

24 av 25 luftföroreningar har minskat sedan 1990 – lärdomar från framgångsrik miljöpolitik

Miljödebatten präglas ofta av pessimism, den här artikeln beskriver i stället framgångsrik miljöpolitik – sedan 1990 har 24 av 25 luftföroreningar minskat, i relation till BNP är nedgången omkring 75 procent. Vi presenterar statistik för samtliga 25 luftföroreningar och beskriver hur utsläppen av svaveldioxid, kvicksilver, HCB, kadmium och bly utvecklats. I förhållande till BNP har dessa luftföroreningar gått ner med mellan 86 och 99 procent. Oberoende forskning har skapat en medvetenhet om miljöproblemen, därefter har styrmedel såsom skatter och lagstiftning introducerats successivt. Miljöpolitik som fokuserar på hantering av negativa externaliteter tycks alltså fungera relativt väl.

Hans Rosling visade i sina föreläsningar och böcker hur människor tenderar att felbedöma läget i världen när det gäller globala frågor om fattigdom, läskunnighet och medellivslängd. Såväl allmänheten som experter verkar tro att utvecklingen är sämre än vad som faktiskt är fallet (Rosling m fl 2018).

Vi har sett liknande tendenser på miljöområdet. Under perioden 1990–2021 minskade Sveriges utsläpp av växthusgaser med 33 procent och i relation till BNP var minskningen 65 procent. I en opinionsundersökning utförd av Novus på uppdrag av Fossilfritt Sverige (2023) i juni, svarade dock endast åtta procent korrekt på hur Sveriges CO₂-utsläpp utvecklats sedan 1990. Hälften trodde att utsläppen i stället ökat och kunskapsluckan visade sig extra stor bland studerande, unga vuxna och boende i Stockholm (Fossilfritt Sverige 2023). Tidigare undersökningar av liknande slag har visat på ett ännu sämre kunskapsläge (Fossilfritt Sverige 2021). Mot bakgrund av detta är det viktigt att sammanställa och presentera fakta gällande den faktiska utvecklingen på miljöområdet.

Hur har utsläpp av luftförorenande ämnen utvecklats i Sverige sedan 1990 och vilka lärdomar kan dras från den här utvecklingen? I den här artikeln presenterar vi data för hur 25 olika luftföroreningar har förändrats i Sverige under åren 1990–2021. Därefter ger vi en kortare beskrivning av mekanismerna bakom utsläppsminskningarna gällande svaveldioxid, kvicksilver, HCB, kadmium och bly. Varför har vi lyckats minska dessa utsläpp och vilka lärdomar kan överföras till det pågående arbetet med att minska utsläppen av koldioxid?

Inom nationalekonomin talas det ofta om miljöförstöring som en negativ externalitet. Externa effekter kan definieras som en bieffekt av ekonomisk aktivitet. När en tredje part påverkas speglar inte marknadspris eller produktionskostnad de resurser som faktiskt förbrukas. Utan miljölagstift-

JONAS GRAFSTRÖM, PHILIP REHNBERG OCH CHRISTIAN SANDSTRÖM

Jonas Grafström är fil dr och forskare inom nationalekonomi samt vice VD på Ratio – Näringslivets forskningsinstitut och gästlektor vid Luleå tekniska universitet. jonas.grafstrom@ratio.se

Philip Rehnberg skriver för närvarande sin masteruppsats i demografi vid Stockholms universitet och är knuten till Ratio. philip.rehnberg@gmail.com

Christian Sandström är teknologie doktor och biträdande professor vid Internationella Handelshögskolan i Jönköping, docent vid Chalmers och knuten till Ratio. Hans forskning handlar om samspelet mellan teknisk utveckling, regleringar och företags konkurrenskraft. Christian.sandstrom@ju.se

ning blir det ur ekonomisk synvinkel rationellt för företagen att fortsätta producera utan att ta hänsyn till miljön. Därför enas miljöekonomerna ofta i att effektiv miljöpolicy bör ta hänsyn till förhållandet mellan insats och kostnad samt göra det lönsamt och rationellt för aktörer att integrera miljöaspekter (Isaksson 2005).

En relaterad forskningslitteratur har argumenterat för att miljölagstiftning kan främja teknologisk utveckling. Detta samband sammanfattas ofta i den så kallade Porterhypotesen som säger att välgenomtänkt miljölagstiftning kan öka företagets konkurrenskraft genom att höja innovationstakten, vilket i sin tur kan kompensera de kostnader som lagstiftningen i sig medför (Porter och van der Linde 1995). I den här artikeln ger vi såväl en övergripande bild av utvecklingen gällande luftföroreningar som ett försök att beskriva samspelet mellan politik, ekonomi och teknik.

Vi inleder med att presentera en helhetsbild. 1990 lämpar sig som jämförelseår då många tillgängliga tidsserier börjar där och eftersom utsläppsnivåer ofta ställs i relation till 1990 i linje med Kyotoprotokollet (UNFCCC 2020). Därefter fördjupar vi analysen gällande hur utsläppsminskningarna faktiskt har gått till i fem enskilda fall. Avslutningsvis urskiljs mönster i hur lagstiftning, regleringar och teknisk utveckling föranlett dessa minskningar.

1. Luftföroreningar

Den svenska luften förorenas mindre än för 30 år sedan. Sedan 1990 har utsläppen minskat från 24 av 25 uppmätta luftförorenande ämnen (se tabell 1). År 2018 var motsvarande siffra 23 av 25 (Grafström och Sandström 2020). I tabellens högra kolumn ställs utsläppen även i förhållande till BNP, där det tydliggörs att utsläppen till luft per BNP minskat kraftigt mellan 1990 och 2021 för samtliga uppmätta luftföroreningar.

Majoriteten av luftföroreningar i Sverige har minskat kraftigt, många med över 60 procent jämfört med 1990. Figur 1 innehåller grafer över de utsläpp som har minskat mest sedan 1990. En relevant fråga att ställa sig när vi nu kämpar för att minska koldioxidutsläppen är hur och varför vi lyckats så bra med att reducera dessa skadliga utsläpp.

2. Bly

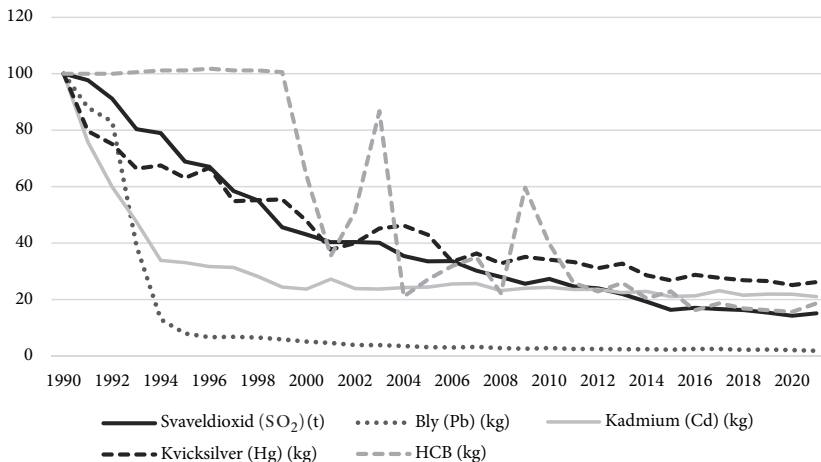
Bly (Pb) är det förorenande ämne som minskat mest bland luftföroreningarna i Sverige; sedan 1990 med 98 procent jämfört med 2021-års nivåer. I början av 1990-talet var de totala utsläppen ca 370 ton, vilket kan jämföras med dagens utsläpp på ungefär sju ton per år. Största delen av minskningen kommer från inrikes transporter, vilket främst förklaras av införandet av blyfri bensin i mitten av 1980-talet. Sedan 1990 har blyutsläppen inom transportsektorn minskat med 99 procent (Naturvårdsverket 2023b).

Blyets toxicitet blev uppenbar när forskare kunde koppla blyexponering

Förorenande ämne	Förändring av utsläpp 1990–2021	Förändring av utsläpp per enhet av BNP 1990–2021
Bly (Pb) (kg)	- 98%	- 99%
Arsenik (As) (kg)	- 89%	- 95%
Svaveldioxid (SO ₂) (t)	- 85%	- 92%
HCB (kg)	- 81%	- 90%
Kadmium (Cd) (kg)	- 79%	- 89%
Nickel (Ni) (kg)	- 79%	- 89%
Benso(k)fluoranten (kg)	- 74%	- 87%
Kolmonoxid (CO) (t)	- 75%	- 87%
Kvicksilver (Hg) (kg)	- 74%	- 86%
Krom (Cr) (kg)	- 72%	- 86%
Dioxin (g I-Teq)	- 71%	- 85%
Benso(a)pyren (kg)	- 68%	- 83%
Zink (Zn) (kg)	- 64%	- 82%
Benso(b)fluoranten (kg)	- 65%	- 82%
Indeno(1,2,3-cd)pyren (kg)	- 64%	- 82%
PAH 1–4 (kg)	- 65%	- 82%
PM2.5 (t)	- 65%	- 82%
Flyktiga organiska ämnen (t)	- 62%	- 81%
Kväveoxider (NO _x) (t)	- 60%	- 79%
PM10 (t)	- 48%	- 73%
Koppar (Cu) (kg)	- 42%	- 70%
TSP (t)	- 37%	- 67%
Ammoniak (NH ₃) (t)	- 15%	- 56%
PCB (kg)	- 1%	- 49%
Selen (Se) (kg)	9%	- 44%

Tabell 1
Utsläpp av luftföroreningar

Källa: SCB (dataleverantör: Naturvårdsverket).



Figur 1
Utsläpp av svaveldioxid, kvicksilver, bly, HCB och Kadmium i Sverige 1990–2021

Källa: SCB (dataleverantör: Naturvårdsverket).

till allvarliga hälsoproblem, särskilt hos barn. Under 1900-talet växte insikten av ämnets skadlighet då studier påvisade ökad risk för neurologiska skador, inlärningssvårigheter och beteendeproblem vid långvarig blyexponering. Geokemisten Clair Petterson varnade 1959 för att även exponering av låga doser bly kunde medföra negativa hälsoeffekter vilket sporrade forskning under 1960-talet (Needleman 1999).

Under 1970-talet påbörjade USA utfasning av bly i bensin i samband med katalysatorns uppkomst. Svenska Volvo hade då redan utvecklat en katalysator som krävde blyfri bensin och som fick stort genomslag i USA men det dröjde innan lagstiftningen följde efter i Sverige och Europa. 1983 gick Västtyskland ut med ett principbeslut om att introducera blyfri bensin och katalysator tvång på samtliga bilar till 1986. Österrike, Schweiz och de nordiska länderna följde efter, liksom så småningom hela europeiska ekonomiska gemenskapen (EEG). EEG bestämde att katalysatorer skulle bli obligatoriska först 1995 vilket Sverige och Västtyskland ansåg var en för långsam tidsram. Därför initierades den sk Stockholmsgruppen, innefattande tio progressiva länder med mål om snabbare förändringar. Från 1986 fanns blyfri bensin på så gott som alla bensinstationer i Sverige och dess grannländer. Katalysatorns införande gjorde blyfri bensin till en nödvändighet för nya bilar från år 1989. 1993 infördes krav på att alla nya bilar i EEG skulle utrustas med katalysatorer (Näsman och Pitteloud 2022).

Sedan dess har andelen bilar med katalysatorer ökat snabbt, delvis med hjälp av en skrotningspremie för gamla bilar (Naturvårdsverket 2023c). Blyutfasningen i bensin skedde gradvis med bl a gränsvärden för blyhalt per liter samt differentierade skatter på blyad och oblyad bensin. 1992 introducerades en helt blyfri bensin och 1994 var all såld bensin blyfri i Sverige. Slutligen kunde ett totalt blyförbud införas 1995 utan några större protester (Världsbanken 1998).

Förutom transportsektorn har blyutsläppen minskat kraftigt inom industrin och förbränning. Sedan 1990 har sektorns utsläpp minskat med 96 procent vilket främst beror på bättre reningsutrustning hos järn- och stålverk. Även hushållens utsläpp relaterade till uppvärmning av bostäder och lokaler har minskat med 43 procent sedan 1990, tack vare att individuell uppvärmning ersatts av exempelvis fjärrvärme (Naturvårdsverket 2023b).

3. Svaveldioxid

Svaveldioxid (SO_2) är en av de luftföroreningar som minskat mest jämfört med 1990, även mätt i förhållande till BNP. År 2021 var Sveriges sammanlagda utsläpp av svaveldioxid drygt 15 000 ton, vilket är en femtedel av utsläppen år 1990. Sedan 1990 har svaveldioxidutsläppen i Sverige minskat med 85 procent och mätt i utsläpp per enhet av BNP är minskningen ca 92 procent (SCB 2023).

Minskningen beror framför allt på övergången till bränsle med lågt svavelinnehåll och främst inom industrisektorn. Utsläpp från förbränning och

processer inom industrisektorn har minskat med drygt 80 procent sedan 1990 och 2021 stod industrin för 76 procent av de totala svaveldioxidutsläppen till luft. Förr stod även inrikes transporter för en stor del av SO₂-utsläppen. Dessa har minskat med 98 procent sedan 1990 och står i dag för endast en procent av SO₂-utsläppen tack vare övergång till bränslen med lägre svavelhalt.

Redan under industrialiseringen noterades samband mellan luftföroreningar och andningsbesvär hos befolkningen. En annan tidig indikator på svaveldioxidens negativa effekter var försurningen av mark och vatten som orsakades av sk surt regn. Fenomenet observerades redan på 1800-talet men det var först under tidigt 1900-tal som forskare började dokumentera samband mellan luftföroreningar och väderfenomen som smog och surt regn. Därefter publicerades allt fler studier och framåt 1970-talet stod det klart att svaveldioxid och kväveoxid från mänsklig aktivitet var de huvudsakliga orsakerna (Likens m fl 1974).

I Sverige fanns det en relativt tidig medvetenhet då svaveldioxid och dess potentiellt skadliga effekter omnämns redan i propositioner från 1940-talet. Från år 1980 åtog sig riksdagen att reducera svavelutsläppen med olika riktvärden och 1991 infördes en svavelskatt på omkring 30 kr per kilo svavel i bränsle. Om industrier reducerade sina utsläpp kunde en del av beloppet dessutom återföras. Skatten bedöms ha bidragit till minskad inblandning av svavel i olja. Även energiskatten och koldioxidskatten har haft inverkan genom att skifta användning av kol och olja till biobränslen (IEEP 2016).

FN:s luftvårdskonvention, konventionen om långväga gränsöverskridande luftföroreningar, trädde i kraft 1983 efter att nordiska forskare påvisat en koppling mellan svavelutsläpp i Centraleuropa och försurning av skandinaviska sjöar. Det mest omfattande protokollet i konventionen är det sk Göteborgsprotokollet om försurning, övergödning och marknära ozon. Det undertecknades 1999 och trädde i kraft 2005 och innefattar nationella utsläppstak för svaveldioxid, kväveoxider, flyktiga organiska ämnen och ammoniak. Därtill regleras Sveriges utsläpp av luftföroreningar även av EU:s taktidirektiv, i vilket kraven till stor del är samordnade med krav inom luftvårdskonventionens Göteborgsprotokoll (Naturvårdsverket 2023a). Dessa samarbeten anses också ha bidragit till renare produktionsmetoder och kraftigt minskade utsläpp av svaveldioxid till luft.

4. Hexaklorbensen (HCB)

Hexaklorbensen (HCB) är ett organiskt ämne som tillverkats och använts framför allt som bekämpningsmedel mot svampangrepp inom jordbruket. Ämnet bildas också oavsiktligt i olika förbrännings- och kloreringsprocesser inom industrin. Tidigare var kemiindustrin en stor utsläppskälla av HCB till luft i Sverige men sedan 1990 har industrins utsläpp minskat med över 99 procent (Naturvårdsverket 2023i).

Under 1900-talet ökade medvetenheten om HCB:s potentiella risker.

Dess giftighet och förmåga att spridas över långa avstånd ledde till oro för dess påverkan på människors hälsa och ekosystem. I dag vet vi att HCB är cancerframkallande och kan orsaka skador på arvsmassan. Forskning påvisade ämnets persistens i miljön och dess förmåga att transporteras i luften över långa avstånd. Regelverk började utvecklas för att minska användningen och utsläppen av HCB. Under 1970- och 1980-talen förbjöds användningen av HCB som fungicid i många länder vilket resulterade i kraftigt minskande utsläpp och sjunkande halter i miljön (Josefsson 2018). I Sverige och EU råder i dag totalförbud mot användning av HCB (Naturvårdsverket 2023i). Den avsiktliga produktionen har därför i praktiken upphört vilket betyder att de primära utsläppen i dag främst kommer från oavsiktlig bildning. I Sverige kommer den största delen av HCB-utsläppen från el- och fjärrvärmesektorn, men även gruvindustrin, byggsektorn samt avfallssektorn där förbränning orsakar oavsiktliga utsläpp (Josefsson 2018).

2021 stod hela industrisektorn för 46 procent av de totala utsläppen medan el- och fjärrvärmeproduktion stod för 35 procent. Utsläpp från el- och fjärrvärmeproduktion har ökat (med 150 procent) sedan 1990 till följd av ökad förbränning av fasta biobränslen och hushållsavfall (Naturvårdsverket 2023i).

Luftutsläppen av HCB totalt sett har dock minskat kraftigt sedan 1990. Genom att reglera användningen och avveckla HCB i produkter och processer har Sverige gradvis minskat HCB-utsläppen i luften. Sedan 1990 har utsläppen till luft i Sverige minskat avsevärt med ca 81 procent (SCB). Dessa minskningar kan i synnerhet härledas till principen om bästa tillgängliga teknik som finns återgiven i Miljöbalken och härstammar från EU:s industriutsläppsdirektiv som kraftigt minskat industrisektorns utsläpp (Naturvårdsverket 2023i).

5. Kvicksilver

Sedan 1990 har Sverige framgångsrikt minskat kvicksilverutsläpp till luft genom både striktare regler och teknologiska framsteg som gjort industriprocesser renare. Utsläppen har minskat med ca 74 procent mellan 1990 och 2021. Mätt i utsläpp per enhet av BNP är motsvarande minskning ca 86 procent (Naturvårdsverket 2023d; SCB 2023).

Kvicksilver räknas som ett av de farligaste miljögifterna och kan ge skador på hjärnan och det centrala nervsystemet. Barn är särskilt känsliga och framför allt i fosterstadiet då hjärnan och nervsystemet fortfarande utvecklas (Naturvårdsverket 2023e). Kvicksilver används i olika produkter och industriprocesser, exempelvis termometrar, vissa glödlampor och kemiska katalysatorer. Utsläpp sker även vid förbränning av fossila bränslen samt vid produktion av cement och vissa metaller. Den största utsläppskällan globalt är i dag småskalig guldutvinning (Naturvårdsverket 2023e; Kessler 2013).

Kvicksilver lever kvar länge i vatten och mark och kan spridas över mycket långa avstånd i atmosfären. Även om Sverige minskat sina utsläpp kraf-

tigt så kan kvicksilver spridas genom nedfall som beror på utsläpp i andra länder (Naturvårdsverket 2023d).

På 1950- och 1960-talet kunde vetenskaplig forskning avslöja allvarliga hälsoeffekter av kvicksilver, inte minst efter anmärkningsvärda observationer i den lilla fiskebyn Minamata i Japan. På 1950-talet började döda fåglar, fiskar och andra havslevande varelser dyka upp i Minamatabukten. År 1956 rapporterades ett utbrott av en okänd neurologisk sjukdom bland områdets fiskefamiljer som då troddes bero på förorenade skaldjur. 1957 tillskrevs åkommorna namnet Minamatasjukan. Så småningom identifierades metylkviksilver som det ämne som orsakat sjukdomen. Det hade släppts ut i avloppsvatten från en lokal kemiindustri och förorenat bukten. Senare under 1960-talet upptäcktes även liknande symptom hos befolkningar i Niigata i Japan och hos ursprungssamerikaner i Ontario i Kanada där liknande industrier låg bakom (Kessler 2013).

2013 beslutade FN om Minamatakonventionen för att motverka utsläpp av kvicksilver globalt. Konventionen har signerats av 130 länder varav merparten även har ratificerat avtalet (UN Environment Program 2021). Sverige hade då länge varit ett av de mest drivande länderna för att få fram ett internationellt samarbete gällande globala kvicksilverutsläpp (Kessler 2013).

Sverige har sedan 2009 haft ett generellt förbud mot att släppa ut kvicksilver och kvicksilverhaltiga varor på svenska marknaden. Från 2011 råder det genom EU:s kvicksilverförordning förbud för alla EU-länder att exportera metalliskt kvicksilver. 2018 uppdaterades förordningen i linje med Minamatakonventionen och innefattar nu även ett importförbud samt begränsning av amalgamanvändning (Kemikalieinspektionen 2022a).

Utöver förbuden har Sverige framför allt minskat sina kvicksilverutsläpp inom industrisektorn med hjälp av bättre reningsutrustning inom stålverk och metallsmältverk samt kemiindustrin. En annan stor källa till dagens utsläpp är el- och fjärrvärmeproduktionen, framför allt förbränningen av fasta biobränslen och avfall. Trots att produktionen av el- och fjärrvärme ökat kraftigt sedan 1990, har kvicksilverutsläppen från sektorn minskat med 68 procent (Naturvårdsverket 2023d).

6. Kadmium

Kadmium är en tungmetall med användning i olika industriella applikationer och produkter som batterier och färgpigment. Kadmium användes under lång tid utan fullständig medvetenhet om dess skadliga effekter. Ämnet sprids till luften via förbränning av både fossila bränslen och biobränslen. Världshälsoorganisationen har identifierat kadmium som en stor risk för folkhälsan (Naturvårdsverket 2023f).

Tidig forskning visade att kadmium kunde frigöras i atmosfären från industriprocesser och därmed bli en luftförorening (Flick m fl 1971). Det har också länge varit känt att kadmium är farligt för människans hälsa och

under senare delen av 1900-talet ökade medvetenheten om kadmiums negativa hälsoeffekter, såsom ökad risk för cancer, benskörhet och skador på njurar (Kemikalieinspektionen 2022b).

Kadmiumutsläpp till luften sker primärt från smältverk inom metallindustrin, kraftverk samt förbränning av avfall och biobränsle (Pacyna m fl 2009). I dag är kadmiumutsläppen till luft i Sverige förhållandevis små på knappt ett halvt ton per år. Det motsvarar en minskning på 79 procent sedan 1990. Minskningen beror främst på teknologiska framsteg och renare produktionsmetoder inom industrin, framför allt bättre reningsutrustning inom metallsmältverk och stålverk. Mycket av denna minskning tillskrivs EU:s industriutsläppsdirektiv och principen om bästa tillgängliga teknik. Kadmium regleras även av FN:s Luftvårdskonvention (CLRTAP), samt av EU:s Luftkvalitetsdirektiv (2008/50/EG) (Naturvårdsverket 2023h).

Sedan 1990 har industrisektorns utsläpp av kadmium i luften minskat med 93 procent. Bara mellan 2020 och 2021 minskade industrisektorns utsläpp med 24 procent, främst från metallindustrin, vilket dock kan röra sig om en pandemieffekt (Naturvårdsverket 2023g).

Pacyna m fl (2007) visar att de högsta utsläppen till atmosfären av kadmium i Europa skedde under 1960-talet då produktionen av framför allt koppar och zink i smältverk eskalerade samtidigt som det saknades gränsvärden och regleringar för utsläpp. De första stora minskningarna av kadmiumutsläpp skedde under mitten av 1970-talet då effektivare filter implementerades på smältverk och cementverk runtom i Europa. På 1980- och 1990-talet minskade utsläppen ytterligare då effektivare avsvavlingsanläggningar installerades på smält- och kraftverk i främst västra Europa.

7. Avslutning

Trenden är tydlig gällande de utsläpp som Naturvårdsverket mäter och på många vis ger den skäl till försiktig optimism på miljöområdet. Våra resultat visar avsevärda förbättringar gällande luftföroreningar i Sverige sedan 1990. Hans Roslings slutsatser gällande människors oförmåga att se de förbättringar som sker omkring dem gällande exempelvis fattigdomsbekämpning verkar också ha viss bäring på miljöområdet. Den aggregerade data som presenterats i den här artikeln tyder på att miljöpolitik som adresserar negativa externaliteter med hjälp av lagstiftning har fungerat mycket väl – och bättre än vad allmänheten tror.

Det finns också viktiga lärdomar att dra beträffande samspelet mellan ekonomi, politik och teknik. De fem exempel vi studerat mer ingående följer ett gemensamt mönster där det första steget är insikt och medvetenhet om ämnets fara, både för miljö och människa. Forskning och experiment har väckt debatt och bidragit till slutsatser om utsläppens härkomst samt dess påverkan på miljö och människa. Därefter har utfasning skett genom exempelvis lagstiftning, ekonomiska styrmedel och industriregleringar som i sin tur främjat teknologisk utveckling och renare produktionsmeto-

der. I takt med att tekniken utvecklas, har lagstiftningen skärpts gradvis.

Ibland, som i blyets fall, har tekniken föregått lagstiftningen, då katalysatorn fanns på plats långt innan blyutfasningen inleddes i Sverige. Vad gäller svaveldioxid var det snarare tvärtom, där lagstiftningen i form av svavel-skatten bedöms ha bidragit till innovation och kostnadseffektiva utsläppsminskningar. Även internationella avtal och samarbeten som EU och FN har spelat en viktig roll när det gäller utfasning av luftföroreningar i Sverige.

Den här artikeln påvisar en del av sambanden mellan miljöförbättringar, ekonomi och politik. Generellt kan sägas att hantering av externaliteter med hjälp av skatter och lagstiftning verkar ha varit ett framgångsrecept, men att vägen från medvetenhet om problemen till faktiska åtgärder har tagit många decennier.

Det finns ett flertal lärdomar som i viss mån kan överföras till dagens miljöutmaningar, exempelvis minskningen av koldioxidutsläpp. Resultaten understryker behovet av oberoende forskning avseende skadligheten hos olika ämnen. Vidare verkar lagstiftningen i dessa framgångsfall ha gått i takt med den ekonomiska och tekniska utvecklingen. Även om politiken ofta har visat vägen och agerat för att minska de negativa externa effekterna verkar den ha agerat i rimlig harmoni med rådande tekniska och ekonomiska begränsningar.

REFERENSER

- Flick, D F, H F Kraybill och J M Dmitroff (1971), "Toxic Effects of Cadmium: A Review", *Environmental Research*, vol 4, s 71–85, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0013935171900363?via%3Dihub>.
- Fossilfritt Sverige (2021), "Låg kunskap om svenska utsläppsminskningar", 31 december 2021, <https://fossilfrittverige.se/2021/12/31/lag-kunskap-om-svenska-utslappsminskningar/>.
- Fossilfritt Sverige (2023), "Kunskapsglappet – svenskarnas kännedom om klimatomställningen", 16 juni 2023, <https://fossilfrittverige.se/wp-content/uploads/2023/06/Kunskapsglappet-Novus-rapport-Fossilfritt-Sverige.pdf>.
- Grafström, J och C Sandström (2020), *Mer för mindre? Tillväxt och hållbarhet i Sverige*, Ratio, Stockholm.
- IEEP (2016), *NOx and SO2 Taxes in Sweden*, <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/272d334d-c78b-4da6-8e39-f3259a6e8058/SE%20NOx%20SO2%20Tax%20final.pdf?v=63680923242>.
- Isaksson, L H (2005), "Abatement Costs in Response to the Swedish Charge on Nitrogen Oxide Emissions", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol 50, s 102–120, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069604001238>.
- Josefsson, S (2018), "Hexaklorbensen i svenska sediment 1986–2015", SGU-rapport 2018-23, <https://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1823-rapport.pdf>.
- Kemikalieinspektionen (2022a), "Kort om kvicksilverreglerna", Kemikalieinspektionen, Sundbyberg, <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/lagstiftningar-inom-kemikalieområdet/eu-gemensam-lagstiftning/kvicksilver/kort-om-kvicksilverreglerna>.
- Kemikalieinspektionen (2022b), "Samhälls-ekonomisk kostnad för frakturer orsakade av kadmiumintag via maten", Kemikalieinspektionen, Sundbyberg, <https://www.kemi.se/download/18.6df1d3df171c243fb23960c7/1591097407622/pm-12-12-kadmium.pdf>.
- Kessler, R (2013), "The Minamata Convention on Mercury: A First Step toward Protecting Future Generations", *Environmental Health Perspectives*, vol 121, nr 10, s A304–A309, <https://doi.org/10.1289/ehp.121-A304>.
- Likens, G E, F H Bormann och N M Johnson (1974), "Acid Rain, Environment: Science and Policy for Sustainable Development", vol 14, s 33–40, DOI:10.1080/00139157.1972.9933001.
- Naturvårdsverket (a), "Regionalt samarbete för att minska luftföroreningar", Naturvårds-

verket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/internationellt-miljoarbete/internationella-miljokonventioner/fns-luftvardskonvention-clrtap/>.

Naturvårdsverket (2023b), ”Bly, utsläpp till luft”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/bly-utslapp-luft/>.

Naturvårdsverket (2023c), ”Bilskrotning”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avfall/bilskrotning/>.

Naturvårdsverket (2023d), ”Kvicksilver, utsläpp till luft”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/utslapp-av-kvicksilver-till-luft/>.

Naturvårdsverket (2023e), ”Fakta om kvicksilver”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljoforeningar/metaller/fakta-om-kvicksilver/>.

Naturvårdsverket (2023f), ”Fakta och kadmium och kadmiumföreningar”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljoforeningar/metaller/fakta-om-kadmium-och-kadmiumforeningar/>.

Naturvårdsverket (2023g), ”Kadmium, utsläpp till luft”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/utslapp-av-kadmium-till-luft/>.

Naturvårdsverket (2023h), ”Utsläpp i siffror, Kadmium (Cd)”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Tungmataller/Kadmium/?selectedCountryCode=sv¤tPage=798>.

Naturvårdsverket (2023i), ”Hexaklorbensen, utsläpp till luft”, Naturvårdsverket, Stockholm, <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/utslapp-av-hexaklorbensen-till-luft/>.

Needleman, H L (1999), ”History of Lead Poisoning in the World”, presenterat på International Conference on Lead Poisoning Prevention and Treatment, Bangalore, https://www.biologicaldiversity.org/campaigns/get_the_lead_out/pdfs/health/Needleman_1999.pdf.

Näsman, M och S Pitteloud (2022), ”The Power and Limits of Expertise: Swiss-Swedish Linking of Vehicle Emission Standards in the 1970s and 1980s”, *Business and Politics*, vol 24, s 241–260, <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/C6807029E1E8BE511CA0EB27E6123C85/S1469356922000039a.pdf/div-class-title-the-power-and-limits-of-expertise-swiss-swedish-linking-of-vehicle-emission-standards-in-the-1970s-and-1980s-div.pdf>.

Pacyna, E G m fl (2007), ”Current and Future Emissions of Selected Heavy Metals to the Atmosphere from Anthropogenic Sources in Europe”, *Atmospheric Environment*, vol 41, s 8557–8566, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231007006267>.

Pacyna, J M, E G Pacyna och W Aas (2009), ”Changes of Emissions and Atmospheric Deposition of Mercury, Lead, and Cadmium”, *Atmospheric Environment*, vol 43, s 117–127, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231008009199>.

Porter, M E och C V D Linde (1995), ”Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”, *Journal of Economic Perspectives*, vol 9, s 97–118.

Rosling, H, O Rosling och A R Rönnlund (2018), *Factfulness – tio knep som hjälper dig att förstå världen*, Natur och Kultur, Stockholm.

SCB (2023), ”BNP från användningssidan (ENS2010), försörjningsbalans efter användning. År 1980–2021”, Statistiska centralbyrån, Stockholm, https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__NR__NR0103__NR0103E/NR0103ENS2010T01NA/.

UN Environment Program (2021), *Convention on Mercury: Parties and Signatories*, <https://mercuryconvention.org/en/parties>.

UNFCCC (2020), *What is the Kyoto Protocol?*, https://unfccc.int/kyoto_protocol/.

Världsbanken (1998), ”Phasing out Lead from Gasoline”, <http://documents.worldbank.org/curated/en/48507146876513862/pdf/multi-page.pdf>.