

Mats Bladh

# Vägskäl i svensk energihistoria

Den ena omställningen efter den andra



# Innehållsförteckning

Förord

- I. Bakgrund, syfte, begrepp och upplägg
- II. Kolet och den organiska ekonomin
  - Övergången till kol i England
  - Englands anpassning till kolet: Staden
  - Englands anpassning till kolet: Industrin
  - Transporter
  - Att överskrida de ekologiska gränserna
- III. Kol och vattenkraft i Sverige
  - Ångbåtar och kanaler
  - Ånglok och järnvägar
  - Gasverk
  - Industri
    - Drivkraft i industrin
  - Hushållens vedanvändning
  - Elektriciteten
    - Två stadselverk
    - Industrins elektrifiering
      - Elmotorerna
    - Kraftbolagen
    - Ellagen och vattenlagen
    - Vattenkraftens variationer,  
utvecklingsnationalismen och turismens  
uppkomst..

Trä, kol och el för svensk utvecklingsnationalism

#### IV. Avspärningar och imports substitution

Exportframgångar och livsmedelsbrist

Först tyskt kol, sedan bränslebrist

En arktisk kolkoloni, och torv

Från regionala till ett nationellt elsystem

Vattenkraft eller naturvärden

Rivalitet och samkörning

Kraftbolagen och landsbygdselektrifieringen

Elanvändning och bränsleimport

Andra världskriget: Lagerhållningens uppkomst

Industriell tillväxt och imports substitution

#### V. Oljeberoende och storskalig tillförsel

Energi för industri och byggnader 1945–1970

Kraftvärme eller atomkraft?

Storkraftverk och älvräddning

Att hantera variationer

Fördjupad systemintegration

Atombomb, atomeufori och vägen mot Oskar I

Big science, miljö och slöseri

#### VI. Energieffektiviseringens tidevarv

Kärnkraftsmotstånd

Först angående kärnavfallet

Sedan angående reaktorhaverier

Ett annat samhälle?

Den andra oljeprischocken

Värme, varmvatten och elprylar i byggnadssektorn

Fjärrvärmerna

Värmepumparna

Att välja riktning

Alla dessa elektriska apparater

Energianvändning i industrin

Stålproduktionen

Massa- och pappersindustrin

Massa- och pappersindustrin, elproduktionen  
och bioenergin

Skogen – från en hållbarhet till en annan?

Energieffektiviseringens underliga vägar

## VII. Energipolitiken

Älvarna, kärnkraften och oljan

Energiforskning!

Institutionaliseringen av energipolitiken

Ministrarna och politiken 1976–1991

Energipolitik och globalisering

Utveckling med utdragen avveckling

Kort utveckling om kärnavfallshanteringen

Åter till den utdragna avvecklingen

Vindkraftens stöd och motstånd

Solkraftens snabba genomslag

Kärnkraft, vindkraft och solkraft

Avregleringen av elsystemet

Konsekvenserna av elmarknadsreformen

Avreglering och "avreglering"

Klimatet och klimatpolitiken

Klimatpolitiken

Utsläppshandel och koldioxidskatt

Energipolitikens mål

## VIII. Bilar och drivmedel i USA

Städernas kollektivtrafik och turism

Bilspridningens trefaldiga dialektik

Elbilsspåret

Den bilism som exporterades

## IX. Bilar och drivmedel i Sverige

Tidig bilism i Sverige

Jakten på inhemska drivmedel

Sulfitspriten

Generatorgas

Oljeskiffer

Alternativa drivmedel som nischer

Miljöerans alternativa drivmedel

Metanol

Uppkomsten av drivmedelsmångfald

Etanolens uppgång och fall

Etanolparentesen

Biogas

Biogas från skogsråvara

Gas eller el från biomassan?

Biodiesel

Experimentell utveckling! Begränsad  
övergångslösning?

## X. Bilismen och elbilen

Om systembyggandet

Mer bil per bil

Elbilen efter ett halvsekel i träda

Den kaliforniska impulsen

Elbilar i Göteborg

Miljöbilar i Stockholm

Definitioner av elbilar och hybridbilar

Elbilens nya nisch som familjens andrabil

Batteriutvecklingen och laddinfrastrukturen

Att treva sig fram mot en omställning

Bilismen i backspegeln

Järnvägselektrifiering, trafikslagsbyte och minskad bilism

## XI. Slutsatser

Omställningarna

Begreppen

Kunskapsluckorna

Referenser

Register

## Förord

Denna bok grundar sig i en känsla av otillfredsställelse. Det är som om energifrågan strimlas sönder i små konfettibitar där vart och ett måste vara framtidsinriktat. Forskaren vid ett universitet skriver helst fokuserade artiklar för att maximera sitt CV, och utredaren vid en myndighet förväntas samla ihop fakta till det regeringsuppdrag hen tilldelats. Jag har gjort bägge och saknat den historiska helheten, men också sett att det finns intresse för bakåtblickar. De tidlösa "system" som man ofta rör sig med inom energiforskningen är ofta framtidsinriktade, såsom i de återkommande energikommissionerna, men dessas "helhetsgrepp" står med ryggen mot erfarenheterna.

Energhistoriska studier finns. Litteraturen blir faktiskt ganska stor om man tar med studier som är indirekt relevanta. I själva verket har jag tagit till vara dessa studier och satt in dem i ett tolkningsschema styrt av vad långa tidsserier pekar mot och med hjälp av begrepp som en person skolad i ekonomisk historia och teknik och samhällsstudier har lärt sig hantera. En "syntes" således. När jag frågade Dick Harrison hur man gör en syntes egentligen, skrev han bland annat att man inte får glömma någon studie. Eftersom det inte finns någon tydlig gräns för vad som är relevant litteratur törs jag inte utlova någon uttömmande lista, men den blev åtminstone lång. Låt mig få påpeka att denna bok står helt fri från alla intressenter i Energisverige - den är helt finansierad av det svenska pensionssystemet, vilket också gäller utgivningen.

Jag vill tacka alla författare - ingen nämnd och ingen glömd - som bidragit till referenslistan. Utan dem hade det inte blivit en bok av detta slag. Jag vill också tacka Sven Werner för att ha läst alla kapitel noggrant och korrigerat de

mest genanta misstagen hos en som saknar ingenjörsutbildning. Ett stort tack till Arne Kaijser för läsning av manus i ett sent skede. Ett tack också till Lars Ingelstam, Robert Thavenius, Mathias Fridahl och Fredrik Charpentier Ljungqvist för större eller mindre delar manus. Delar av manus har presenterats vid Harald Rohrachers seminarium vid Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet, och för Enheten för hållbar bioenergi vid Energimyndigheten. Återstående fel och brister faller helt på mig. Ett tack till Berit Nilsson för att hon stått ut med en person låst vid datorn i två år. Tack!



## **I. Bakgrund, syfte, begrepp och upplägg**

Dagens energisystem är resultatet av en mängd historiska val vid olika vägskäl. Aktörer har under växlande förutsättningar byggt visioner som vägledning mot framtiden. Innovationer har öppnat nya spår att beträda, avbrutna handelsförbindelser har gjort gamla spår svåra att bibehålla, ett yrvaket miljömedvetande har kastat prioriteringar över ända. Historieskrivning är ett sätt att reflektera över vad som gjorts medvetet och omedvetet. Dess uppgift liknar vad en person behöver göra efter arbetsdagens slut, att tänka igenom vad som gjorts och vad som kunde ha gjorts annorlunda.

Syftet med denna bok är att ge ett underlag för utvärdering av de historiska omställningar av energisystemet som gjorts i Sverige sedan 1800-talet. Med hjälp av deskriptiv statistik, syntes av litteratur och teoretiska begrepp kommer jag att göra tolkningar som i vissa avseenden är helt nya. Avsikten är att berättelsen ska bli en grund för reflektion och diskussion, samt en utgångspunkt för fortsatt forskning.

Historien skrivs förstås i ett historiskt perspektiv. Det är inte ett så oskyldigt påstående som man kanske kan tro. Om vi kunde ställa upp alla personer som deltagit i eller debatterat energisystemet efter vetenskaplig disciplin, så skulle vi finna många ingenjörer och en hel del nationalekonomer. Hos dem finns ingen historisk tidsdimension. Man kan likna det vid att de ritar tidlösa flödesscheman: "System" fångar upp att delarna påverkar varandra. Där söks universella lagar, giltiga överallt och under alla tider. Det ger en privilegierad position i aktuell politisk debatt eftersom allmängiltiga lagbundenheter gör det möjligt att göra anspråk på att spå om framtiden, vilket

beslutsfattare vill ha för att skydda sina beslut. Men i denna bok ställer vi frågan: Hur gick det då?

Det är klart att detta är ett ställningstagande från min sida. Rent ut sagt - svensk energipolitik skulle ha mått mycket bättre av en lång tillbakablick istället för alla dessa prognoser och spådomar i grunden bottnande i naturlagar upptäckta av Newton eller de universella "samband" som ekonomer utgår från. I själva verket måste en historiker göra en mängd val redan innan pennan sätts mot pappret för det första ordet. Avfärdandet av tidlösa begrepp är inte bara en fråga om att ge utrymme för ett historiskt perspektiv, utan också nödvändigt med tanke på att de tidlösa begreppen varit historiskt verksamma som motiv för åtgärder. Även dessa motiv måste granskas, och då krävs ett slags utanförskap.

Ett annat förtextuellt ställningstagande är att energisystemet ligger över en skärningspunkt, nämligen den mellan teknik och samhälle. Förbränningsmotorn är inte särskilt energieffektiv men den har blivit avsevärt effektivare under de hundra år den funnits som drivkraft för bilar. Det har inte lett till mindre drivmedelsförbrukning utan bilproducenterna har erbjudit kraftfullare motorer istället och bilköparna har gått med på det. Poängen är att ingenjörskunnande inte räcker för att förstå och förklara ett energisystem. Just när det gäller bilismen kommer sociologin att tas till hjälp i tolkningen.

Ett tredje ställningstagande är just att historievetenskapen är en tolkande vetenskap. Om man med "evidensbaserad" forskning menar resultat hämtat från experimentella studier där en experimentgrupp jämförs med en kontrollgrupp, så blir det omöjligt i historievetenskapen. Det går inte att isolera en faktor eftersom det saknas fall där till exempel järnvägar inte används med ett där de används. Det finns inget skjutmått längs tidslinjen där den är med ena gången och den andra gången inte - allt annat lika. Det försök av kontrafaktisk historieskrivning som

gjordes av Robert Fogel har kritiserats för att bortse från att järnvägarna kunde öka trafiken till lägre transportkostnader inte minst genom att öka precisionen i transporttiderna. Den förbättrade samordningen av transportsystemet la grunden för ökat varuflöde och därmed uppkomsten av de stora koncernerna. Det dynamiska inslaget var helt enkelt bortopererat i Fogels alternativa USA där kanalerna antogs ta järnvägarnas roll.<sup>1</sup>

Samtidigt är alternativa utvecklingsvägar en viktig tankeövning i den historiska utvärderingen. Jag har valt att stanna vid **vägskäl** och vägval utan att måla upp ett långt alternativt spår. Det finns något kumulativt i historien som gör att alternativhistorikern ganska snart hamnar i ett tvång att gissa och "anta" vad som skulle ha skett, som ger mer spekulation än kunskap. Frågan om vägskäl och vägval hör också ihop med "spårbundenhet".

Enligt teorin om **spårbundenhet** kan underlägsna tekniker överleva till följd av att vissa val görs vid en tidig tidpunkt som sedan blir bestående på grund av förstärkande mekanismer. Paul David och Brian Arthur utvecklade begrepp för detta perspektiv, och de gjorde det i polemik mot den historielösa neoklassiska ekonomiska teorin. Tyvärr utvecklades teorin i samma typ av "rigorösa" språkbruk som motståndarens, så de val David och Arthur gjorde minskade relevansen för teorin, så att den passar bäst för tekniker som standardiseras på ett tidigt stadium, till exempel tangentbordsuppsättningar och järnvägsvidder. När investeringar väl gjorts i en viss uppsättning eller vidd blir det svårt att gå över till en annan även då det finns rationella skäl att göra det. Davids teori lägger också stor vikt vid slumpen i det vägval som gjordes långt tillbaka i tiden, vilket också minskar relevansen.<sup>2</sup>

Jag kommer att använda begreppet i anslutningen till vägvalen: När ett vägskäl visar sig innebära spårbundenhet att man fortsätter i given riktning och undviker eller

motarbetar en avvikelse från denna riktning. Spårbundenhet behöver inte vara teknikbundenhet utan kan vara en låsning till den stora skalan istället för den lilla, centralisering istället för decentralisering, energitillförsel istället för energianvändning. Denna definition gör att spårbundenheten inte blir evig och inte fortplantas genom ärftligt tekniskt tvång. Istället är det kopplat till idén om "utvecklingsblock".

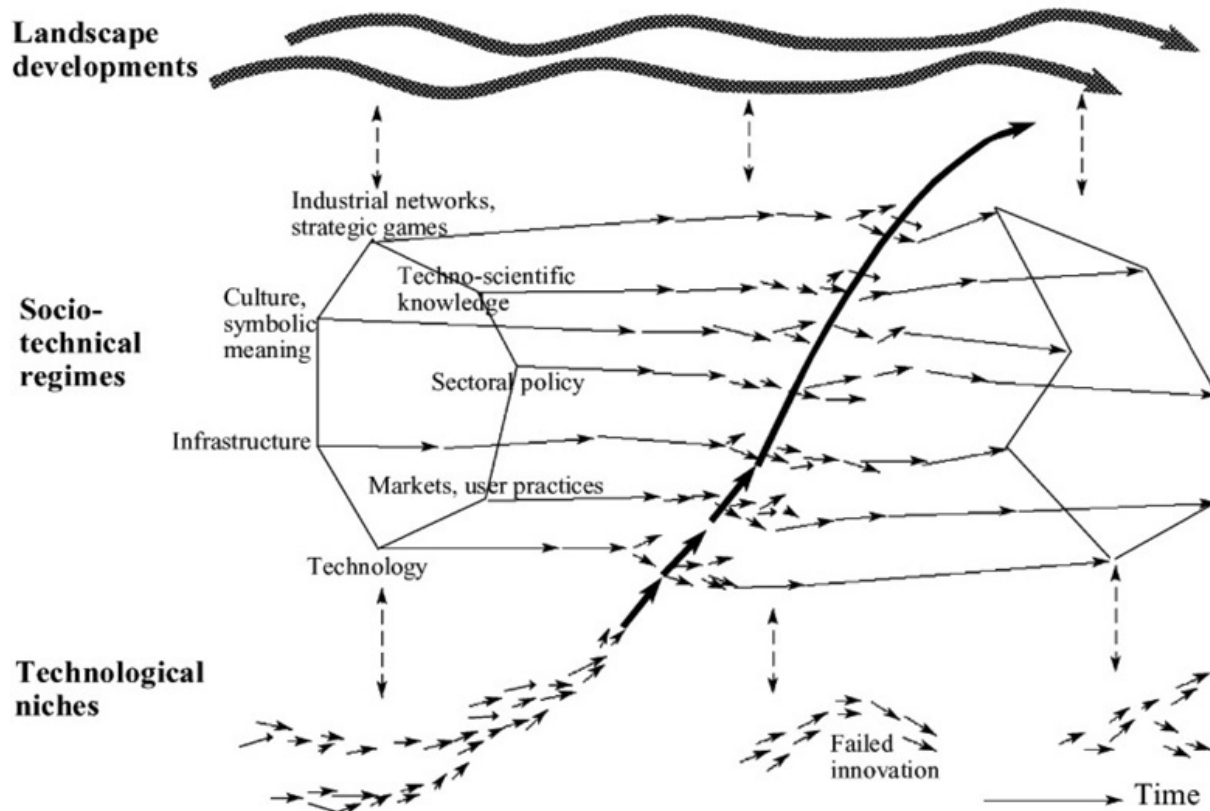
Erik Dahméns teori om **utvecklingsblock** blev en fråga om "komplementära föreningar" i Lennart Schöns tappning av teorin. En utveckling kan vara omogen om komplementära investeringar saknas, och då uppstår strukturella spänningar. Det liknar de eftersläpningar eller flaskhalsar ("reverse salients") som Thomas Hughes pratade om i sin teori om "stora tekniska system". Utvecklingsblock ex ante är sådana som historiska aktörer kan föreställa sig och agera på, en slags industriell hopkopplingsvision, medan utvecklingsblock ex post är vad alla dessa aktörers beslut kanske ledde fram till. Möjliga och misslyckade utvecklingsblock utgör en grund för att peka ut vägskalet och vägval. När utvecklingsblocket blivit framgångsrikt kan det bli ett maktblock som hindrar nyare innovationer och utvecklingsblock.<sup>3</sup>

Användningen av energi hamnar ofta i skymundan, och då speciellt användarna. Utbud och efterfrågan förblir ofta aktörslösa kategorier, speciellt i den nationalekonomiska litteraturen. Här kommer marknaden få liv tydligast genom tillämpning av Thorstein Veblens begrepp **iögonenfallande konsumtion**. Därmed riktas fokus på relationer mellan olika klasser av användare och mellan dessa och tillverkarna. Analysen stannar inte vid markering av social distinktion utan sätter in det i en slags kedjereaktion så att reaktionerna på de rikas konsumtion öppnar för just masskonsumtion av bilar. Här spelar initiativ en viktig roll, även från tillverkare som Ford och General Motors och de

strategier de väljer.<sup>4</sup> Ändå är denna sociologi otillräcklig såtillvida att den inte lämnar några begrepp för användarnas relation till tekniken. Vissa tekniker har gett upphov till stort engagemang, en **teknikentusiasm** som är viktig för att förstå innovationers framgång. Teknikentusiasmen kan se olika ut och avse en rad olika tekniker, men entusiasmen spelar en viktig roll i kampen om framtiden, i hur visioner kan målas upp.

Spårbundenhet, utvecklingsblock, skrytkonsumtion och teknikentusiasm sätts in i den storartade mall för övergångar eller omställningar som Frank Geels uppfann 2002, delvis med inspiration från ekonom-historikern Fernand Braudel. Denna modell är byggd kring en rad historiska erfarenheter eller "fall", där det första var övergången från segel- till ångbåtar på 1800-talet. Flernivåperspektivet har tre nivåer där **landskapet** är en exogen miljö för den **sociotekniska regimen** bestående av de innovationer som segrat och som förankrat sig i samhällets infrastruktur, kunnande, användarvanor, regleringar, symbolik och nätverk. I **nischer** finns nya innovationer som stängs ute till följd av brist på de förankringar som regimen har. Själva kärnan i teorin är att förändringar i landskapet (till exempel klimatförändringar och klimatpolitik) skapar en öppning, ett möjlighetsfönster, för att bryta upp regimen så ny teknik från nischnivån kan ta sig in. I princip pekar teorin ut vården av ny teknik i nischerna så att den blir av med sina barnsjukdomar och blir mogen att ta sig in i regimen och sätta igång en "övergång till hållbar utveckling".<sup>5</sup>

***Figur 1:1. Flernivåperspektivet enligt Geels 2002.***



*Källa: Geels (2002). Se också Geels (2001).*

Trots denna uttryckliga inriktning erhåller Flernivåperspektivet inga som helst kriterier eller definitioner av hållbar utveckling eller vilka tekniker som kan ingå i en sådan. Modellen kan användas generellt, även för de fossilbaserade och nukleära teknologiernas resa från nisch till regim. När det gäller energipolitiken kommer även den implicita politiken att beskrivas, den som kan blottläggas för tiden som föregick den formella energipolitikens uppkomst på 1970-talet. De överordnade målsättningarna idag, **konkurrenskraft, försörjningstrygghet** och **ekologisk hållbarhet**, kommer att användas över hela den behandlade perioden. De mer konkreta politiska styrmedlen kommer att kategoriseras som **utvecklingspolitik** för de som syftar till att lyfta något från nisch till regim, och **avvecklingspolitik** för de åtgärder

som syftar till att ta bort det oönskade ur det etablerade energisystemet.

Ett fjärde ställningstagande gäller marknaden, med speciell relevans för det som kallats "avreglering" av elsystemet, men också för de nya marknader som skapats under senare tid, såsom handel med utsläppsätter. Som Lars Jonung skrev har nationalekonomer en stark ställning (bland annat) till följd av att de har "en gemensam teori eller ett paradigm att samlas kring".<sup>6</sup> I den teorin görs en skarp åtskillnad mellan samhälle och ekonomi och ekonomin reduceras till marknad och marknad till prismekanismen. Den självreglerande marknaden utgör ett ideal som, i fall av "misslyckanden" - och enbart då - ska regleras på ett sätt att den ideala situationen återuppstår. Eftersom denna varit samhällsligt verksam kallar jag den "**marknaden**" inom citattecken.

Inom institutionell ekonomisk teori och andra samhällsvetenskapliga discipliner betraktas marknaden som mer eller mindre "inbäddad" i sociala relationer och i samhället. Här finns också en empiriskt grundad öppenhet angående individ och samhälle istället för antaganden om en extremt priskänslig men socialt okänslig individ och att samhället inte är ett dugg mer än summan av dessa individer. När marknader omformas eller byggs upp efter modell från "marknad" hotas den tillit och de samhällsliga kontrakt som omgärdar alla transaktioner. Över tid kan man se att dominerande värderingar växlar - från nationalism till globalism och tillbaka, från lokal förorening till "miljö" och vidare till "hållbarhet" med klimatet i fokus - som gör att vad som är riktningen för samhällsutvecklingen ändras. Denna typ av ideologisk samordning gäller också de förment "maximerande" hushållen och företagen. Dessa värderingar är dominerande just för att ingen kan undvika att ta ställning till dem.<sup>7</sup>

Ett femte ställningstagande rör metod i principiell mening. Ekonomisk historia har befunnit sig mellan historia och nationalekonomi och därmed mellan två ganska olika metodspår. Medan historikern ser det unika i varje skeende, det subjektiva elementets roll i detta och lägger stor vikt vid källkritiken, utgår nationalekonomen från den där enhetsteorin som Lars Jonung pekade på och söker efterlikna de naturvetenskapliga metoderna, ofta med en matematisk inriktning. I induktiv metod börjar man med empirin, erfarenheterna, och söker tolka vad som hänt fritt eller med hjälp av teori. I deduktiv metod börjar man med teori, konstruerar modeller (miniatyrer av verkligheten) och hypoteser och ställer frågor. Inställningen till teori blir helt olika: Å ena sidan som bäst ett hjälpmedel i tolkningen av skeendet och som sämst ett dogmatiskt tvång att pressa in fakta i en förutbestämd mall; Å den andra sidan en generell sanning som i det enskilda fallet kan avvika något och som därför kräver ett tillägg till "Principles of Economics", aldrig en grund för ifrågasättande av dessa principer.

Ekonom-historiker har inte valt ett mellanting utan snarare flera spår ibland närmare den ena och ibland den andra. Något man måste ta hänsyn när det kommer till energihistoria, inte minst tack vare de insatser som Thomas Hughes i USA och Arne Kaijser i Sverige gjort, är teknikhistoria. Denna tradition ligger definitivt närmare historia och lämnar ofta ekonomiska frågeställningar helt därhän. Det som gjort Hughes så ovanlig i det sammanhanget är att han faktiskt försökte skapa en teori, om än snarast som en löst sammanfogad begreppsapparat, vilket pekar på det ineffektiva med traditionell induktiv historia - tjocka böcker, men var finns lärdomarna? Det som gjort Arne Kaijser så framgångsrik är kreativiteten i tolkningarna, vilket pekar mot att ganska enkla tolkningshjälpmedel kan vara nog så effektiva.<sup>8</sup>



Något som blivit lite av en specialitet för ekonomisk historia är de långa tidsserierna, inom Annalesskolan som en del av de långsamma förändringarna, och i Sverige främst genom arbetet med historiska nationalräkenskaper. Långa tidsserier i form av deskriptiv statistik avslöjar mycket av hur historien sett ut, vilka spår som faktiskt beträffats, och har därför ett värde i sig själva. Astrid Kander gjorde ett pionjärarbete med sådana serier med fokus på olika energislag.<sup>9</sup> I den utsträckning materialet håller för en källkritisk granskning utgör tidsserier en fruktbar utgångspunkt för vilken litteratur som ska användas och hur den ska användas. Texten i denna bok är således upplagd med tre komponenter – tidsserie, litteratur som belyser denna, samt diskussion i termer av de begrepp som presenterades ovan – även om detta schema inte följs slaviskt i varje avsnitt.

Framställningen sätts in i en överbryggande inramning byggd på Tony Wrigleys idé om att den brittiska övergången till kol som bränsle sparade mark, vilket var nödvändigt för städer att växa och industriproduktion öka i ett land med växande befolkning och konkurrens om marken. **Wrigleytesen**, att energin var en begränsning för tillväxt som måste övervinnas och som faktiskt övervanns genom att bokstavligen gå under jord, bildar utgångspunkt för berättelsen och blir en hängande fråga som tas upp igen i avslutningen.<sup>10</sup>

Ett annat drag för den överordnade inramningen är teknikimportens betydelse. Sverige är av naturen svagt begåvat med kol- och oljetillgångar. Att landet länge ändå använt kol och olja, och senare även sökt inhemska urantillgångar, är att tekniker som omvandlar dessa bränslen till värme eller rörelse importerats från utlandet. Sålunda har framställningen var sitt kapitel om brittiskt kol respektive amerikanska bilar, men många andra exempel på internationell teknikspridning ges.

I historiska framställningar måste alltid en avvägning göras mellan kronologisk och tematisk uppläggning. I en ren kronologi år för år går orsakerna och sambanden förlorade; När kronologin skärs upp efter teman går andra samband och samtidigheter förlorade. Sett i stora sjok följs värme och kraft för industri och byggnader fram till nu (som är 2019), medan transporter, uteslutande ett fokus på bilism och drivmedel, bildar en egen sektion. Periodiseringen för den förra har gränser vid första världskrigets utbrott, andra världskrigets slut och början på 1970-talet. För bilism och drivmedel utgör tidig bilism en utgångspunkt för studier av drivmedel ända fram till nuet, medan fortsatt bilism och det nyvaknade intresset för elbilar sträcker sig från åren efter andra världskriget fram till nu.

---

<sup>1</sup> Boldizzoni (2011), s 25–26; Lamoreux (2016), s 75–76. Om alternativa vägar mer allmänt, se Villstrand & Karonen (2017) och litteratur där.

<sup>2</sup> David (2002); Liebowitz & Margolis (1999); Puffert (2008); Bladh (2008b).

<sup>3</sup> Dahmén (1989); Hughes (1989/2004), s 71–74; Bladh (2006). Jämför Schön (2006), s 53–61, Enflo, Kander & Schön (2008) och Kander, Malanima & Warde (2013), s 26–30.

<sup>4</sup> McCarthy (2007), s xiii–98.

<sup>5</sup> För en sammanhållen introduktion och fördjupning, se Grin, Rotmans & Schot (2010).

<sup>6</sup> Jonung (1996), s 9–10.

<sup>7</sup> Polanyi (1989); Granovetter (1992); Williamson (1996), s 215–275.

<sup>8</sup> Staudenmaier (1985); Hughes (1983); Kaijser (1994).

<sup>9</sup> Braudel (1982); Kander (2002); Kander, Malanima & Warde (2013).

<sup>10</sup> Wrigley (2010).

## II. Kolet och den organiska ekonomin

*Den brittiska industriella revolutionen blev en utmaning för andra länder i och med att ett litet land i nordvästra Europa kunde erövra världen med sina produkter och sitt imperiebyggande. Att kopiera de tekniker som skapade tillväxt förde med sig ett kolberoende även för kolfattiga länder som Sverige. Men vad hände i England egentligen, kunde England ha valt andra energikällor, fanns det inga reaktioner på kolets miljöeffekter?*

\*

Under lång tid var människan underkastad markanvändningens gränser. I en förindustriell "organisk" ekonomi, som E. A. Wrigley kallade det, sattes gränserna av växtligheten, strängt taget av vad fotosyntesen kunde ge på åker och äng och för skogens förnyelse. När folkmängden ökade pressades markanvändningen utöver det hållbara. Trycket på skogen ökade för byggnadsmaterial, vedbränsle och för att ge vika för ökade arealer för åker och äng. Koncentration av befolkningen till städer accentuerade svårigheterna att föda och värma städernas invånare i en tid då landtransporter var långsamma och mödosamma.<sup>11</sup>

I Europa ökade folkmängden och urbaniseringen under högmedeltiden, speciellt under 1200-talet. Den stora pesten 1348-50 tog död på kanske var tredje invånare, men historikerna ser Digerdöden snarast som en utlösande faktor för en ohållbar resursuttömning: Hade inte pesten kommit hade något annat bromsat befolkningsutvecklingen via fattigdom, undernäring och minskad motståndskraft mot sjukdomar. I England, till exempel, uppskattas folkmängden ha minskat från 3,7 till 2,2 miljoner invånare. Det lättade

förstås trycket avsevärt, men det innebar också en socioekonomisk revolution i och med att styrkeförhållandena ändrades till de arbetande klassernas fördel, vilket bland annat märktes i att löner steg. I England försvagades de feodala inslagen när en ny medelklass växte sig starkare. Denna långsamma sociala förändring ändrade dock inte på de grundläggande begränsningarna hos den organiska, eller ekologiska, ekonomin.

De grundläggande begränsningarna kan inte fixeras vid ett specifikt tal för invånare per kvadratkilometer – behovet av värme varierade inte bara med säsong utan också med klimatzon, till exempel. De kunde påverkas, om än inom smala intervall, eller döljas av territoriell expansion. Kanaler och transporter på naturliga vattenleder kunde utjämna skördeutfall mellan landsändar, träda kunde ersättas med växtföljder, nya grödor kunde ge mer näring per ytenhet. Dessutom kunde begränsningarna döljas av erövring: Europa inledde en kolonisering av de amerikanska kontinenterna på 1500-talet, som till en början gav stora silverinflöden vilket gav möjlighet att köpa varor från Kina, och sedermera genom eliminering av ursprungsbefolkningen tillgång till jordbruksmark och utvandring.<sup>12</sup>

Inte desto mindre var den för-fossila ekonomins begränsningar reella. När man i England och Skottland började använda kol lättade man på trycket på markens användning. Detta är vad jag vill kalla *Wrigley-tesen*, att kol sparade mark. Oavsett om vi håller med Wrigley i att kolet satte igång en rad positiva spiraler, eller om det krävdes autonoma innovationer för att exploatera lättnaden i den organiska ekonomins gränser, så är det just detta som är tesen som flera författare har förhållit sig till i Wrigleys efterföljd. Enligt min mening innebar en övergång till kol att två saker gjordes samtidigt: Istället för att ta bränsle från skogen grävdes det upp under markytan, vilket sparade

mark i sig; Det fossila bränslet har en många gånger högre energitäthet än "biomassan", en täthet som gjorde det möjligt att expandera och utveckla produktion och transporter långt utöver vad det förmoderna samhället klarade av, och som gör det mycket svårt att återgå till en organisk ekonomi, eller "hållbarhet", idag.

**Tabell II:1. Mark sparad genom användning av kol i England och Wales. Miljoner hektar, och i procent av hela ytan.**

	1600	1700	1800	1900
Hektar, miljoner	0,5	3,4	15,7	197,8
Procent	3	23	105	1319

*Källa: Malanima (2016).*

Exploateringen av energitätheten var dock inte ödesbunden utan berodde på den tekniska utvecklingen som präglades av industrialismen och transporterna. *Muskelkraften* hos en arbetare och en häst, på 0,1 respektive 1 hästkraft, innebar snäva begränsningar i vad som kunde uträttas. I princip kunde kraften ökas endast genom att många människor eller djur disciplinerades att arbeta tillsammans och i skift, exempelvis för att pumpa upp vatten ur gruvhål eller för att bearbeta metall. *Vindkraften* hos en väderkvarn var betydligt högre, kanske 5-10 hästkrafter, men erbjöd ingen kontinuerlig drift eftersom den inte fungerade vid stiltje. Väderkvarnen användes därför mest som mjölkvarnar där säden kunde magasineras och malas när vinden blåste. *Vattenkraften* erbjöd också hög effekt, kanske 10 hästkrafter, och kunde ge en mer jämn drift med hjälp av kanaler som riktade vattnets rörelser till vattenhjulet och genom fördämningar som kunde utjämna de naturliga variationerna i vattentillgång. Men ofta återstod en säsongsbunden variation. En nackdel ur industriell synvinkel var att fabriken måste förläggas i närheten av vattendraget.

Visserligen kunde rörelseenergin fortplantas några kilometer i bästa fall genom mekaniska stånggångar, men cirka 40 procent av energin gick förlorad på vägen och de krävde mycket underhåll.

*Ångmaskinen* innehöll, trots de första maskinernas usla prestanda, ett löfte om både hög effekt, kontinuerlig drift och fri lokalisering. Newcomens maskin hade en effekt på 5 hästkrafter, men under de kommande 200 åren förbättrades ångmaskinernas effekt mångfalt. Den industriella produktionen kunde nu öka i skala och arbeta med fasta leveranstider för råvaror och färdiga produkter. När ångmaskinen kunde göras mer kompakt kunde den användas som motor för större fordon. I bägge fallen innebar det en befrielse från naturens variationer och en öppning för kontinuerlig drift enligt klocktid året om.<sup>13</sup>

## **Övergången till kol i England**

Efter nedgången i Digerdödens spår började folkmängden öka i England, speciellt mellan 1560-talet och 1650-talet då den fördubblades från 2,7 till 5,4 miljoner invånare. Samtidigt växte den urbana befolkningen, inte minst i London vars folkmängd ökade från 60 000 till 450 000 under samma tid. Den urbana andelen i England ökade från cirka 5 procent 1520 till cirka 13 procent 1670. Knappheten på trädbränsle gjorde sig gällande vilket visade sig i stigande priser. Politiskt uppmärksammades hotet mot skeppsbyggandet som knappheten på timmer medförde och därmed Englands internationella ställning. Kolproduktionen ökade nu mycket snabbt, inte minst i form av leveranser med båt från Newcastle till London.<sup>14</sup>

***Tabell II:2. Folkmängden i England och Wales samt London. Miljoner invånare.***

	1600-09	1700-09	1800-09	1900-09
<b>England &amp; Wales</b>	4,4	5,6	9,5	33,8
<b>London</b>	0,2	0,6	1,1	6,4

*Källor: Wrigley (2010), s 61; GB Historical GIS; Warde (2007), s 63.*

Kolet, "den svarta stenen", hade varit känd i Europa sedan 1100-talet, men det fanns motstånd mot att använda den. Dels för att gruvbrytning ansågs omoraliskt, som ett sätt att förstöra den natur Gud skapat, en inställning som övergavs först på 1500-talet; Dels för att kolet avgav rök och lukt som var obehagligt i sig självt men som också förorenade material i industriella verksamheter. För att kol skulle kunna användas behövde därför anpassningar göras inom industri och i bostäder för att kolet skulle bli acceptabelt. Eftersom både befolkning och industriell verksamhet växte genomfördes dock övergången till kol utan hänsyn till hälsa och renlighet. Speciellt i London offrades luftkvaliteten på ett sätt som gör att man kan tala om att en slags ohållbarhet fick ersätta en annan.

**Tabell II:3. Energianvändning i England och Wales. Petajoule.**

	1600-09	1700-09	1800-09	1900-09
<b>Kol</b>	15	84	409	4902
<b>Övrigt</b>	64	85	108	250

*Källa: Warde (2007), appendix. I "övrigt" ingår mat för människor och djur, vind- och vattenkraft (segelbåtar, väderkvarnar och vattenhjul), samt olja.*

Många av de siffror som visas i [Tabell II:3](#) vilar på svag grund och är egentligen kvalificerade gissningar. Det gäller antalet dragdjur, segelbåtar, väderkvarnar och vattenhjul, som det är svårt att få tag på för äldre datum, men också hästarnas foderkonsumtion, hur ofta skepp seglar och hur ofta vattenhjulen ger mekaniskt arbete som används. Paul Warde, och alla andra forskare som sysslat med energihistoria, utnyttjar en mängd olika källor och kan med hjälp av antaganden skapa en bild av utvecklingen. Tabellen ger, med reservation för osäkerheter i data, ändå besked om att energianvändningen låg på en mycket begränsad nivå under förindustriell tid, trots att human och animalisk energi räknats in.

**Tabell II:4. Kolanvändningens fördelning på ändamål i England och Wales. Procent.**

	1650	1750	1855
<b>Hushåll</b>	55	43	21
<b>Industri</b>	33	40	61
<b>Export</b>	8	8	8
<b>Övrigt</b>	4	9	10

*Källa: Malanima (2016).*

Ökningen i energianvändningen var en sida av saken, fördelningen på energislag en annan. [Tabell II:3](#) visar energianvändningen fördelat på kol och övrigt. Här ska man komma ihåg att träkol ingår i "ved" och koks och kolgas ingår i "kol". Träkol framställdes i kolmilor där veden upphettades i syrefattig miljö. Även koks framställdes genom pyrolys, medan gas var en restprodukt från just framställningen av koks. I absoluta tal förblev träbränslena på samma nivå i 200 år från mitten av 1500-talet, och minskade drastiskt under första halvan av 1800-talet.



Samtidigt ökade kolanvändningen mycket snabbt, snarast explosivt på 1800-talet.

Redan i början av 1700-talet stod kolet för knappt hälften av energianvändningen, och fortsatte att öka trots att såväl mat, foder som segel ökade i absoluta tal under 1800-talet (Tabell II:3). Kolet användes till en början mest för hushållsändamål (Tabell II:4), först senare kom industriell användning att dominera, och däri kom de stationära ångmaskinerna att slå igenom först efter 1830. Här finns en parallell till dagens miljö- och klimatproblem i det att de växande städerna, den ökande industriproduktionen och övergång till kol gav upphov till svåra luftföroreningar när utsläppen kombinerades med naturlig dimbildning, vilket var vanligt i London på grund av dess geografiska läge.

## **Englands anpassning till kolet: Staden**

Kol brinner dåligt eller inte alls i öppna härdar och kräver snarare små inkapslade utrymmen med god lufttillförsel. Robert Allen vill göra gällande att husen måste byggas om vid övergång från ved till kol, men även vedeldning skapar dålig inomhusluft, så kolet snarare förstärkte en långsam förbättring av husen, också för att minska risken för stadsbränder.

En kupol över härden kunde leda röken upp i den smala skorstenen – smal för att skapa ett drag genom bränslet. Nästa steg var att härden inhägnades, men det var ändå inte tillfyllest. Istället kom helt inhägnade eldstäder, ofta i metall, för att få så höga temperaturer så att bränslet utnyttjades ordentligt. Kolet lades också på ett galler för att få god lufttillförsel. Skorstenen gjordes högre och avsmalnande för att förbättra draget. Slutpunkten blev hus med eldstäder rygg mot rygg på bottenvåningen som värmdes huset utan att sprida kolrök inomhus.<sup>15</sup>

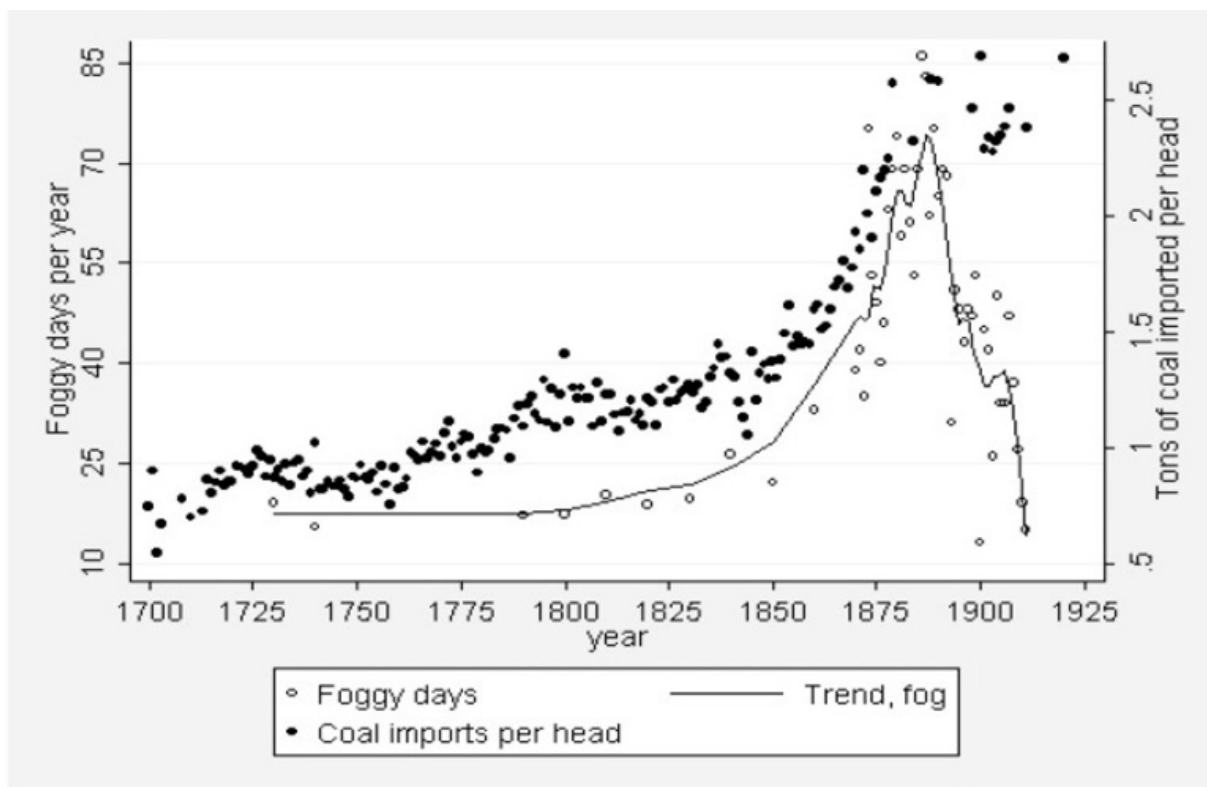
Utvecklingen av koluppvärmda hus tog lång tid av oplanerat experimenterande. Den ene husbyggaren efter

den andre prövade enstaka inslag i det nya uppvärmningssystemet. Till skillnad från teknikutveckling idag fanns det ingen politiskt samordnad satsning på forskning och utveckling av ett nytt värmesystem, och inte heller kunde en innovatör ta patent. En underliggande drivkraft för övergången till kol var att priset på ved steg markant under 100 år med början på 1560-talet, och steg mycket mer än priset på kol. Dessutom betingade träkol ett högre pris än stenkol. Det var dock två omständigheter som skyndade på utvecklingen för Londons vidkommande, nämligen storbranden 1666, och att stadens folkmängd ökade kraftigt (se [Tabell II:2](#)).<sup>16</sup>

Importen av "sea-coal" från Newcastle till London ökade kraftigt: År 1580 hade 11 000 ton kol skeppats till London, och hundra år senare infördes 361 000 ton. Att kaminliknande härdar och skorstenar gav ett acceptabelt inomhusklimat (om förbränningen är god kommer luftomsättningen att öka eftersom den luft som så småningom förs ut genom skorstenen hämtas från utrymmet invid kaminen), betydde å andra sidan att utomhusluften drabbades av rök, lukt och svavelämnen. På 1600-talet restes nu kritik från vetenskapen och kyrkan angående de besvärande effekterna från kolförbränningen. Ärkebiskopen krävde av bryggarna i stadsdelen Westminster att betala för reningen av St Paul's Cathedral som blivit kraftigt nedsmutsad av den dåliga luften. John Evelyn, medlem av Royal Society, skrev en bok 1661 om den förorenade luften i London - *Fumifugium*. Kyrkor och palats såg föråldrade ut, kläder och möbler förfulades, målningar gulnade, vattnet försämrades, växter och bin dog, och människors hälsa och välbefinnande ruinerades. Evelyn förespråkade att rökfria bränslen, träkol eller koks, användes istället, samt att industrier flyttade till utkanten av staden. Han blev anmodad att lägga fram ett förslag till parlamentet om att flytta smutsiga industrier från

innerstaden, men förslaget lämnade inga spår efter sig, antagligen för att han inte tagit någon hänsyn till de ekonomiska aspekterna på förslaget.<sup>17</sup>

**Graf II:1. Kolanvändning per invånare och antalet dimmiga dagar i London 1700-1925.**



*Källa: Clay & Troesken (2010), s 71.*

Kolanvändningen och folkmängden ökade i London, och när vissa naturliga förhållanden förelåg kunde en tjock, gul dimma lägga sig över staden: Ännu klockan 12 på dagen var det mörkt som på natten. Folk använde facklor för att kunna se några meter framför sig. Hästdragna vagnar stod stilla och tågen kröp fram i snigelfart. Även på Themsen låg båtarna stilla. Rättegångar sköts upp eftersom vittnen inte hittade till domstolarna, medan tjuvarna tog tillfället i akt i skydd av dimman. Smogen kunde ta sig in i husen så att de som befann sig på kontoren irriterades av den stinkande

lukten. Luften brände i ögon och hals och drabbade luftrören. Dödsfallen steg drastiskt dagen eller dagarna efter en smog, ofta av bronkit och andra sjukdomar i andningsvägarna. Enligt en vittnesskildring återgiven i *Medical Times* 1882 kändes näsborrarna som skorstenar och hade fått ett lager av svart smuts. En eller två dagar efter dimman kom svart slem upp med hostan.<sup>18</sup>

Det var inte smog varje dag, i så fall hade London dött. Ordet smog är en sammansättning av smoke och fog, och motsvarar fenomenets sammansatta karaktär av att vara en blandning av naturlig dimma, där stadens läge vid Themsen spelade roll, och partiklar från ofullständig förbränning av bränslen. Smogen uppstod när vissa väderförhållanden rådde och den svavelgula soppan bildades när vatten kondenserades kring sotpartiklarna. Mot mitten av 1800-talet infördes lagstiftning för att lindra luftföroreningarna, såsom att stadens myndigheter 1851 tog sig rätten att bötfälla fabriker som släppte ut rök, men den lagen gällde bara den innersta delen av staden, och den nationella lagen 1863 som förbjöd utsläpp av saltsyra där avsikten var att den skulle utvidgas till att gälla svavel men det blev inte så. I sanitetslagen från 1866 föreskrevs att städerna skulle åtala ägare av luftförorenade fabriker, men undantagen i lagen var många.<sup>19</sup> Inte förrän 1891 kom en verksam lag, Allmänna hälsolagen, som gav Stor-Londons styrelse rätten att bötfälla industrier för stora utsläpp, vilket tvingade företagen att hushålla med det mjuka kolet som har en mycket högre svavelmängd och lägre kolinnehåll än det hårda kolet, antracit och liknande koltyper.<sup>20</sup>

På 1880-talet framträdde också en slags miljörelse, *National Smoke Abatement Institution*, med säte i London och med utlöpare i andra städer. Denna rörelse anordnade utställningar där uppfinnare och företag kunde visa upp värmegaller, kokplattor, spisar, ångpannor, rökfria bränslen och andra saker som kunde minska rökutsläppen.

Organisationen delade ut priser till de mest lovande uppfinningarna och spred information hur dessa kunde användas, samt information om utsläppens skadliga verkningar. Bland annat förde man fram att själva eldningssättet kunde förbättra effektiviteten i förbränningen, och därmed på en gång minska utsläppen och sänka kostnaderna för företagen. Dessutom medförde övergången till det hårda kolet att sotlagret minskade i pannorna, och eftersom sot och tjära leder värme dåligt höjdes effektiviteten så att mindre kol behövde förbrännas.<sup>21</sup>

Samtidigt övergick hushållen till gas, pådrivet av gasbolagens intresse av att bevara sina marknadsandelar när nu elektrisk belysning introducerades. Gasbolagen började hyra ut gasspisar till hushåll och införde ett förbetalningssystem som blev uppskattat bland hushållen med de lägre inkomsterna. Med "penny-in-the-slot" slapp abonnenten finansiera investeringen i gasledningar och betalade bara för den gas som användes för matlagningen. Många hushåll skaffade sig nu utrustning för gaskokning. Hushållen övergav dock inte kolet som källa för uppvärmning eftersom gasen var tre gånger dyrare än kolet.<sup>22</sup>

En annan mer långsiktigt verkande orsak till sjunkande utsläpp var Londons utglesning i takt med att pendeltågstrafiken ökade. Antalet personer per hektar sjönk efter 1860 tämligen radikalt i det egentliga London, medan den ökade lika radikalt i Stor-London från 1860 till 1940. Därmed glesades skorstenarna ut vilket bidrog till att antalet smog-dagar blev markant färre efter 1891, som visades i [Graf II:1](#), trots att kolkonsumtionen inte minskade.<sup>23</sup>

Sammantaget bidrog industriernas och gasverkens övergång till bättre kolkvaliteter och koks till att utsläppen av svavel och sot minskade, likaså bidrog hushållens

övergång till gas för matlagningen att behovet av kol minskade trots att folkmängden ökade, och till sist spreds utsläppskällorna på ett större luftrum när befolkningen spreds från inre London till Stor-London. Här var fyra mekanismer verksamma: Minskade avgaser genom övergång till bättre kolsorter, minskad bränslemängd genom bättre spisar, och när matlagningsenergin centraliserades till gasverken, samt utspädning av utsläppen när hushållen spred ut sig och hämtade matlagningsenergin från de redan spridda gasverken. Här fanns också en teknisk förklaring, hydrauliken, mer om det senare.

I Londons smog har vi en historisk parallell till dagens klimatpolitik eftersom utsläppen av svavel, sot och mindre partiklar borde ha gjort invånarna och beslutsfattarna tveksamma till nyttan med kolet. Ur energi- och miljöhistorisk synpunkt är frågan om anpassningar till "externa effekter" viktig då kolanvändningen kunde ha stoppats eller minskats och lämnat efter sig ett annat arv än det vi faktiskt fick.

De negativa effekterna var uppenbara - smogen kunde ses och upplevas. Både liv och tillväxt gick till spillo då den dåliga sikten gav upphov till olyckor och den dåliga luften ledde till att andningsrelaterade sjukdomar steg i höjden i samband med de gula dimmorna, och trafiken gick i det närmaste i stå under de dimmigaste timmarna. Peter Thorsheim lägger i sin bok stor vikt vid den villfarelse som dåtidens Londonbor levde med, nämligen Miasma-teorin som sa att förorenad luft berodde på ruttnande biologisk materia i träsk, sopor, hästspilling, gravar, och återfanns i människors andedräkt, svett och exkrementer. Att inandas ångor från förruttnande källor var som inleda den egna förruttnelsen. Enligt Thorsheim skulle denna uppfattning dominera både folktro och politik ända fram till slutet av 1800-talet.<sup>24</sup>