian Ontologies, and Global Magic", *HAU: Journal of Ethnographic Theory*, Vol. 5, No. 1.

(IVA, 2017) <https://www.iva.se/globalassets/info-trycksaker/framtidens-godastad/framtidensgodastad-urbanisering.pdf>

Lindskog, Åsa Avfall Sverige, 2017). Hämtad från:

<http://www.ivl.se/toppmeny/pressrum/pressmeddelanden/pressmeddelande---arkiv/2015-11-28-86-kilo-avfall-for-att-producera-en-enda-mobiltelefon.html>

Linnér, B-O. & Wibeck, V. (2015) "Dual High-stake Emerging Technologies: A Review of the Climate Engineering Research Literature", *WIREs Climate Change*, Vol. 6, No. 2.

Lovelock, J. (1972) "Gaia as Seen Through the Atmosphere", *Atmospheric Environment*, Vol. 6, No. 8.

Lovelock, J. & Margulis, L. (1974) "Atmospheric Homeostasis by and for the Biosphere: The Gaia Hypothesis", *Tellus*, Vol. 26, No. 2.

Malthus, T. (2007 [1798]) *An Essay on the Principle of Population*, New York: Dover Publications.

Meadows, Donatella H., Randers, J & Meadows, Dennis L. 2013 [1972]. 'The Limits to Growth', in Robin, L., Sörlin, S. & Warde P. (eds.) *The Future of Nature: Documents of Global Change*, New Haven: Yale University Press.

Naturvårdsverket (2014) Förslag till åtgärder för en mer hållbar konsumtion, rapport: NV-00685-14

Naturvårdsverket (2018) Miljöpåverkan från svensk konsumtion – nya indikatorer för uppföljning Slutrapport för forskningsprojektet PRINCE. Hämtad 2021-12-16 från: <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/6800/978-91-620-6842-4.pdf>

Naturvårdsverket (2021). Konsumtionsbaserade utsläpp av växthusgaser i Sverige och andra länder. Statistik hämtat 2021-12-16 från: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-Sverige-och-andra-lander/>

Owens, S. (2013) "Commentary – Johan Rockström, Will Steffen, Kevin Noone, et al., 'A Safe Operating Space for Humanity' (2009)", i Robin, L., Sörlin, S. & Warde P. (eds.) *The Future of Nature: Documents of Global Change*, New Haven: Yale University Press.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å. et al. (2009a) "Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity", *Ecology and Society*, Vol. 14, No. 32.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å. et al. (2009b) "A Safe Operating Space for Humanity", *Nature*, Vol. 461.

Sandell, m fl. (2005) *Education for Sustainable development: nature, school and democracy*. Lund: Studentlitteratur.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, Sarah E. et al. (2015) "Planetary Boundaries: Guiding Human Development on A Changing Planet", *Science*, Vol. 347, No. 6223.

Stenmarck, Åsa. (2015) Produkters totala avfall – studie om avfallaet fotavtryck och miljökostnader. Rapport 2015:22. Avfall Sverige. Hämtad 2021-12-16 från [https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user\\_upload/Publikationer/2015-22.pdf](https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/Publikationer/2015-22.pdf)

Sveriges radio, (2018) <https://sverigesradio.se/artikel/7107091>

Unesco (2021). Hämtad 2021-12-16 från: <https://unesco.se/utbildning/utbildning-for-hallbar-utveckling/>

Wackernagel, M., Rees, W. (1996) *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, Philadelphia: New Society Publishers.

Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A. et al. (1999) "National Natural Capital Accounting with the Ecological Footprint Concept", *Ecological Economics*, Vol. 29.

Wallerstein, I. (1974) *The Modern World System: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World Economy in the Sixteenth Century*, New York: Academic Press.

Wallerstein, I. (2004) *World-Systems Analysis: An Introduction*, Durham: Duke University Press.

## Övriga lästips

Hansson, A. (2014) "Ambivalence in Calculating the Future: The Case of Re-engineering the World", *Journal of Integrative Environmental Sciences*, Vol. 11, No. 2.

The United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014) *The 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Genève: IPCC.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, Stephen R. & Kinzig, A. (2004). “Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems”, *Ecology and Society*, Vol. 9, No. 2.