

Teknikhistoria

Gunnar Björing



Boksidan

Innehåll

Uppfinnarna.....	3
Teknikutvecklingen år 0 - 1700.....	4
Teknikutvecklingen år 1701 - 2000.....	12
Varför uppfanns så mycket i nordvästra Centraleuropa?.....	15
Transport.....	17
Kommunikation.....	27
Livsmedel.....	35
Energi.....	42
Medicin.....	49
Bygg & anläggning.....	51
Material.....	53

Copyright: Förlaget Boksidan 2011
Box 558
146 33 Tullinge

Teknikhistoria, ISBN-nummer: 978-91-86199-53-1

Besök vår hemsida www.boksidan.com, för fler lärorika böcker.

Uppfinnarna

Många teknikhistoriska böcker innehåller namn på personer som tillskrivs olika innovationer och den här är inget undantag. Dessa namn är inte alltid korrekta enär det ibland är någon annan som kommit på samma sak tidigare. Exempelvis var inte Edvard Jennings först med smittkoppsvaccin¹ och flera personer tillverkade glödlampor² innan Thomas Alva Edison kom med sin variant år 1880. Detta beror dels på att i olika källor listas olika uppfinnare och dels på att många uppfinnare aldrig lyckats sprida sina innovationer utanför sin egen krets. Det senare kan bero på många saker utöver egen oförmåga, såsom att uppfinningen gjordes i en tid då världen inte var mogen för den. Vilken nytta hade exempelvis glödlampan gjort oss innan vi kunde generera elektricitet? Ytterligare många andra uppfinningar var säkert uppfunna tidigare och av andra personer än dom som normalt förknippas med respektive innovation, men dessa personer hade inte förmågan och/eller medlen att förverkliga eller sprida sin idé. Det är emellertid oftast en betydligt större bedrift att förverkliga en idé och dessutom slå mynt av den jämfört med att bara komma på den, så det kanske är rättvist att de som lyckas med detta ibland får den oförtjänta äran av att vara uppfinnaren av företeelsen. Därtill är det ibland, i litteraturen, olika bud på när något uppfanns. Det är dock inte så konstigt eftersom det finns flera viktiga datum i uppfinnarprocessen, såsom dagen då ljuset tändes, dagen då idén realiserades i en fungerande prototyp, dagen då patentansökan inlämnades eller dagen då produkten kom ut på marknaden. Så jag ber er ha överseende med att det som påstås i denna skrift beträffande upphovsmän och upphovsdatum inte alltid stämmer med andra källor och/eller med verkligheten.

¹. Metoden att framkalla immunitet emot smittkoppor genom att smeta i sekret ifrån en lindrigt insjuknad person i ett sår användes redan i början av 1700-talet i bland annat det som nu heter Turkiet. Jenners metod, att istället smeta i kokoppor, var dock betydligt ofarligare.

². En av dom var britten Joseph Wilson Swan, som år 1860 presenterade en fungerande elektrisk glödlampa.

Teknikutvecklingen år 0 - 1700

Det finns ett talesätt som lyder: ”nöden är uppfinningarnas moder” och det används, enligt min erfarenhet, då någon saknar en viss komponent och en annan komponent används som surrogat. I det sammanhanget stämmer talesättet. Fast ifall det stämt i allmänhet skulle vi ha sett en enorm mängd uppfinningar när nöden var som störst, före 1700-talet, och därefter hade uppfinnandet klingat av i takt med att vi fått det bättre. Men som synes i tabell 2-5 skedde ganska lite teknisk utveckling mellan år 0-ca 1700. Exempelvis så har man vid utgrävningar av ett etruskiskt³ överklasshem, som brann ner ca 79 före vår tideräkning (FVT), funnit ungefär samma saker som man antagligen kunde hitta i ett hem i samma trakt tusen år senare. Hemmet bestod av en friliggande villa med källare som upptog en markyta om 150 kvm. Det var byggt i tegel och troligtvis var även taket täckt av tegel. Där hade funnits snickerier sammanfogade med spikar. Där fanns dörrhandtag och andra beslag av metall (brons). Arkeologerna hittade även tallrikar, en olivpress och vete. Från etruskiska gravmålningar vet man dessutom att de producerade och drack vin samt att de jagade och fiskade. Gravmålningar visar också att de använde bord, stolar och mattor samt att de underhöll varandra med sång, dans, jonglering och gyckelspel. Av andra gravfynd vet man att de hade konstföremål, yxor, spjut, stora knivar och hjälmar av brons. Ytterligare andra fynd visar att de odlade vete, utvann och bearbetade järn samt använde jordbruksredskap i metall.

³. Etruskerna levde ungefär i det område som numera heter Toscana (i nuvarande Italien). De hade sin storhetstid från 800-600 FVT. Från och med ungefär år 280 FVT ingick deras område i Romarriket.

Romarriket är annars det mest kända exemplet på en kultur som blomstrade kring år 0, och vars teknik vida övertrumfade senare kulturers dito (se tabell 1).

Tabell 1. Exempel på teknik inom några för oss väsentliga områden, utöver den tidigare beskrivna, som man vet fanns i romarriket.

Teknikområde	Vad
Transport	Stora skepp drivna av upp till ett par tusen roddarslavar, rikstäckande kollektivtrafik ⁴ .
Kommunikation	Optiska telegrafsystem, brevduvor, rikstäckande nät av postryttare.
Livsmedel	Man använde vattenkvarnar och diverse jordbruksredskap, kryddor och konserveringsmetoder som insaltning, bakade bröd, gjorde vin, brukade bordsbestick ⁵ .
Energi	Vind (segelfartyg), fallande vatten, dragdjur och slavar.
Medicin	De opererade exempelvis benbrott och tillverkade naturmediciner.
Bygg- & anläggning	Flervåningshus i sten med bjälklag av trä eller sten, kupoler, kranar, hissar ⁶ , vattenledningar ⁷ , tunnlar, akvedukter, avloppsledningar, badkar, duschar, simbassänger ⁸ , bastuar, dörrar, lås ⁵ , centralvärme ⁹ , valvbroar i sten, amfiteatrar, dammar, rikstäckande vägnät ¹⁰ , betong, verktyg som yxor, hammare, mejslar, tänger, saxar, borrar, hackor.
Material	De tillverkade föremål i bland annat sten, järn, bly, silver, koppar, guld, glas, lera, ull och skinn.

4. Romarna skapade ungefär år 250 FVT ett system med tidtabellstyrd kollektivtrafik trafik längs vägarna. De hästdragna vagnarna blev med tiden mer avancerade och liknade i slutet de postdiligers som syns i vildavästernfilmer, med två axlar varav den främre var vridbar och kopplad till draghästarna.
5. I ett romerskt byggnadskomplex, som ligger i nuvarande Tyskland (Saalburg, se www.saalburgmuseum.de), har man hittat diverse välbevarade föremål i trä, skin, glas, keramik, brons och järn från tiden 100-260, såsom: avancerade lås, svärd, armborst, skor, hjälmar, prydnadssaker, verktyg, bestick, spännen, beslag, spikar, hästskor och kedjor.
6. Hissar fanns redan i en del av roms höga byggnader innan år 0. I kejsarens palats (återuppbyggt efter branden i rom år 64) fanns exempelvis en hiss som kunde lyfta resenären 40 m. Hissen hängde i ett rep och drevs av tre slavar som vevade ett linspel. Märken på linan visade när hisskorgen var framme vid rätt våningsplan. Längst ner i hisschaktet fanns en tjock läderkudde som skulle fånga upp korgen mjukt, ifall repet brast.
7. Av arkeologiska fynd i bland annat Pompeji vet man att det i romerska städer gick vattenledningar i av bly ut till olika rum i husen. I ändarna på rören satt det vattenkranar. Och i en bok skriven år 79 av chefen för roms vattenverk framgår att stadens hade över 40 mil huvudvattenledningar i form av tunnlar och akvedukter.
8. Under romarriket fanns cirka femhundra offentliga bad bara i Rom. Dessa tillkom från 312 FVT, då den första akvedukten var färdig. Ett av dessa, som byggdes i början på 200-talet, hade två bassänger om totalt 4.000 kvm. I den ena var vattnet kallt och i den andra var det ljummet, därutöver fanns ett varmbad, två bastuavdelningar, bevakade omklädningsrum, idrottsplan och relaxavdelning.
9. Centralvärmen bestod i att den varma röken ifrån en eldstad leddes igenom kanaler under golven och väggarna.
10. Det romerska vägnätet täckte in hela riket. Det hade raka och 4-5 meter breda vägbanor, med stensatta diken på var sida. Jorden schaktades bort och vägbädden grundlades med stenblock därefter fylldes bädden på med finare och finare grus som stampades ihop till en jämn vägbana. Längs vägarna fanns hållplatser där passagerare kunde kliva på/av och hästar bytas. Avstånden markerades genom att det med regelbundna avstånd (var tusende dubbelsteg) var uppsatt en milsten (mille= tusen på latin), på vilken avståndet till närmaste hållplats stod angiven.

De flesta andra än romarna levde emellertid under betydligt enklare förhållanden. Historiska museet har, baserat på utgrävningar, gjort modeller av de hus som de tror fanns i staden Birka under dess storhetstid på 800-talet. I jämförelse med Rom flera hundra år tidigare ser den, med dåtida svenska mått, stolta staden Birka som en samling kojor.

Ett hus under
uppförande i
Birka.



Färdiga hus i samma modell. Samtliga var små, byggda i ett plan, utan fönstergluggar och med hål för rökevakuering under taknocken.

De områden där tekniken utvecklades nämnvärt, mellan 0-1700, var inom det militära och närliggande områden med både civil och militär nytta såsom transportväsendet till lands och till havs. Detta antagligen eftersom där fanns det dels tydliga behov (försvar av landet eller erövringar av andra länder), samt någon som kunde betala (staten). I viss mån utvecklades även lyxprodukter riktade till en rik minoritet av befolkningen.

Av de viktiga innovationer som jag känner till och som tillskrivs perioden år 0-700 var papper antagligen den viktigaste och det var ett väsentligt verktyg i den kinesiska centralmaktens kommunikation med de lokala företrädarna ute på landsbygden.

Tabell 2. Tidpunkt, plats och (i vissa fall) upphovsman för viktiga och varaktiga innovationer mellan år 0-700.

Teknikområde	0-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700
Transport					400-talet, Asien, stigbygeln ¹² .		
Kommunikation		År 105, Kina, papper ¹¹ .					
Livsmedel							600-tal, Europa, den tunga plogen ¹³ .
Energi							
Medicin							
Bygg- & anl.							
Material							
Vetenskap viktig för teknikutv.							657, Indien, nollan ¹⁴ introduceras, Brahmagupta.

¹¹. Papper medgav betydligt mer behändiga texter än de som var skrivna på lertavlor, i sten, på trä eller hudar, för dem som inte hade växten papyrus att tillgå.

¹². Stigbygeln gjorde att ryttaren kunde hålla sig kvar lättare på hästen och dessutom kunde denne stå och det gjorde i sin tur att det var möjligt att rida fortare. Därutöver var det väldigt fördelaktigt i strider eftersom ryttaren kunde slå åt sidan med mer kraft utan att behöva vara orolig för att ramla av.

¹³. Med tunga plogar kunde jordbrukarna vända jorden och relativt smidigt så sina fröer i energirik jord under den tidigare använda jorden och på så sätt ökade grödornas växtkraft.

¹⁴. Indierna hittade inte bara på nollan utan även de andra nio siffrorna vi använder, vilket var ett enormt framsteg jämfört med andra system:

Våra siffror	Romerska siffror	System med bara ett tecken
--------------	------------------	----------------------------

3	III (= 1+1+1)	III
---	---------------	-----

Fast siffrorna 1-9 fanns innan år 0. Med nollan hade vi emellertid ett komplett system för att beskriva alla tal på ett överskådligt sätt:

175	CLXXV	HHH HHH HHH-HHH HHH HHH-HHH HHH HHH-HHH HHH HHH
	(= 100+50+10+10+5)	HHH HHH HHH-HHH HHH HHH-HHH HHH HHH-HHH HHH HHH
		HHH HHH HHH-HHH HHH HHH-HHH HHH HHH-HHH HHH HHH

Det indiska systemet var som synes betydligt mer överskådligt och än tydligare blir det för den som måste dividera två tal med varandra.

Romerska siffror	Våra siffror
<u>LXXV</u> = XXV	<u>75</u> = 25
III	3

Av de innovationer som tillskrivs perioden 700-1200 var likaså många till militär nytta (som hästskor, kompassen, krut och krutraketen). För övrigt hände en del på kommunikationsområdet genom att trycktekniken förbättrades (tabell 3) till nytta för den kinesiska staten.

Tabell 3. Tidpunkt, plats och (i vissa fall) upphovsman för viktiga och varaktiga innovationer mellan år 701-1200.

Teknikområde	701-800	801-900	901-1000	1001-1100	1101-1200
Transport		800-talet, Europa, hästskor ¹⁷ , ca 900, Europa, förbättrade seldon.			Tidigt 1100-tal, Kina, kompassen ¹⁸ .
Kommunikation		863, Östeuropa, kyrilliska alfabetet ¹⁵ .		Ca 1045, Kina, tryckning med lösa typer ¹⁶ .	1102, Italien, Europas äldsta pappersdokument.
Livsmedel					
Energi					
Medicin					
Bygg- & anl.					
Material				ca 1000, södra Asien, spinnhjulet ¹⁹ .	
Vetenskap viktig för teknikutv.	820, Iran, algebraliskt ²⁰ system, Musa al-Chwarazmi.				

¹⁵. Det kyrilliska alfabetet används i bland annat Ryssland.

¹⁶. Tryckning med lösa typer (små bitar med ett tecken på varje bit som sattes ihop till en hel text) var ingen större revolution för kineserna eftersom de har tusentals olika tecken. Men när tekniken i mitten på 1400-talet ”uppfanns” i Europa blev succén desto större. Eftersom vi bara har ett trettiofem tecken och det dessutom går åt ganska många tecken för varje enskilt ord.

¹⁷. Hästskor gjorde dels att hästarnas hovar inte slets lika mycket och dels att de fick bättre grepp i marken och därmed kunde dra mer. Seldon fanns så klart innan 900-talet, men de förbättrades, vilket ytterligare ökade hästarnas förmåga att dra tunga lass.

¹⁸. Fram till på 1300-talet skedde en stor del av de interkontinentala transporterna landvägen, delvis på grund av att de som var ute på öppna havet i stort sett inte hade någon aning om åt vilket håll de var på väg, i synnerhet inte när solen gått ner och det inte var stjärnklart. Men med kompassen, etablerandet av segelleder, snabbare och rymligare handelsskepp ökade sjötransporterna radikalt, se vidare i kapitlet om transporter.

¹⁹. Spinnhjulet underlättade arbetet att förvandla tussar av exempelvis fårull till en tråd, som i sin tur flätades ihop (vävdes) till ett tyg.

²⁰. Algebraiska system används för att lösa ekvationer.

Många av innovationerna de efterföljande 500 åren, förefaller också ha varit till militär nytta (som klockor, navigationshjälpmedel, signalflaggor, bättre fartyg, diverse kanoner, flintläsgeväret, handgranaten). För övrigt hände en del som rimligen var till glädje för det fåtal som hade råd att betala för lyxvaror som fickur, glasögon, tandfyllningar (tabell 4).

Tabell 4. Viktiga och varaktiga innovationer mellan år 1201-1700. ?= vet ej.

Teknikområde	1201-1300	1301-1400	1401-1500	1501-1600	1601-1700
Transport			1440, Europa, kvadranten (navigationsinstrument). 1484, Portugal, första europeiska navigationshandboken och nautiska almanackan.	ca 1550, Tyskland, järnväg ²² , ?.	1700, England, användbar ångmaskin, Newcomen. 1663, ?, dykarklockan, ?.
Kommunikation	Slutet på 1200-talet, Europa, mekaniska tornur. 1290, Italien glasögonen.	1340, Italien, Europas första pappersbruk.	Tidigt 1400-tal, signalflaggor.	År 1502, Tyskland, fickuret ²¹ , Henlein.	1657, Holland, penduret, Christian Huygens. 1692, Frankrike, ordbok, franska akademien.
Livsmedel					1672, ?, tröskmaskin, ?.
Energi					
Medicin			1450, tandfyllningar av guld.		
Bygg- & anl.		1328, sågverket.			1653, Tyskland?, kolvpump, Otto van Guericke.
Material				År 1586, Tyskland, mekanisk vävstol.	
Vetenskap viktig för teknikutv.					1614, Skottland, logaritmiska tabeller ²³ , John Napier. 1637, Frankrike, kartesiska koordinatsystemet, René Descartes. 1683, Holland, precisionsmikroskopet ²⁴ , Anton van Leeuwenhoek. 1662, ?, allmänna gslagen, Boyle & Mariotte. 1678, ?, ljusets hastighet beräknas, Ole Römer. 1685, ?, meteorologisk karta (vindkarta), Halley. 1687, England, "principa mathematica" ²⁵ publiceras, Isaac Newton.

21. De tidiga fickuren hade bara timvisare. Först långt senare kompletterades konstruktionen med minutvisare och ännu senare även med sekundvisare.
22. Den första järnvägen var gjord i trä och användes i gruvor med hästdragna vagnar.
23. Logaritmiska tabeller var viktiga, innan det fanns miniräknare med logaritmfunktion, för dom som ville förstå sambandet mellan vissa fysikaliska storheter, som hur lång tid det tar att slita ut ett skärstål i en svarv vid olika bearbetningshastigheter.
24. Det hade funnits enkla mikroskop redan innan Antony van Leewenhoek började utveckla bättre varianter. Han konstruerade flera hundra mikroskop och han var dessutom den förste som såg bakterier (år 1675).
25. "Principa Mathematica" var en vetenskaplig skrift vari tre av fysikens grundläggande lagar beskrevs:
 1. Varje kropp förblir i sitt tillstånd av vila eller likformig och rätlinjig rörelse, såvida den icke av påverkande krafter tvingas att förändra detta tillstånd.
 2. Rörelsens förändring var proportionell mot den verkande kraften och var riktad längs den rätta linje, i vilken kraften verkar.
 3. Mot varje kraft svarar en lika stor och motsatt riktad kraft, så att de ömsesidigt mellan två kroppar verkande krafterna alltid var lika stora och motriktade.
Dessa mekaniska samband var viktiga att veta för dom som senare konstruerade exempelvis ångmaskiner.

Orsaken till att så lite hände efter romarrikets fall fram till år 1700 kan vara att:

1. Ekonomiska begränsningar. De som eventuellt såg behovet att teknisk utveckling inom den viktigaste näringsgrenen (jordbruket) hade antagligen sällan de kunskaper, material och verktyg som behövdes för att utveckla tekniken. Än mindre hade de råd att låta någon bättre lämpad person göra utvecklingsarbetet. Och de som var lämpade, som smeder och andra hantverkare, kunde rimligen inte ägna sig åt sådant de inte fick betalt för att göra.

2. Byteshandelns begränsningar. Handeln var begränsad och majoriteten (ofta över 90%) levde av den egna familjens arbete i naturen. Det mesta som konsumerades kom direkt ifrån den egna produktionen. För denna majoritet var betalningen för försålda varor vanligen andra varor. Byteshandel hade bland annat den nackdelen att systemet blev väldigt otympligt för dom som var specialiserade på att tillverka en viss produkt, enär dessa fick ägna mycket tid åt att lyckas byta till sig vad de behövde för att överleva. Vilket resulterade i att de flesta gjorde allt och den totala produktiviteten hölls nere.

3. Transportsystemets begränsningar. Transporter var tidskrävande och därmed kostsamma, därför begränsades handeln med varor till att antingen omfatta närområdet eller väldigt dyrbara varor ämnade åt en liten elit som kunde betala för långväga transporter. Det begränsade ytterligare naturbrukarnas och byarnas möjligheter till, och utbyte av, specialiseringar och produktivitetshöjningar inom ett produktsegment.

4. Kommunikationssystemets begränsningar. För att ny teknik ska födas krävs det att någon ser att innovationen är tekniskt möjlig. Men de flesta var bundna till familjens arbete i naturen (eller en annan familjs dito) och de hade inte medel för att göra några resor. Det gjorde att de var fast i närområdet och därför inte kunde se och ännu mindre anamma tekniska landvinningar som gjorts på annat håll. Därtill kunde de inte heller ta till sig landvinningar genom att läsa om dom eller studera dom på TV.

5. Utbildningssystemets begränsningar. Idag måste vi alla underkasta oss utbildning i en hel mängd ämnen såsom matematik, språk, historia med mera, innan den egentliga yrkesutbildningen tar vid. Men innan allmän skolplikt infördes började barnen däremot i tidig ålder att lära sig ett yrke. Detta medförde att de från barnsben tvingades lyda och underordna sig existerande arbetsmetoder. När de sedan själva hade möjlighet att påverka sin produktion var de antagligen så fast i tidigare synsätt att de inte reflekterade över effektivare arbetsmetoder.

Därutöver hade dåtidens utbildningar som organiserades av samhället syftet att göra studenterna till bärare av den aktuella civilisationens kulturarv och normer. Studierna var koncentrerade till lyrik och någon viktig religiös skrift, som; Bibeln, Koranen, Avesta, Vedaskrifterna, Tripikata, eller Konfucius skrifter. Den utveckling som trots allt genomfördes av de kloka forskarna vid dåtidens universitet var främst på det naturvetenskapliga och matematiska området. Detta antagligen eftersom det ansågs fint och för att på dylika områden krävs det endast en analytisk person som, genom att denne ändå var avlönad, inte behöver annan belöning än ära och kanske en finare tjänst. Vilket var ett viktigt belöningssystem då som nu.

6. Sociala begränsningar. Dom som hade haft medel till att utveckla ny teknik (staten och överklassen), var ganska ointresserade av det. Det kan bero på att de:

- Ville hålla distansen till den arbetande delen av befolkningen, såsom jordbrukarna.
- Kände solidaritet enbart med dom själva, familjen och den närmaste kretsen och så länge dom hade det bra såg de ingen anledning att göra något.
- Upplevde att det var intressantare att lägga beslag på så mycket som möjligt av den gemensamma kakan, istället för att öka den. Då antagligen ingen vid den här tiden ens hört talas om ett samhälle där kakan räckte till för alla.

Hur kommer det sig då att romarna lyckade utveckla så avancerade system?

1. **Ekonomiska begränsningar.** Romarna släpade hem stora rikedomar som antagligen i viss mån kom alla medborgare till del, vilket rimligen gjorde att vanligt folk hade mer medel till utveckling jämfört med i andra samhällen.
2. **Byteshandelns begränsningar.** Romarna, levde till stor del i städer och de kunde därför inte leva direkt av vad marken gav. Den romerska ekonomin byggde istället i betydligt större omfattning än de flesta andra föregående och efterföljande rikena på betalning med mynt. Mynt av mässing, brons, koppar, silver och guld, präglades och distribueras enligt strikta regler för vikter, storlekar, värde och metallsammansättning. De var så populära och värdefulla att de användes (eller åtminstone har de hittats) ända borta i Indien.



Kopparmynt från den tyska delen av Romarriket under kejsare Konstantin II:s regeringstid (år 317-340). Att det här myntet år 2011 inte kostade mer än 195 kr i en av Stockholms myntaffärer, tyder på att de romerska mynten än idag är ganska vanliga.

3. **Transportsystemets begränsningar.** En större del av de mer tätbefolkade områdena i romarriket var nåbart med båt än de flesta andra rikena som någonsin existerat.



Romarrikets utbredning år 0.

4. **Kommunikationssystemets begränsningar.** Romarna hade kollektivtrafik i hela riket, vilket gav möjligheter för medborgarna att se sig omkring.
5. **Utbildningssystemets begränsningar.** Romarriket hade inte heller någon offentlig allmän utbildning, men det var vanligt att barn till mindre bemedlade föräldrar fick utbildning i en grundskola, som kallades Ludus litterarius. Dessa kunde finnas var som helst, i en privatbostad eller på gatan. Vanligtvis fokuserade grundutbildning i den romerska världen på kraven i vardagen: läsa och skriva. Därutöver fanns högre utbildningsnivåer för dem som hade rika föräldrar. Sålunda var romarna förmodligen i allmänhet bättre utbildade än medborgarna i de flesta andra rikena innan den allmänna skolplikten började införas på 1800-talet. Därtill var det rimligt att tro att deras rikliga tillgång på billig arbetskraft (slavar) till de tunga sysslor som annars bundit befolkningen vid enkla göromål, frigjorde arbetskraft som dessutom hade en chefsposition i förhållande till de slavar som gjorde grovarbetet. Det medförde antagligen att de dels hade tid att fundera över effektivare arbetsmetoder och dels i någon mån hade makt att genomföra förändringarna.
6. **Sociala begränsningar.** Ingen aning om hur det förhöll sig på denna punkt.

Teknikutvecklingen år 1701 - 2000

Eftersom den teknik som vi dagligen möter skiljer väldigt mycket ifrån den som fanns år 1700, måste väldigt mycket ha uppfunnits därefter. En del av de betydelsefullaste innovationerna listas i tabell 5.

Tabell 5. Viktiga och varaktiga innovationer mellan år 1700 – 2000. ?= vet ej.

Teknikområde	1701-1800	1801-1900	1901-2000
Transport	1707, ?, vagnfjädring, 1759, Storbrit., kronometern (portabelt precisionsurverk), John Harrison. 1769, Frankrike?, ångvagn för stadstrafik, Cognot. 1779, Frankrike, velocipeden (cykelns föregångare). 1781, ?, de första framgångsrika försöken med ångfartyg, de Jouffroy. 1783, Frankrike, varmluftsballongen, Mongolfier. 1790, sextanten (navigationsinstrument), Adams.	1803, Storbrit., loket, Richard Trevithick. 1803, ?, hjulångare, Robert Fulton. 1805, ?, bladfjädringen, Obadiah Elliot. 1839, Storbrit., cykeln, Kirkpatrick Macmillan. 1839, USA, vulkanisering av gummi (gav gummidäcket), Charles Goodyear. 1876, Tyskland, fyrtaktsbensinmotorn, Nikolaus Otto. 1877, USA, tryckluftsbromsen (används på tåg och lastbilar). 1881, Tyskland, elloket, ?. 1885, Tyskland, bilen, Daimler & Benz. 1892, Tyskland, dieselmotorn, Rudolf Diesel.	1903, USA, flygplanet, Bröderna Wright. 1907, Frankrike, helikoptern, Paul Cornu. (den första användbara helikoptern var dock tysk och kom först 1936). 1930, Storbrit., jetmotorn, Frank Whittle. ?, Tyskland, raketmotor, Verner von Braun mfl. 1957, Sovjet, rymdsatelliten, ?. 1970-talet, USA, GPS-systemet, diverse personer.
Kommunikation	1765, ?, papper baserat på trä istället för lump,?. 1780, ?, reservoirpennan, Scheller.	1812, Tyskland, cylindertryckpressen, F König. 1826, Frankrike, fotografering, Lous Daguerre. 1833, Tyskland, telegraf, Carl Gauss. 1837, USA, bättre telegraf, Samuel Morse. 1839, Schweiz, elektriska klocka, Carl August Steinheil. 1876, USA, telefonen, Alexander Bell. 1858, USA-Storbrit., transatlantisk sjökabel,?. 1867, USA, den första användbara skrivmaskinen, Christopher Latham Sholes. 1877, USA, fonografen (den första typen av gramofoner), Thomas Edison. 1895, Italien, radiokommunikation, Guglielmo Marconi. 1895, Frankrike, rörliga bilder, bröderna Lumière.	1904, USA?, elektronröret, Ambrose Flemming. 1910, USA, rörliga bilder med ljud, Thomas Edison. 1915, USA, trafikljus, ?. 1923, USA, den bärbara radion, ?. 1936, Storbrit., tv-sändningar. 1947, USA, transistor, William Shockley. 1949, Storbrit?, datorn. 1958, USA, microchipet. 1960, USA, lasern, Theodore Maiman. 1969, USA, föregångaren till Internet, diverse personer.
Livsmedel	1700-talet, Storbrit., hästdriven såmaskin och harv, Jethro Tull.	1805, USA, kylmaskinen, Oliver Evans. 1811, Frankrike, matkonservering, Nicolas Appert. 1834, USA, skördemaskin, Cyrus Hall McCormick. 1864, Frankrike, pastörisering, Louis Pasteur.	1911, USA, elektriska kylskåp för hushållsbruk. 1994, USA, genetiskt modifierade grönsaker, diverse personer.
Energi	1703, Tyskland, gatubelysning med oljelampor. År 1712, Storbrit., ångmaskinen, Thomas Newcomen. 1800, Italien, batteriet, Alessandro Volta. 1745, Tyskland, kondensatorn, Edward von Kleist. 1778-88, Storbrit., förbättrad ångmaskin, James Watt. 1792, Storbrit., gasbelysning, William Murdoch. 1800, Italien, batteriet, Alessandro Volta.	1813, Storbrit., det första riktiga gasverket. 1831, Storbrit., transformatorn, Michael Faraday. 1831, USA, elmotor, Joseph Henry. 1848, Tyskland, guttaperkaisolering kring elkablar, Siemens. 1860, Frankrike?, blybatteriet, Gaston Platé. 1859, USA, första oljeborrningen, ?. 1880, USA, första hållbara glödlampan, Thomas Edison. 1879, USA, det första fungerande vattenkraftverket, Thomas Edison.	1942, USA, atomreaktorn. 1960, Sovjetunionen, solcellen, ?.

Tabell 5 fortsättning.

Teknikområde	1701-1800	1801-1900	1901-2000
Medicin	1770-tal, Storbrit. , medicin mot hjärtsvikt, William Wintering. 1796, Storbrit., smittkoppsvaccinet, Edward Jenner.	1816, ?, stetoskopet, Rene Laennec. 1831, kloroform, Samuel Guthrie/Justus van Liebig. 1842, USA, sövning med eter, Crawford Long. 1842, Österrike, desinficering inför operationer, I Semmelweis. 1865, sårtvättning med karbolsyra, Joseph Lister. 1874, Tyskland, acetylsalisyra, Herman Kolbe. 1895, Tyskland, röntgenapparaten, Wilhelm Röntgen. 1896, Italien, blodtrycksmanschetten, Scipio Riva-Rocci.	1928, Storbrit., penicillin, Alexander Fleming. 1929, Tyskland, elektroencefalografi, Hans Berger. 1953, USA, polivaccinet. 1957, Storbrit., ultraljudsundersökningen, ?. 1967, Sydafrika, hjärttransplantationen, ?. 2000, USA, utkast till karta över människans gener, diverse personer.
Bygg- & anl.	1750, USA, åskledaren, Benjamin Franklin. 1771, ?, spiralborr, Cooke. 1774, Storbrit., patent på vattentoilet, ?. 1776, ?, hyvelmaskin, Hatton. 1777, Frankrike, centraluppvärmning med varmt vatten, Bonnemain.	1805, Storbritannien, bandsågen, Newbury. 1822, ?, vägvälten Patterson. 1866, Sverige, dynamit, Alfred Nobel.	
Material	1709, Storbrit., järnframställning med koks, Abraham Darby. 1733, Storbrit., snabb skyttel för vävstolar, John Kay. 1740-50, Storbrit., degelstålprocessen, B Huntsman. 1746, Storbrit., metod för framställning av svavelsyra, John Roebuck. 1765, Storbrit., spinnmaskinen, James Hargreaves. 1785, Storbrit., klorblekning, Berthollet. 1786 den första brukbara mekaniska vävstolen, E Cartwright. 1789, Storbrit., järnvägsräls av stål. 1793, USA, bomullsrensningssmaskin, Eli Whitney.	1823, Storbrit., vattentätt tyg, Charles Macintosh. 1826, Tyskland, aluminium, Wöhler. 1856, Storbrit., ståltillverkning, Henry Bessemer. 1846, USA, symaskinen, Elias Howe. 1879, Storbrit, thomasmetoden (stål ur fosforhaltig järnmalm), ?. 1884, ?, konstsilke, greve de Chardonnet. 1890, Ryssland, elektrisk bågsvetsning, Nikolaj Slavjanov.	Främst USA, alla plastmaterial, diverse upphovsmän.
Vetenskap viktig för teknikutv.	1714, Tyskland, temperaturskala, Gabriel Fahrenheit. 1768, Schweiz, integralkalkylen, Leonhard Euler. 1727, ?, upptäckten att silveroxider är ljuskänsliga (viktigt för fotografiets uppkomst), Schulze. 1785, ?, Coulombs lag, Charles Coulomb. 1795, Frankrike, metriska systemet, ?.	1820, Danmark, elektromagnetismen, C H Ørsted. 1827, Tyskland, ohms lag, Georg Ohm. 1831, Storbrit., principerna för elmotorer, transformatorer och generatorer, Michael Faraday. 1834, Storbrit., mekaniska datorn, Charles Babbage.	1938, Tyskland, klyvning av uranatomer, Otto Hahn & Fritz Strassmann.

Även i slutet av den här diskuterade perioden fanns det människor som kom på uppfinningar som någon ansåg var så principiellt skilda ifrån tidigare tekniska lösningar att det vore möjligt att få patent på dem (diagram 1).

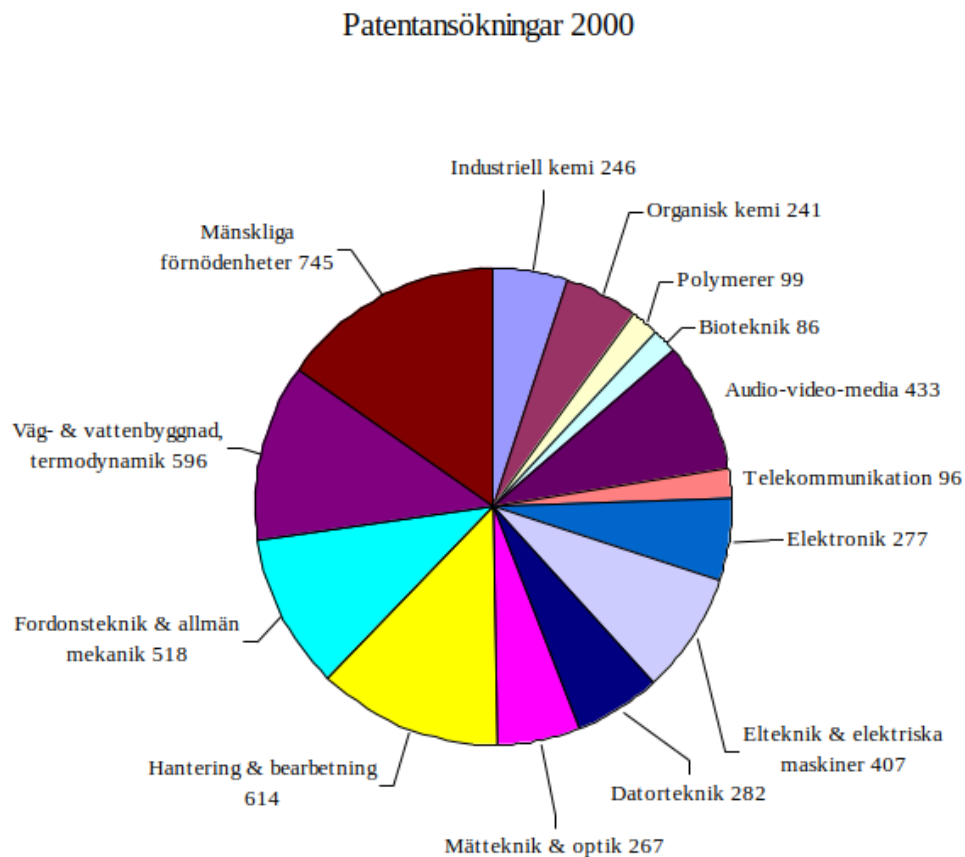


Diagram 1. Hur de 4920 ansökningarna om svenskt patent som inkom till Patentverket år 2000 fördelade sig emellan olika områden, enligt den internationella patentklassifikationen (data från Patent och Registreringsverkets hemsida). Siffrorna som står efter varje kategori anger antalet patentansökningar.

Varför uppfunns så mycket i nordvästra Centraleuropa?

Fast att civilisationerna i Kina, Indien och den muslimska världen länge var Europa överlägset. Kanske på grund av att:

1. Ekonomiska begränsningar.

- De rikedomar, som i synnerhet, Storbritannien skeppade hem från kolonierna genererade inkomster till landet. Vilken i sin tur gjorde att det dels fanns pengar att investera i industriproduktion och dels pengar för att konsumera de tillverkade produkterna.
- Naturtillgångarna i området var varierande och omfattar hyfsat stora tillgångar på vattenkraft och viktiga ämnen som järn, koppar, lera, kalk, trä och kol.
- Européerna skaffade sig färre barn jämfört med i andra civilisationer. Detta främst på grund av att de bildade parrelationer senare och därigenom hade kortare tid på sig att avla barn. Effekten av detta var att befolkningsökningen inte var större än att de oftast fanns en livsmedelsreserv inför naturkatastrofer och missväxter. Det i sin tur gjorde att dessa katastrofer fick mindre förödande effekter än på andra håll i världen.
- Området har en regelbunden och riklig vattentillförsel i form av regn. Till skillnad ifrån de konkurrerande högkulturerna som i huvudsak var belägna i torrare områden som bevattnades av stora floder, med därtill kommande krav på konstbevattning av åkrarna och större risk för uttorkning.
- Effektiviseringarna i jordbruket som genomfördes i nordvästra Europa, med början på 1700-talet (se livsmedel), frigjorde arbetskraft redo för andra arbetsuppgifter.
- Potatisen, som kom till Europa med de spanska sjöfarna, spreds över regionen från slutet av 1700-talet och eftersom ett par sättpotatisar kan ge nog med potatis till en hel måltid för en person, ledde det till att mängden mat ökade och därmed kunde jordbruken nära fler som inte var jordbrukare.
- Jennings metod för smittkoppsvaccineringar användes i stor skala i Storbritannien i början på 1800-talet, vilket gjorde att fler människor överlevde (se medicin) och det ökade ytterligare tillgången på arbetskraft.

2. Byteshandelns begränsningar.

- På grund av ovanstående skedde en omfattande urbanisering av regionen. Exempelvis växte London 1801 - 1851 från 959.000 invånare till 2.362.000²⁶. Då befolkningen i städerna inte kunde leva på naturbruk var de tvungna att hitta på andra sätt att försörja sig, främst någon form av tillverkning, vilket underminerade självhushållningen och därmed byteshandeln.

3. Transportsystemets begränsningar.

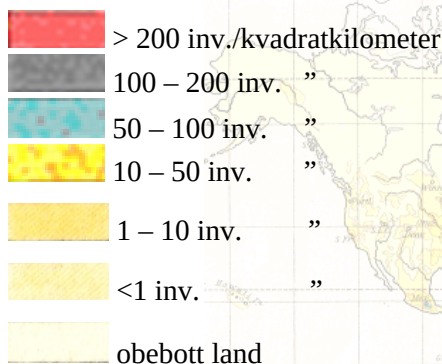
- Det relativt tätbefolkade området gjorde att tillverkarna hade nära till en stor mängd potentiella kunder.
- Europa har en mycket lång kustlinje som medförde att en större del av befolkningen kunde nås med havstransporter än i konkurrerande områden.
- Den stora mängden floder gjorde det lätt att transportera gods till städer i inlandet.
- Under perioden byggdes därtill kanaler och sedermera järnvägar som ytterligare förbättrade transporterna.

²⁶. English Industrial Cities of the Nineteenth Century: A Social Geography Av Richard Dennis, Cambridge University press, 1984).

4. Kommunikationssystemens begränsningar.

- Regionen var, till skillnad ifrån andra blomstrande regioner, inte omgivet av öken, tropisk regnskog eller bergsområden (det senare med några undantag). Det medförde dels att det var en stor landmassa och befolkning som i någon mån kunde vara delaktig i avancerad civilisationsbyggnad och dels att det inte fanns några nomadiserande folk som utgjorde hot emot detta.
- Nordvästra Centraleuropa var tätbefolkat, vilket ytterligare ökade möjligheterna till informationsutbyte.
- Under perioden ökade möjligheterna att resa och kommunicera i regionen (se vidare i kapitlet om transporter och kommunikation).

Folktäthet över jorden ungefär år 1900.



5. Utbildningssystemets begränsningar.

- Under den industriella revolutionen infördes allmän skolplikt i regionen.
- Från 1794 och framåt skapades offentliga tekniska högskolor och andra tekniska yrkesutbildningar.
- Klimatet i Centraleuropa var mer växlande och i den nordligare delen var det vanliga naturbruket mer eller mindre omöjligt att genomföra under den kalla årstiden. Det i sin tur gjorde att det fanns behov av fler tekniska lösningar jämfört med om klimatet varit mer konstant. Dessa allmänt närvarande behov, gav antagligen upphov till mer intresse för teknikutveckling bland den breda allmänheten.

6. Sociala begränsningar.

- Det var inte lika opassande i den europeiska eliten att ägna sig åt sig åt teknik eller jordbruk som det var för eliten i andra delar av världen. Detta för att Europa tidigare var så fattigt och outvecklat att de varit tvungna att konfronteras med dylika banaliteter.
- Den stora mängden relativt likvärdiga stater nära inpå varandra manade till konkurrens.
- Den kristna synen på arbete som syns i bibelstrofer som: ”Sex dagar skall du arbeta, men den sjunde dagen skall du upphöra med arbetet, så att din ox och åsna får vila och slavarvinnans son och invandraren får hämta krafter.” ([2 Mos 23:12](#)), ”Den lates lust blir hans död, ty hans händer vägrar att arbeta.” ([Ords 21:25](#)) och ”Låt honom arbeta - det var vad han var till för, och lyder han inte, så slå honom i bojar.” ([Syr 33:30](#)).

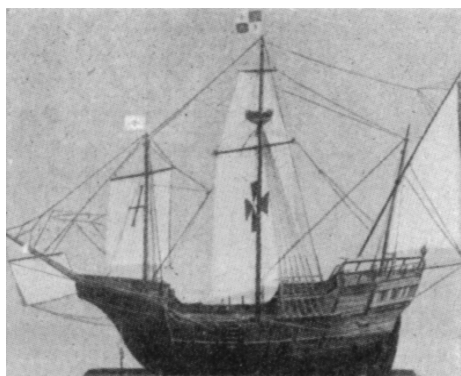
Majoriteten av de ovan föreslagna orsakerna kan eventuellt förklara varför den industriella revolutionen skedde i Europa, men inte när den skedde. De utlösande faktorerna finns således ibland de skeenden och händelser som föregick revolutionen, som smittkoppsvaccinerandet, eller skeppningen av rikedomar ifrån kolonierna, förbättringarna i jordbruket, eller...

Transport

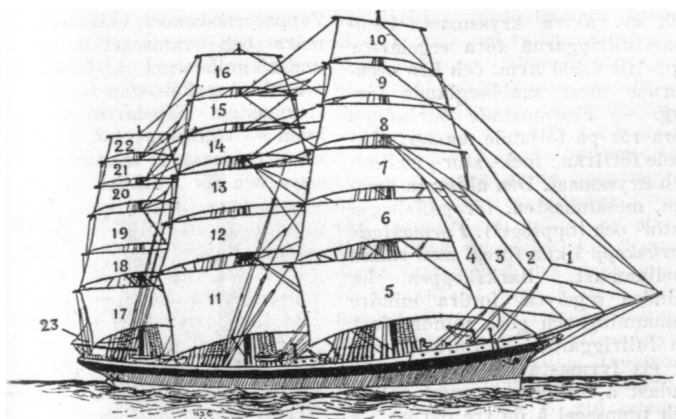
Båtar fanns långt innan år 0 i vår tideräkning. Och de var ur flera synvinklar överlägsna alla landbaserade transportmedel. Det började antagligen med flottor av sammanbundna trädstammar, via kanoter av urholkade trädstammar till riktiga fartyg. Dessa tidiga båtar hade nackdelarna att, de antagligen var tunga relativt storleken, ranka eftersom storleken på eventuell köl var begränsad, de krävde handkraft för framförandet och lastförmågan var väldigt begränsad. För längre avstånd och större transporter krävdes andra båtar. Problemet med att framföra båtarna med handkraft löste man på två sätt, varav det ena var att förse båtarna med segel. Det finns avbildningar som visar på att egyptierna hade segelfartyg ungefär 3200 FVT. Det andra sättet var att förse båtarna med en mängd roddare som tog årtag i takt med varandra. Eftersom de tidiga segelbåtarna inte kunde segla annat än i medvind var de första segelfartygen som regel en kombination av dessa två tekniker. Segelfartygens utveckling fortsatte med fartygstyper som:



Långskepp, som var en typ av fartyg som har utvecklats under flera århundraden och fulländades av dess mest kända användare, vikingarna, på 900-talet. Storlek typ 22 x 5 m, fart ≤ 10 knop, 30 roddare.



Karavelen, som utvecklades av portugiserna på 1300-talet. Storlek typ 20-50 x 9 m. Fartygstypen användes av både dom och Spanjorerna när de erövrade den nya världen. Fartyget till vänster var en modell Columbus karavel "Santa María".



Fullriggarna, som utvecklades på 1700-talet och utgjorde yrkessegelfartygens topp beträffande prestanda. De kännetecknas av att de har minst tre master med tvärgående segel (råsegel) på var och en. I idealisk vind kunde de komma upp till en hastighet om, typ, 16 knop. På bilden syns en fullriggare, med:

1. Jagare, 2. yttre klyvare, 3. inre klyvare, 4. stagfock, 5. fock, 6-7. förmärssegel, 8-9. förbramssegel, 10. förröjl, 11. storsegel, 12-13. stormärssegel, 14-15. storbramssegel, 16. storröjl, 17. beginsegel, 18-19. krysmärssegel, 20-21. kryssbramssegel, 22. kryssröjl, 23. mesansegel.

Det fanns än större fullriggare och den största (Preussen) vägde 11.150 ton (fullastad), hade fem master, 6.806 kvm segelaria och var 147 m lång inklusive bogspröt.

Navigering till havs:

Solens position var länge central för navigeringen till havs. Utöver att den med sin rörelse över himmelen indikerar öst och väst, visar vinkeln mellan fartyget och solens rörelsebåge vilken latitud fartyget har.



Astrolabium var fram till kompassens intåg det viktigaste instrumentet för navigering till havs. Det uppfanns i antikens Grekland. Instrumentet liknar en sextant och användes för att mäta upp vinkeln mellan två stjärnor eller en stjärna och horisonten. Med den informationen i kombination med en stjärnkarta kunde, i någon mån, longituden räknas ut.

På 1100-talet började kineserna tillverka pålitliga och smidiga **kompasser** och i och med det hade sjöfarna ett verktyg för att veta att de höll sig på rätt kurs. Kunskapen om att en magnetisk nål som flyter alltid pekar i samma riktning hade dock kineserna (och kanske även andra) sedan länge.

Jorden är rund men kartor är platta. Det kan man exempelvis lösa genom att töja ut världen emot polerna (cylinderprojektion), eller genom att göra en rund karta (konisk projektion). Den förra, kallad **Mercators projektion**, efter en känd 1500-tals kartograf, har nackdelen samma avstånd ser längre ut ju närmare polerna man kommer men fördelen var att latituder och longituder syns som raka och vinkelräta linjer. Och en rak kurs blir rak på kartan.

Sextanten, utvecklades på 1700-talet och den användes för att bestämma solens höjd över horisonten. Med den informationen i kombination med vetenskap om tidpunkten (i tex. Greenwich - tid) var det lätt att ganska exakt räkna ut longituden. Problemet var att det inte var möjligt förrän britten Harrison år 1765 uppfann portabla klockor som höll tiden med de gungningar och under den långa tid som exempelvis en atlantsegling tar.

Global Positioning System (**GPS**) utvecklades för det amerikanska försvaret och det togs i bruk under den senare delen av 1900-talet. Det bygger på att ett antal satelliter hänger i rymden runt jorden. Varje satellit sänder ut sin position med en radiosignal som innehåller data om när signalen sändes. GPS mottagaren mäter när signalen når fram och den räknar ut tiden det tog för signalen att nå mottagaren och med den informationen räknar den därefter ut avståndet till satelliten. Genom att ta in signal från ett antal satelliter kan den bestämma positionen.

Men än så stora och snabba segelfartyg har nackdelarna att:

- Det var svårt och ibland omöjligt att framföra dom i trånga passager som exempelvis floder. Denna nackdel blev extra tydlig när Suezkanalen öppnades och ångfartygen fick en enorm genväg till Asien.
- Om det inte blåste kunde resan ta lång tid och det var alltid svårt att planera restiden.
- Rena segelfartyg var svåra att lägga invid kaj, vilket gjorde att de oftast måste ankra på redan. Det i sin tur medförde att lastningen och lossningen blev tidsödande då den gjordes med roddbåtar.
- Det behövs mycket folk för att kunna reva seglen snabbt i händelse av exempelvis plötsliga stormar.



Under 1770-talet började man experimentera med ångmaskinsdrivna fartyg, som i princip löste dessa problem.

Båten i förgrunden är ett modernt fartyg med dieselmotor, som ännu tvingas konkurrera med fartyget bakom som drivs med en ångmaskin.

Till att börja med drevs ångbåtarna med skovelhjul och de användes för flod- och kustfart och till exempel som bogserbåtar, men propellern och energisnålare maskiner möjliggjorde omkring 1815 oceanfart. En nackdel för ångfartygen på de längre rutterna var dock att de var beroende av att andra fartyg körde ut kol till bunkringshamnar längs resvägen. Det problemet löstes med större fartyg, ännu effektivare ångmaskiner och Suezkanalen samt Panamakanalen.

Ångfartygen, i sin tur, började ersättas med dieselmotordrivna fartyg under andra hälften av 1920-talet. Det som främst låg ångfartygen i fatet var antagligen:

- För att skapa den ånga som var nödvändig, krävdes att någon eldade i pannan en lång period innan det var dags att starta motorn.
- Eldning var ett tungt och otrevligt arbete eftersom kolet dammade och det flyttades för hand från kolboxarna till ångpannan.
- Röken från en ångpanna var sotig och illaluktande.
- Kol var mer skrymmande än dieselolja.

Med dieselmotorerna intåg hade skeppsbyggnadstekniken mer eller mindre nått sin fulländning och än idag ser många fartyg ungefär lika dana ut som de som byggdes på 1920-talet.

Oavsett hur effektivt ett fartyg än var, hade det emellertid den nackdelen att det bara kunde färdas i vattnet. Så för att nå människors boningar har man, bortsett ifrån i Venedig, alltid behövt landtransporter. Människor har ridit på hästar i strid och låtit dom dra vagnar, på flera håll som i Kina och orienten, i minst 8000 år. I Kina var hästvagnen välutvecklad redan på 1300-talet före vår tideräkning, därefter har den inte förändrats så mycket ytterligare. De viktigaste komponenterna för att bruka hästar fanns således innan år 0: vagnar, tömmar, enkla seldon och sadlar. Därefter:

- Mongolerna införde stigbygeln på 300-talet, vilket gjorde att ryttarna hade lättare att hålla sig kvar i sadeln.

- På 800-talet uppfanns hästskorna och med dessa slets hästens hovar mindre och de kunde dra mer.

- Någon kom på 900-talet en viktig modifiering av seldonen som gjorde att hästarna lättare kunde dra tyngre laster.

- Starka arbetshästar avlades fram med tiden, dessa användes dock till en början främst i krigföring (i jordbruket var det vanligare att man använde oxar ända fram till 1700-talet, eftersom de var starkare och antagligen billigare). Hästdragna fordon har också några andra begränsningar, varav de främsta förmodligen var att de:

1. Inte kunde dra så tunga lass, i synnerhet inte i uppförsbackar.
2. Hade svårt att bromsa ett tungt lass i en utförsbacke. Det löstes dock på en del vagnar, som hästdragna spårvagnar, genom att dessa hade bromsar på hjulen.
3. Behövde vila långt innan kusken.
4. Inte orkade springa fort annat än kortare sträckor.

De tre första av dessa nackdelar eliminerades mer eller mindre om hästen istället drog en pråm på i ett vattendrag, eftersom dessa inte hade några uppförsbackar och det krävdes relativt lite kraft att dra en pråm framåt. Nackdelen var att vattendrag inte alltid finns där man vill ha dem, alternativt var de för grunda. Detta har man sedan lång tid tillbaka löst genom att gräva kanaler. Ett tidigt exempel på en mäktig kanal för transporter var den 250 mil långa Kejsarkanalen i Kina som byggdes på 400-talet FVT.

Utöver att kanalerna kräver en hel del arbete för att byggas fanns dessutom problemet att de lämpade sig bäst för plan mark. Den som hade för avsikt att göra en kanal i stigande terräng tvingades göra schakt eller tunnlar, vilket var extremt arbetskrävande i synnerhet innan dynamiten fanns. Ett liknande problem mötte dom som önskade göra floder och sjösystem farbara förbi nivåskillnader som vattenfall. Problemet med höjdskillnader löste man genom att bygga slussar. I Sverige började vi bygga slussar på 1500-talet. Men det europeiska kanalbyggandets guldålder pågick från 1700-talet till dess att järnvägsbyggandet kom igång på allvar. Exempelvis påbörjades bygget av Suezkanalen 1859 och den öppnade för trafik tio år senare.

Järnvägsbyggandet slog ut kanalbyggandet eftersom det förra var betydligt enklare och därtill kunde spåren läggas nästa var som helst. De första järnvägarna anlades i tyska gruvor under 1500-talet. Där man använde räls av trä och lät hästar dra vagnar längs gruvgångarna. Den första riktiga järnvägen hade också träräls och tåget drogs av hästar. Den såg dagens ljus 1758 i Storbritannien. Britten Richard Trevithick konstruerade en högtrycksångmaskin med betydligt högre effekt än landsmannen Thomas Newcomens maskin och han byggde år 1804 även världens första ånglok. På premiärturen drog det tio ton järn och 70 passagerare. År 1825 presenteras det första riktiga ångdrivna passagerartåget. Till en början var man nog antagligen lite rädd för järnvägen och dess möjligheter, eftersom det brittiska parlamentet år 1836 antog en lag som begränsade tågens hastighet till 8 km/h. Men järnvägen blev en succé och redan år 1850 hade ungefär 292 mil järnväg byggts bara i Frankrike (diagram 2). I Tyskland fanns vid samma tid 586 mil, i Belgien 85 mil, Italien 62 mil och Danmark fanns det 3 mil järnväg.

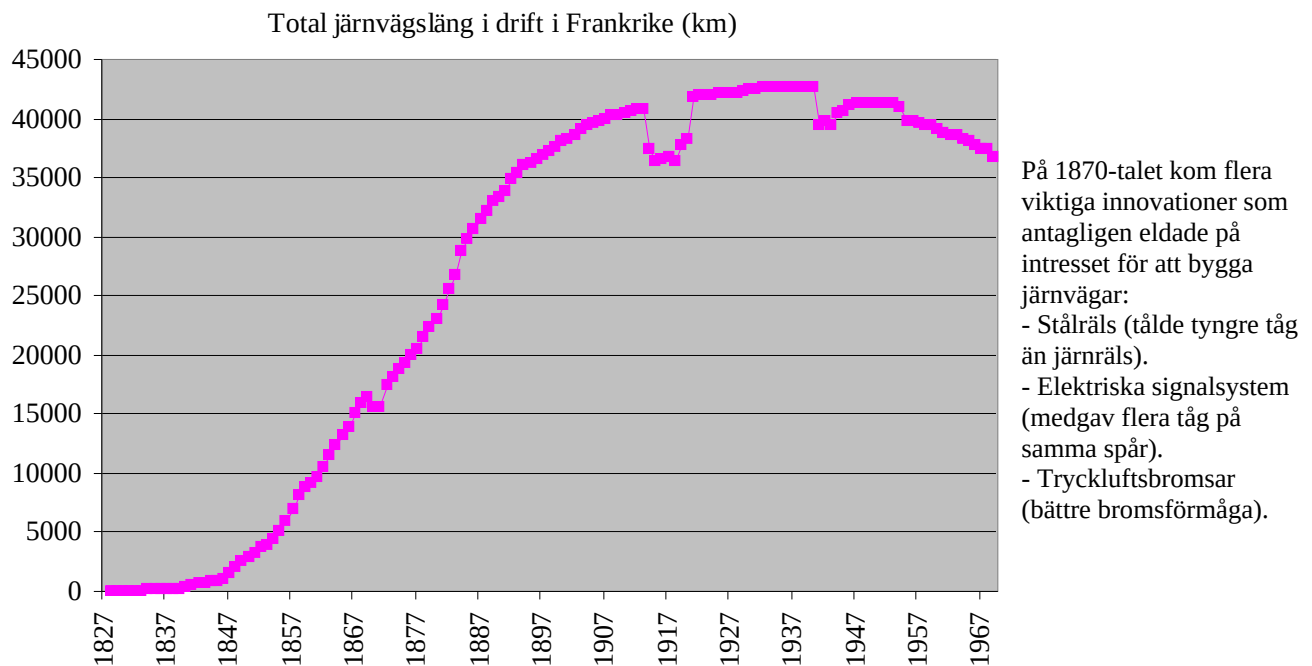


Diagram 2. Den totala trafikerade järnvägssträckan i Frankrike oavsett spårvidd mellan år 1827-1967 enligt Brian R. Mitchell (International historical statistics, första upplagan, The Macmillan Press LTD, Storbritannien). Minskningen år 1871 beror på fransmännen förlorade Alsace till tyskarna. Dipparna runt 1915 och 1940 beror på krigen. Den sjunkande trenden efter 2:a världskriget beror på att behoven av järnväg minskade med ökningen av massbilismen.

I början byggdes järnvägar till stor del av privata initiativ mellan större tätorter, men med tiden blev det en statlig angelägenhet och man såg det som ett medel till att befolka ödemarken och öka välståndet i fattiga landsdelar. Exempel på det senare var de amerikanska transkontinentala järnvägarna som byggdes 1864 och 1890 för att transportera gods och människor till de västra delarna av landet, samt den sibiriska järnvägen, som började byggas år 1891.

På 1920-talet nådde det europeiska järnvägsnätet sin topp beträffande den totala spårlängden och 1926 fanns det över 96.000 mil järnväg i den fria delen av världen (tabell 6).

Tabell 6. Data från Tidens kalender 1927 (Tidens förlag, Stockholm, 1926). Endast de länder som enligt olika källor då var helt självständiga stater är medtagna i tabellen.

Dåvarande landsnamn	Yta (km ²)	Invånare (miljoner)	Järnvägslängd/inv. (m/pers.)	Järnvägslängd 1926 (mil)
Abessinien (Etiopien)	900.000	9,5	0,73	693
Afghanistan	650.000	11	i. u.	i. u.
Albanien	30.000	0,85	3,53	300
Andorra	450	0,005	i. u.	i. u.
Arabien	i. u.	i. u.	i. u.	En järnväg
Argentina	2.790.000	10	3,73	3727
Belgien	30.440	7,8	1,29	1005
Bolivia	1.590.000	3	0,81	242
Brasilien	8.511.000	30,6	0,98	3010
Bulgarien	103.100	5,1	0,52	265
Chile	751.500	3,9	2,12	825
Colombia	1.283.000	6,6	0,25	164
Costarica	50.000	0,5	2,14	107
Danmark	44.300	3,5	1,42	497
Dominikanska rep.	50.000	0,9	1,10	99
Ecuador	307.000	2	0,53	105
Egypten	935.300	14	0,31	440
Estland	47.550	1,2	0,89	107
Finland	388.500	3,5	1,30	454
Frankrike	551.000	40,4	1,04	4191
Guatemala	127.000	6,2	0,20	124
Grekland	113.000	2	1,23	246
Honduras	100.250	0,773	1,29	100
Italien	309.700	40	0,52	2091
Japan	677.400	85	0,25	2112
Jugoslavien	249.000	12,5	0,73	917
Kina	11.100.000	440	0,03	1154
Kuba	114.500	3,4	3,03	1029
Lettland	65.800	1,9	1,48	282
Liberia	95.400	1,75	i. u.	i. u.
Liechtenstein	139	0,012	i. u.	i. u.
Litauen	56.100	2,2	0,73	160
Luxemburg	2.600	0,275	1,96	54
Mexico	1.969.000	14,2	1,61	2289
Monaco	21	0,022	i. u.	Minst en järnväg
Nederländerna	40.800	7,4	0,49	366
Nepal	140.000	5,6	i. u.	i. u.
Nicaragua	127.000	0,64	0,53	34
Norge	323.800	2,8	1,24	346
Paraguay	253.100	0,8	0,63	50
Peru	1.355.000	5,5	0,61	334
Persien (Iran)	1.650.000	5,6	0,10	56
Polen	388.300	29	0,70	2019
Portugal	92.000	5,6	0,61	343
Rumänien	294.200	17,5	0,67	1178
Ryssland	21.200.000	140	0,53	7362
Salvador	34.000	1,6	0,26	41
Schweiz	41.300	4	1,32	527
Siam (Thailand)	500.000	9,7	0,26	248
Spanien	505.000	21,9	0,71	1559
Storbritannien	244.800	45,2	0,85	3829
Sverige	448.460	6,1	2,52	1540
Tjeckoslovakien	140.400	14,2	0,96	1362
Turkiet	887.200	12	0,25	296
Tyska riket	470.700	62,5	0,92	5725
Ungern	92.900	8,4	1,02	858
Uruguay	186.000	1,6	1,66	266
USA	8.000.000	114	3,55	40451
Venezuela	1.020.400	3	0,35	106
Österrike	83.800	6,6	1,06	702

Ånglok levde kvar länge, men ångbilar blev aldrig någon succé. Det beror antagligen på att ångmaskiner var ganska väl lämpade för järnväg, eftersom nackdelen att det tar så lång tid att värma pannan hade liten betydelse då tågen gick nästan konstant. Dessutom tog det inte så mycket extra energi att släpa all den kol som behövdes och tågens stabilitet gjorde att det nog gick ganska bra att skyffla in kol även då de rullade. Ångtåg gick därtill väldigt fort (det gällande hastighetsrekordet är 202,7 km/h och sattes år 1938 av det brittiska loket Mallard). De nackdelar som ångloken trots allt hade gjorde dock att det sedermera började byggas elektrifierade järnvägar, varav den första togs i bruk år 1881 i Tyskland. På många håll elektrifierades emellertid inte järnvägen utan istället trafikerade man spåren med diesellok. Oavsett vilken typ av lok som används hade dock järnvägarna ett antal nackdelar, varav de främsta var:

1. Tågen var bundna till spåret och de kunde inte göra några avstickare ifrån detta och det var få transporter som kunde gå från dörr till dörr med tåg.
2. Det var ganska energi- och personalkrävande att framföra ett tåg, så det krävdes stora transportmängder för att vara lönsamt.
3. Tågen kunde inte köra förbi varandra på ett spår, så det krävdes att de följde en strikt tidtabell för att det inte skulle bli problem.

Den första bristen löstes till viss del av cykeln. Runt år 1600 dök ett och annat rullande experiment upp. De flesta hade dock 3-5 hjul, vilket gjorde dem tämligen svåra att styra samt dyra att tillverka och de slog aldrig igenom.

År 1779 konstruerades i Frankrike en cykelliknande tingest som var nästan helt gjord i trä och man tog sig fram på den genom att sparka med fötterna. Det fanns inget styre utan man fick luta i sidled för att få dessa tvåhjulingar att vika av något. Ungefär år 1816 utvecklade den tyske baronen Carl von Drais idén genom att förse anordningen med ett styre varmed man kunde vrida framhjulet. År 1839 kom britten Kirkpatrick MacMillan på att sätta vevstakar på bakhjulet som drevs av hävstänger fram, som på en trampbil. McMillans cykel var dock svår att cykla på. En ur denna synvinkel bättre lösning kom fransmannen Michaux när han satte vevarmar och pedaler direkt navet till framhjulet. En nackdel med detta var emellertid att för varje varv som tramporna rörde sig snurrade drivhjulet bara ett varv, vilket gjorde att drivhjulet måste vara stort för att cykeln inte skulle bli ett väldigt långsamt fordon. Detta medförde att framhjulen blev jättestora, ända upp till 1,5 m i diameter (sk. höghjulingar).

Det höga framhjulet och det lilla bakhjulet gjorde dessvärre att cykeln lätt tippade framåt, med risk för svåra kroppsskador. För att undvika detta utvecklades under denna period många varianter av höghjulingar med mindre hjul och med pedalerna sittande längre ner, med olika typ av kraftöverföring till drivhjulet. Dock drev man fortfarande cykeln på det styrande framhjulet. Bromsar introducerades på 1860-talet, kedjetransmission användes för första gången 1869 och styva metallekrar kom på 1870-talet. År 1885 konstruerade John Kemp Starley en cykel med lika stora hjul och sadel samt pedaler i mitten som satt fast på ett stort drev som drev en kedja till ett mindre drev på bakhjulet. Därmed var den moderna cykeln född! Med undantag av att luftfyllda däck inte introducerades förrän 1888 (de uppfanns år 1845 av William Thomson) och den första växelmekanismen, som patenterades år 1896. Så under andra halvan av 1890-talet kan man säga att cykeln var färdigutvecklad.

Alla tågets brister fann man dock lösningen på i och med uppfinnandet av bilen, lastbilen och bussen. Den första riktiga bilen utvecklade av tysken Carl Benz och den provkördes första gången år 1885. Men den såg mer ut som en cykeltaxi än en bil.

Benz fick många efterföljare och redan innan år 1900 introducerades flera av de tekniska lösningar som idag kännetecknar en bil, som ratten och luftfyllda gummidäck. Decenniet därpå tillkom innovationer som batteriet, trumbromsar och möjligheten att reglera hastigheten med hjälp av ett gaspådrag.



År 1908 lanserades T-forden. Den byggde på en ram av stålbalkar med en påbyggnad delvis gjord i trä. Motorn var fyrcylindrig med en maxeffekt om cirka 20 hk och växellådan hade två växlar, vilket kunde pressa upp bilen i cirka 65 km/tim.

Innan år 1930 hade en stor del av dagens bilteknik introducerats, exempelvis: täckt kaross, generator, startmotor, elektrisk belysning, fyrhjulsbromsar, framhjulsdrift, kompressor, självbärande kaross, hydrauliska teleskopdämpare, hydrauliska bromsar, vindrutetorkare och automatiska växellådor.



Citroën B11 började säljas 1934 och företaget fortsatte att sälja den till 1957. Ända från början hade den självbärande helsvetsad kaross, framhjulsdrift, individuell hjulupphängning och hydrauliska bromsar.

Därefter hände inte så mycket med biltekniken förrän på 50-talet, då många komforthöjande lösningar lanserades. Exempelvis: servoassisterade broms- och styrsystem, elektriska fönsterhissar, elmanövrerade säten, luftkonditionering, bränsleinsprutning och säkerhetsbälten. Sedan hände inte så mycket igen förrän elektroniken gjorde sitt intåg i bilvärlden med innovationer som krockkuddar och låsningsfria bromsar (80-talet) samt datorbaserade nätverk (90-talet).

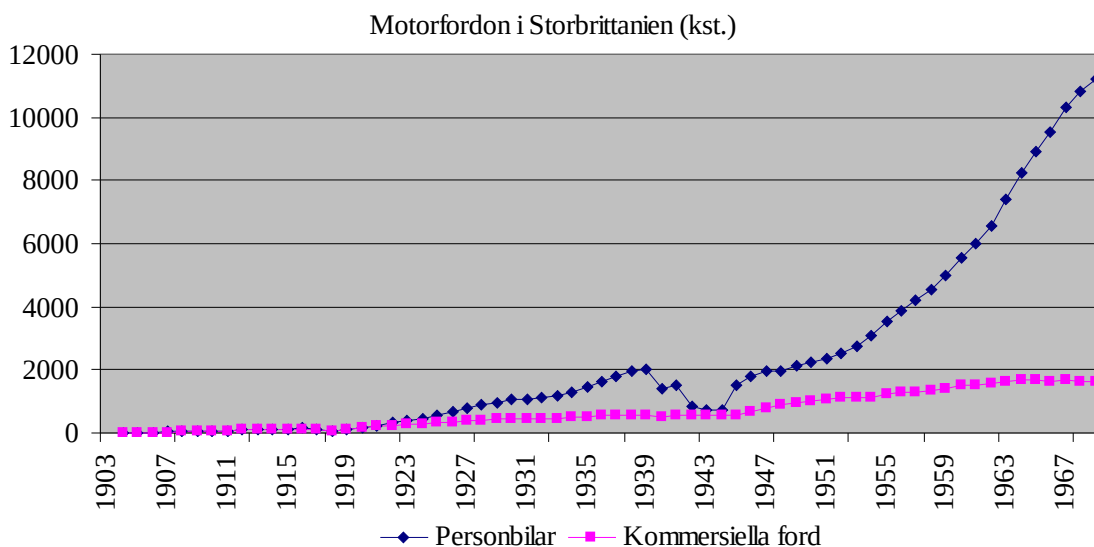


Diagram 3. Antalet motorfordon i drift i Storbritannien mellan år 1903-1969 enligt B. R. Mitchell.

Under hela den tid personbilar har existerat har antalet ständigt ökat överallt (exempelvis i Storbritannien, diagram 3), bortsett ifrån under perioder med svåra oroligheter som 2:a världskriget.

Vi reser också betydligt mer (år 1900 reste svensken i genomsnitt 23 mil/år, idag reser vi i genomsnitt 1.281 mil/år och 78% av resorna görs i bil). Med ökat bilåkande har även infrastrukturen kring bilarna ökat, i form av fler och bättre vägar (mellan år 1900 och 1990 växte den totala längden allmän väg från 54.800 km till 98.600 km), mer trafiklagstiftning och trafikpoliser (se diagram 4), fler trafikljus, större oljeimport (diagram 5) et cetera.

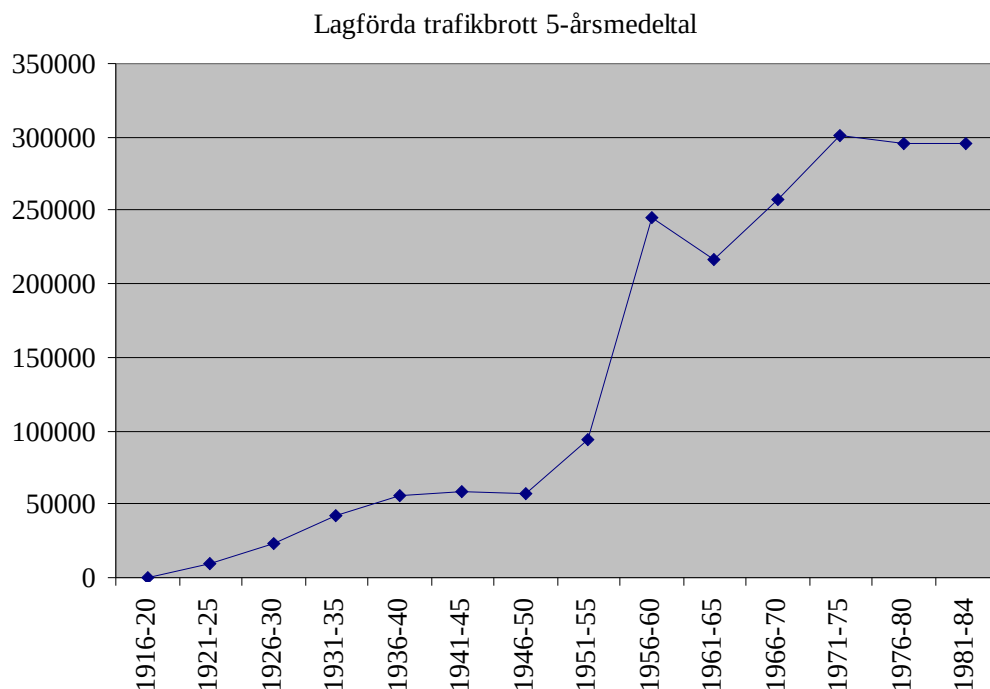


Diagram 4. Antalet trafikbrott som blivit föremål för rättsliga åtgärder enligt Hans v Hofer (Brott och straff i Sverige Historisk kriminalstatistik 1750-1984 Diagram, tabeller och kommentarer, Statistiska Centralbyrån 1998).

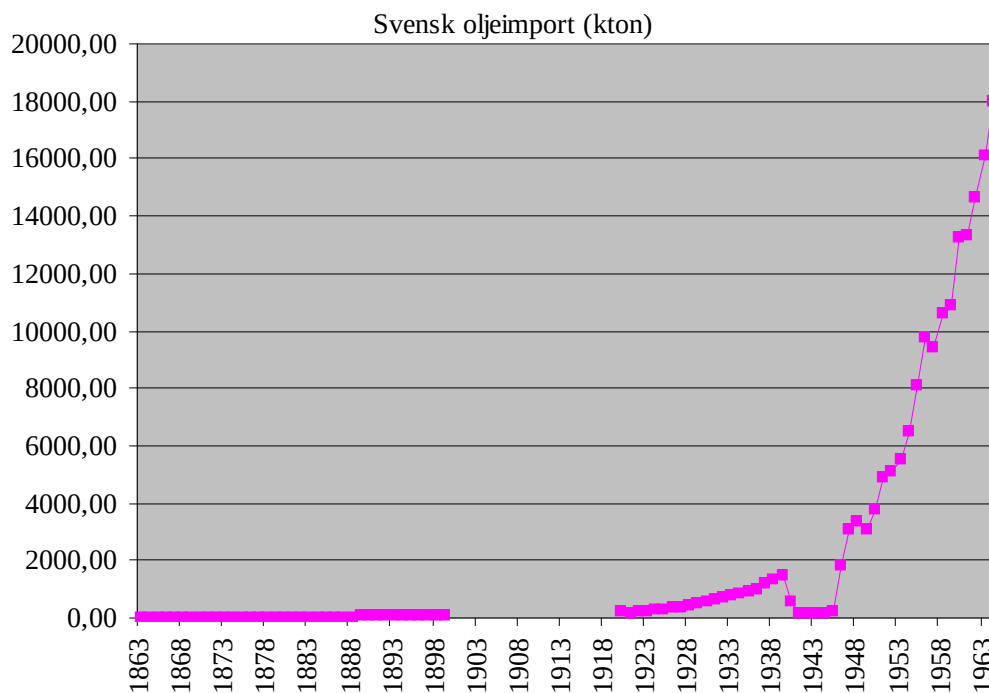


Diagram 5. Oljeimporten till Sverige enligt B. R. Mitchell (fjärde upplagan). Det tomma fältet mellan 1909-1919 beror på att det saknas data. Notera att importen även inkluderar villaolja, som var en stor produkt från slutet av 50-talet och på 60-talet).

Motorfordon har dock en stor nackdel i det att de rör sig på marken. Nackdelarna med det är att:

1. Fordonens hastighet begränsas av vägens kurvor och ojämnheter.
2. Det kan finnas hinder på vägen som stoppar upp farten och/eller vållar olyckor.
3. Vägar följande som regel inte den genaste sträckningen mellan avgångs- och ankomststort.
4. De normalt inte kan korsa sjöar och vattendrag annat än på broar eller om de fraktas med båt.

Dessa nackdelar elimineras, mer eller mindre med fordon som färdas i luften. Bortsett ifrån en del tidiga försök med vingar, glidflygning från klippor, luftballonger och misslyckade flygmaskiner anses flygets historia börja på allvar i USA med bröderna Wright, fast de råder dock en viss debatt om huruvida de verkligen var först eller inte.

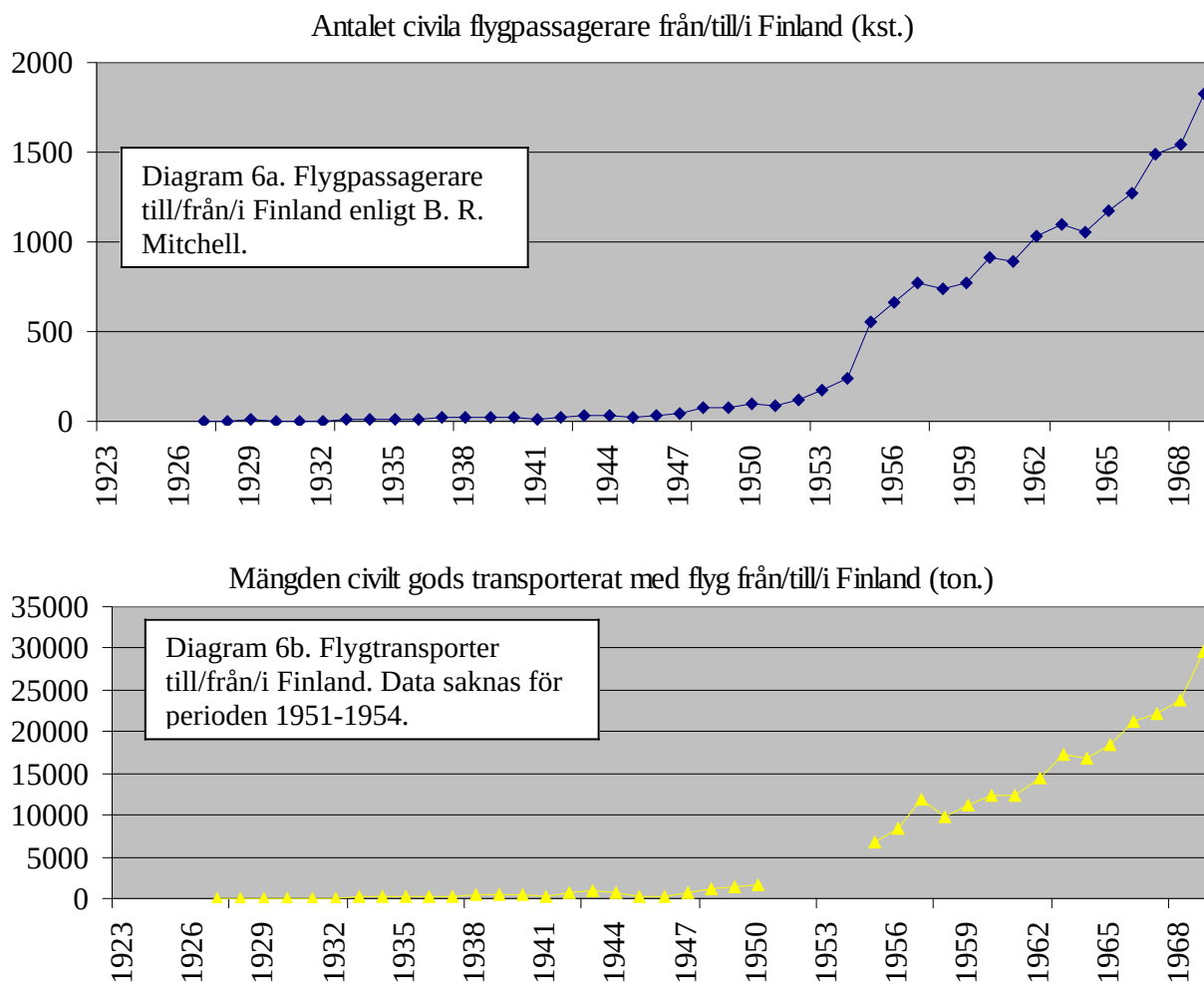
Bröderna byggde och testade i början på 1900-hundratalet ett antal varianter på segelflygplan. Då de inte höll måttet byggde de en egen vindtunnel och testade i denna ett antal olika ving- och roderkonstruktioner samt en egen förbränningsmotor. De gjorde den första kontrollerade flygfärden med en motordriven farkost som var tyngre än luften (till skillnad ifrån luftballonger och luftskepp) i december 1903 och den var 8 km lång. Flygplanet hade emellertid en mängd brister, såsom att det var väldigt instabilt. Senare prototyper de byggde var stabilare, men de saknade ännu väsentliga ting, som landningsställ.

Med lanseringen av den första generationen civila amerikanska jetflygplan, Boeing 707-120, var civilflyget mer eller mindre färdigutvecklat. Trots att det skedde bara sex år efter det allra första civila jetflygplanet, DeHaviland Comet, kom ut på marknaden. Boeing 707-120 används än idag och dess viktigaste prestanda, sett ur resenärens synvinkel, dvs. marschfarten, ligger ganska nära modernare efterföljare (tabell 7).

Tabell 7. Typiska prestanda för det första civila jetflyget och en tidig efterföljare jämfört med modernare dito. Prestanda som, marschfart, räckvidd och antalet passagerare varierar dock för en och samma flygplanstyp beroende på val som flygbolagen gör.

	DeHaviland Comet 1	Boeing 707-120	Boeing 747-400	Airbus 380-800
Besättning:	4	3-4	2	2
I aktiv tjänst:	1952-54	1958-	1989-	2007-
Tillverkades:	1949-1954	1954-1978	1988-2007	2005-
Vingyta:	197,0 m ²	226,3 m ²	524,9 m ²	845 m ²
Tomvikt:	34.200 kg	55.589 kg	180.755 kg	277.000 kg
Max. startvikt:	73.470 kg	116.575 kg	362.875 kg	560.000 kg
Marschfart:	790 km/h	897 km/h	920 km/h	955 km/h
Räckvidd med max. bränsle:	5.190 km	8.485 km	12.900 km	14.815 km
Kapacitet (antal passagerare):	56-109	110-179	-624	840

Ungefär samtidigt med att de första jetflygplanen togs i bruk ökade flygtrafiken radikalt (diagram 6 a + b).



Idag kan vi färdas relativt snabb och bekvämt på eller igenom alla jordens medier, utom fasta material såsom berg och jord. Nutida ingenjörer fokuserar inte heller på nya transportmetoder. Istället förfinar de befintliga system och apparater så att de blir energisnålare, bekvämare och framför allt billigare att tillverka.

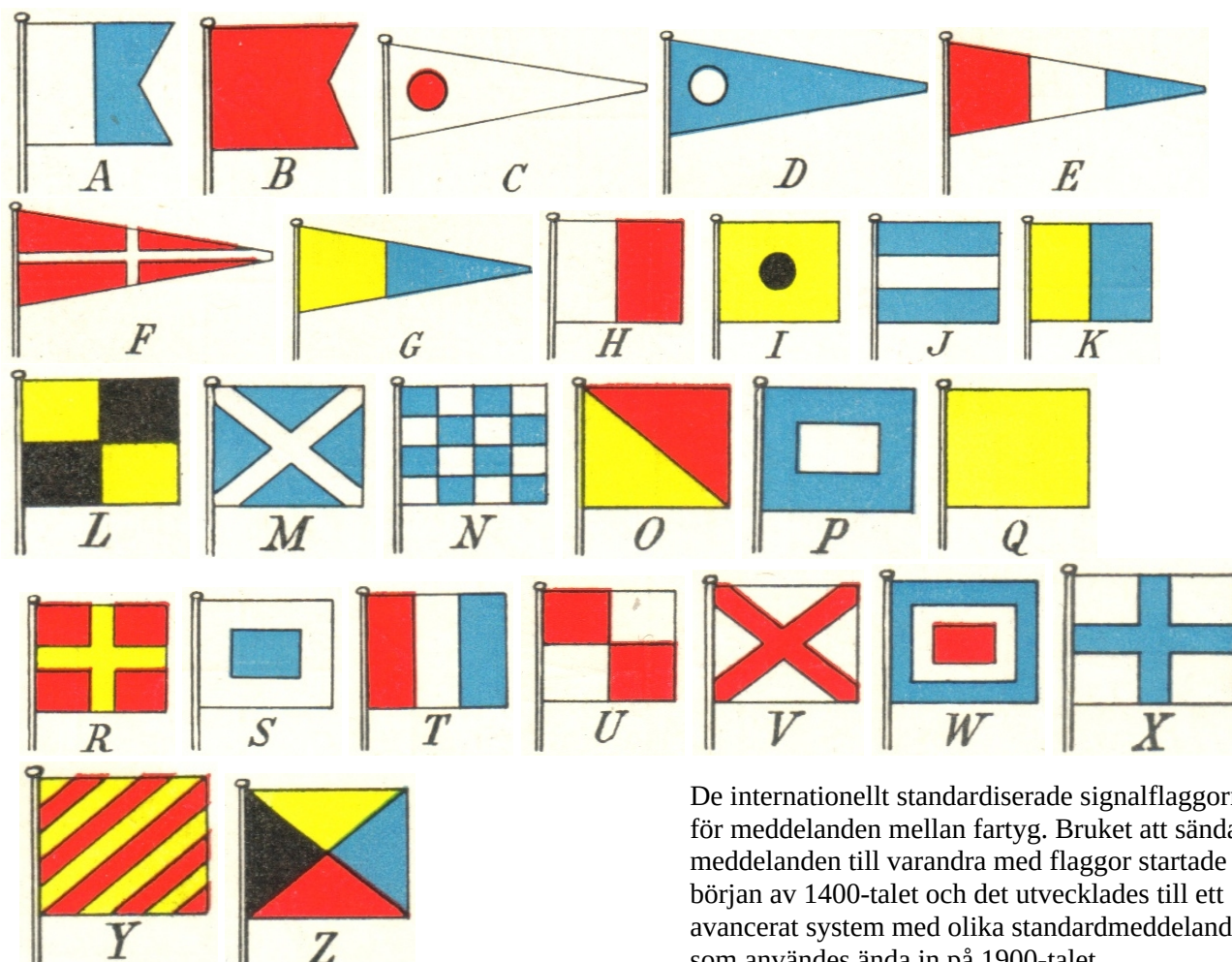
Kommunikation

Under merparten av mänsklighetens historia har vi varit hänvisade till att överföra alla budskap från mun till mun. Avståndet mellan avsändare till mottagare kunde bara förlängas med kurirer som gick från den ene till den andre. Ett principiellt viktigt utvecklingssteg tog den kurir som istället för att muntligt framföra meddelandet, överlämnade det i form av föremål med symbolvärde, som ett avhugget hästhuvud, en blombukett, eller en sten med tecken på. Än idag använder vi den formen av kommunikation då vi skriver ner tecken på ett papper, stoppar det i ett kuvert, frankerar och postar det. Vi låter därmed posten göra kurirjobbet från oss till mottagarna.

Vi har även länge använt en hel mängd olika metoder för att slippa färdas från en plats till en annan för att överlämna meddelanden, exempelvis ljus-, eld-, rök-, eller trumsignaler. Bland annat byggdes i slutet av 1700-talet nätverk av semaforer i flera länder som Frankrike, Sverige samt USA och de användes till mitten av det följande seklet. Semaforerna var snabbare jämfört med att skicka kurirer och störningsfriare än ljussignaler med mera, därtill förbrukade de inget bränsle. Men de var beroende av bra väder och det krävdes ett ganska tätt nät av semaforstationer eftersom de måste gå att se mellan dom med kikare. Därför var de betydligt dyrare än det system (telegrafsystemet) som skulle komma att konkurrera ut semaforerna under senare delen av 1800-talet. Det finns emellertid kvarlevande varianter av andra visuella systemen i form av bland annat fyrar, trafiksignaler och reklamskyltar.



I förgrunden en replika av en optisk telegraf, i bakgrunden TV-tornet i Stockholm.



De internationellt standardiserade signalflaggorna för meddelanden mellan fartyg. Bruket att sända meddelanden till varandra med flaggor startade i början av 1400-talet och det utvecklades till ett avancerat system med olika standardmeddelandet som användes ända in på 1900-talet.

I alla övriga typer av kommunikation utanför syn- och hörselavståndet är det något annat än en människa eller mänskliga sinnen som bär meddelandet mellan parterna. Det äldsta av dessa överföringsmedia var brevduvan. De användes tydligen i flera av de gamla högkulturerna före vår tideräkning, såsom i Kina, faraonernas Egypten, antikens Grekland och Romarriket. Fram till att radiotelegrafen uppfanns användes brevduvor framför allt för att sända meddelanden från fartyg till sjöss och av militärer i fält. Principen för detta kommunikationsslag var att duvor alltid vill flyga hem och att de är väldigt skickliga på att hitta tillbaka oavsett varifrån de startar. Nackdelarna var att de kan orientera fel, bli uppätta av rovfåglar eller dö på annat sätt, samt framför allt att de bara fungerade i en riktning. Vid tyskarnas belägring av Paris 1870-1871 löstes detta senare problem delvis genom att de belägrade skickade iväg brevduvor med luftballonger. Av de 381 duvor som skickades från Paris, togs 302 om hand av franska styrkor och skickades tillbaka med meddelanden, 59 av dessa nådde sitt duvslag i Paris med ett militärt meddelande.

En av de tidigaste systemen för överföring av meddelanden med hjälp av elektriska ledningar konstruerades av tyskarna Carl Friedrich Gauss och Wilhelm Weber år 1833. Systemet bestod av en generator, en switch som kunde ändra riktningen på strömmen, och en tvåpolig kabel (1 km lång) med en galvanometer i andra änden. Galvanometerns visare pendlade åt olika håll beroende vilket läge switchen var inställd på och uppfinnarna konstruerade ett alfabet bestående av kombinationer av de tre lägena: galvanometernålen till höger, mitten samt till vänster.

Det system som fick kommersiell utbredning utvecklades emellertid av amerikanen Samuel Morse och patenterades år 1837. De principiella skillnaderna mellan hans system och det tidigare var att:

1. Alfabetet bestod av kombinationer av långa och korta signaler.
2. De långa och korta signalerna skapades genom att en "strömbrytare" hölls nere i det ledande läget olika lång tid.
3. Meddelandena avkodades genom att mottagaren lyssnade på de korta och långa pipen i en högtalare.
4. Både sändare och mottagare hade samma utrustning, så kommunikationen kunde gå åt bägge håll.

Morses telegrafsystem erövrade snabbt USA, och från och med 1861 kunde meddelanden sändas tvärs över landet. Fem år senare fanns det en fungerande telegrafledning mellan Storbritannien och USA. När sedan telegrafledningen över stilla havet var färdig år 1902 fanns det ett telegrafnät runt hela jorden. Men även detta system hade några viktiga nackdelar:

1. Det kunde bara skickas ett meddelande åt gången i varje trådpar.
2. Det krävde telegrafledningar.
3. Det var svårt att tolka/sända morsesignaler, så det krävdes särskilt utbildad personal för arbetet (telegrafister).

Trots det ökade antalet telegram, till och med efter det att telefonsystemet började utvecklas (diagram 7 och 9).

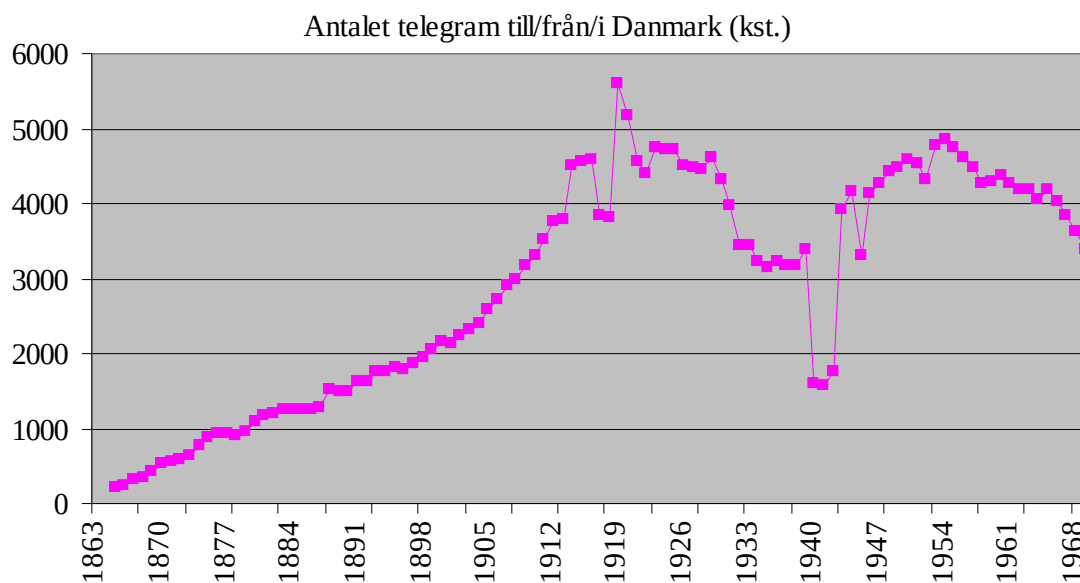
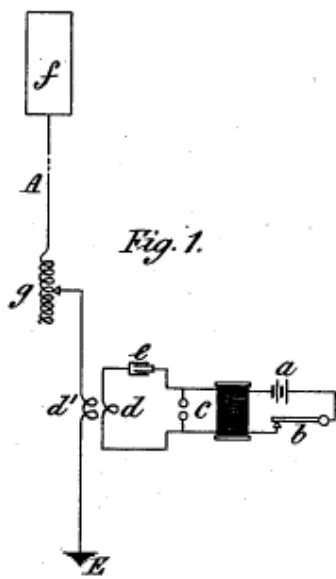


Diagram 7. Antalet telegram till/från/i Danmark mellan 1863-1969, enligt B. R. Mitchell.

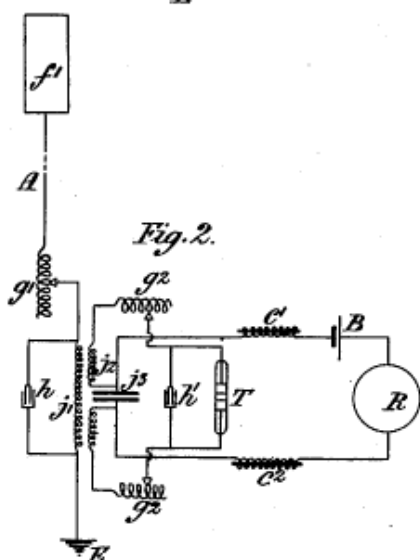
För att lösa det första problemet var man antingen tvungen att bygga ut hela systemet med mycket fler trådpar, på samma sätt som man senare gjorde med telefonnätet, eller koda meddelandena så att varje mottagare visste vad som var menat för dom respektive inte var det. Man valde det senare och utvecklade kodningsapparater (telexapparater). Dessa apparater löste även det tredje problemet med behovet av telegrafister, eftersom på telexapparaterna skrev operatören ner meddelandet på ett vanligt tangentbord. Telexapparaten i sin tur översatte texten till en hålremsa som i sin tur matades in i en läsare på apparaten. Den mottagande telexapparaten skrev därefter ut texten på ett papper. Telex-nätet byggdes ut till en stor mängd användare och användes i stor skala fram till slutet av 1980-talet. Numera är det dock mer eller mindre nedlagt över hela världen. Främst på grund av konkurrensen ifrån de betydligt enklare fax-apparaterna som kan sända en kopia av vilket papper som helst och detta dessutom över en vanlig telefonlinje.

En lösning på det andra problemet vore att sända meddelandena trådlöst. Den som anses vara det första trådlösa morsemeddelandet skickades år 1896 av italienaren Guglielmo Marconi och togs emot av hans medarbetare cirka 6 km bort.



Figur 1 i Marconis patentansökan beskriver sändaren, där:

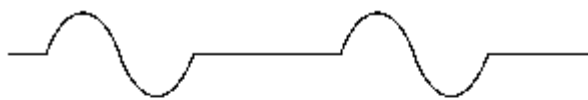
a= strömkälla,
b= brytare,
c = spole med två lindningar,
e= kondensator,
d= en spole med två lindningar, i lindningen på kretsen med kondensatorn finns ett avbrott (ett gnistgap),
g= en spole med variabelt antal lindningsvarv,
A/f= antenn,
E= jord.
När b sluts laddas e upp, sedan urladdas e och skapar en gnista i d som i sin tur skapar en kort strömpuls i sekundärlinningen, dvs. en högfrekvent växelström. Denna strömpuls sprids i luften via antennen.



Figur 2 mottagaren, där:

A/f= antenn,
g¹= en spole,
h= kondensator,
j¹ och j² = en spole med två lindningar, varav den andra var delad i två delar,
j³= kondensator,
B= batteri,
R= relä, som styr exempelvis ett visarinstrument.
T= kohärer, ett rör med metallpulver mellan två poler, när det påverkas av elektriska vågor sjunker pulvrets motstånd.
g² och C= spolar.
E= jord.
Syftet med detta arrangemang var att skapa en krets som självsvängde och vars svängningsfrekvens kunde justeras in för att passa emot sändaren.
När signal kommer laddar j³ ur sig och aktiverar därmed reläet.

Sändarsignal



Mottagarsignal



Överföringsprincipen:

Sändaren var antingen tyst eller sände signal. Mottagaren däremot var inställd så att den hela tiden svängde med samma frekvens som sändarsignalen. När det väl kom en signal blev höjden på svängningen högre, dvs. amplituden ökade. Denna ökning skickades vidare till visarinstrumentet.

Marconis system hade ett antal brister varav den främsta var, utöver att meddelandena bestod av morsekod, att den byggde på en amplitudmodulerad bärvåg (AM-bandet). Det innebär att ljudet (tex. morsekoden) överfördes genom att amplituden på bärfrekvensen varierades i samma takt som morsekoden. Detta medförde att överföringen blev väldigt känslig för störningar om inte sändningarna gjordes med extremt hög effekt. Systemet förbättrades dock avsevärt när amerikanen Lee De Forest år 1906 uppfann radorören som var till nytta dels för att förstärka signalerna och dels för att skapa bärvågen.

Ett av de första kommersiella användningsområdena för hans radiosystem var radiofyrrar för lufttrafiken. Systemet användes ända fram till början av 1960-talet. Ett annat tidigt användningsområde var att skicka meddelanden mellan fartyg och land. Det mest kända exemplet på detta var de meddelanden som sändes från Titanic under dess förlisning år 1912.

Regelrätta radiosändningar började i Kalifornien 1909. 1925 uppfann amerikanerna Kellogg och Rice den högtalartyp som dominerar än idag. Frekvensmodulering (FM-bandet) uppfanns 1933. Med den tekniken överförs ljudet genom att bär vågens frekvens ändras lite hela tiden. Det gjorde sändningarna betydligt mindre känsliga för störningar och därigenom blev kvaliteten bättre och sändareffekten kunde minskas. Dessutom ökade under 30-talet antalet radiostationer. Detta sammantaget hade antagligen en stor betydelse för att mängden radiomottagare ökade kraftigt (diagram 8).

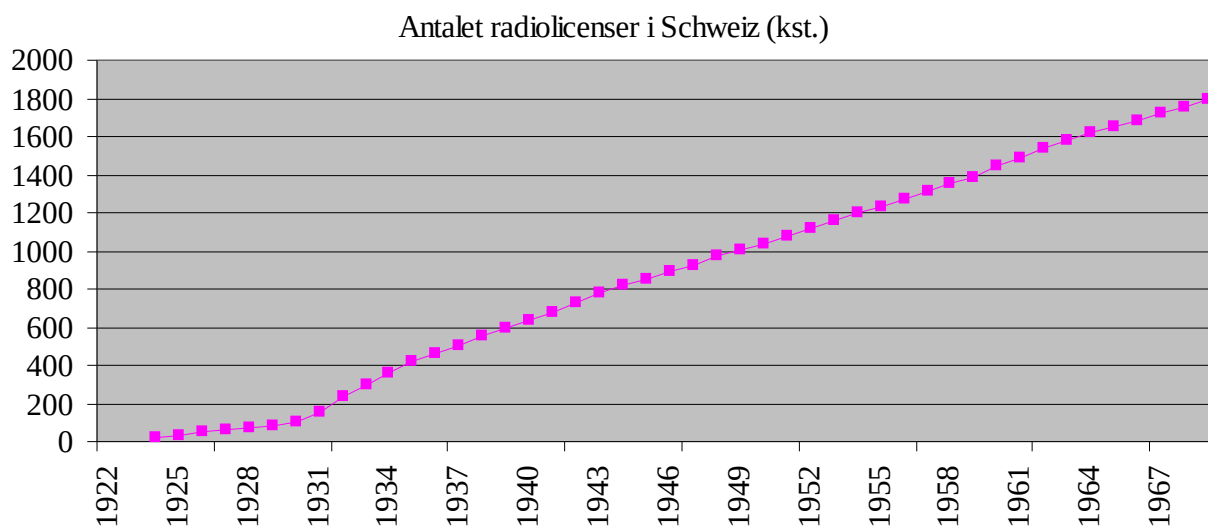


Diagram 8. Antalet licenser för innehav av radiomottagare i Schweiz mellan 1922-1969, enligt B. R. Mitchell.

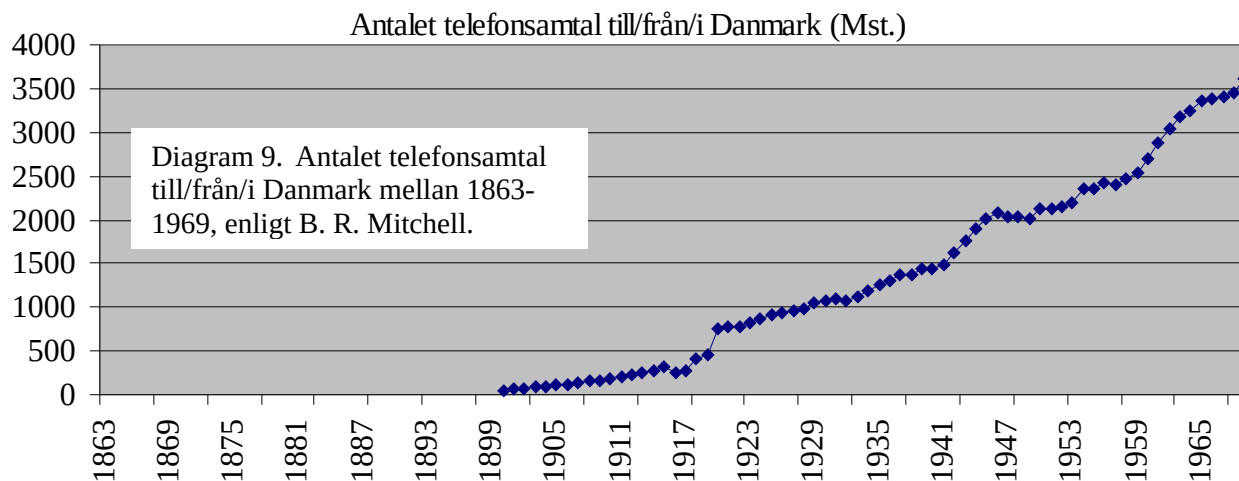
Därefter har det inte hänt så mycket med radiotekniken utöver att sändare och mottagare kunde göras betydligt mindre när halvledarkomponenterna²⁷ ersatte radiorören.

²⁷. Halvledarkomponenter består av ett grundmaterial som leder ström "halvbra". I halvledarnas barndom användes germanium som grundmaterial, men idag används mest kisel. I den mest grundläggande halvledarkomponenten (dioden) lägger man på två tunna skikt av andra ämnen på grundmaterialet. Syftet med det är att göra komponenten ledande om den ena sidan kopplas till pluspolen och den andra till minus, men inte ledande om den kopplas tvärtom. Den komponenten är användbar för den som exempelvis vill förvandla en växelström till en likström. Med flera skikt och/eller flera sammankopplade dioder kan man åstadkomma nästan alla övriga komponenter som finns i modern elektronik, såsom lysdioder och transistorer. Den senare sorten består i princip av två dioder och den har den egenskaper att man kan styra hur ledande komponenten ska vara från + till - genom att ändra spänningen "tvärs över" strömriktningen. Med miljoner ihopkopplade transistorer har man avancerade komponenter som datorprocessorer.

Telegrafen hade uppenbara nackdelar som löstes 1876 då amerikanen Alexander Graham Bell fick patent på ett telefonsystem. Systemet byggde på att man pratade in en mikrofon, som i princip såg ut som en liten högtalare. Ljudvågorna satte högtalarmembranet i svängning vilket alstrade en ström i spolen runt magneten, som sedan överfördes genom en ledning till mottagarens högtalare. Antingen var de två telefonerna direkt ihopkopplade eller då så fanns det minst en växelstation emellan dom. Dessa bestod av paneler med ett eluttag för varje abonnent. När en abonnent ville ringa vevade denne i en vev som satt på en generator, vilket alstrade en ström som gjorde att det ringde i en klocka i växelstationen. Operatören svarade och frågade vart abonnenten önskade bli kopplad. Om mottagaren betjänades av samma växel, ringde operatören denne, talade om att det kom ett samtal och kopplade en sladd mellan den uppringande och mottagaren. Om mottagaren var kopplad till en annan växelstation var operatören tvungen att istället koppla samtalet vidare till den stationen. När samtalet var avslutat vevade de samtalande återigen i veven så att operatören fick vetskap om att samtalet var avslutat och denne kunde ta bort sladden emellan dom. Som synes hade systemet en hel del brister, utöver de uppenbart omständliga i arrangemanget, var den ström som genererades av mikrofonen väldigt liten, vilket gav dålig ljudkvalitet. Därutöver var apparaterna stora och de var försedda med en fast monterad mikrofon, som gjorde att det var ganska obekvämt att prata i telefon. I synnerhet som mikrofonen på de första telefonerna även fungerade som högtalare. De viktigaste milstolparna på vägen till dagens telefonsystem var följande:

- Något år efter de första telefonerna släppte Bells bolag telefoner med en lös högtalare som var kopplad till apparaten via en sladd.
- Svensken Lars Magnus Eriksson konstruerade år 1880 en bättre mikrofon, därefter en ännu något bättre för att sedan år 1903 presentera den typ av mikrofon (kolkornsmikrofonen) som kom att bli standard för lång tid framåt. Den fungerade så att ljudets vibrationer satte kolkornen i rörelse och det i sin tur gjorde att motståndet i mikrofonen varierade. Den likspänning som skickades in i mikrofonen kom ut som en varierande spänning som drev högtalaren i andra änden av tråden. Vilket resulterade i betydligt bättre ljud eftersom energin inte längre alstrades av de samtalandes röster utan av en extern kraftkälla.
- 1892 kom en konstruktion med högtalare och mikrofon i en enhet (sk. telefonlurar), som också uppfanns av Eriksson.
- Ca år 1915 introducerades den automatiska växelstationen, som gjorde att abonnenterna själva genomförde kopplingen till önskad mottagare genom att vrida en skiva på telefonapparaten. Skivan hade ett hål för varje siffra 0-9. Ju längre skivan snurrade desto högre siffra och desto fler pulser till linjeväljarna i telefonstationen. De flesta större städer automatiserades före 1930-talets utgång, men förbindelserna mellan telefonstationernas områden måste fortfarande kopplas av telefonister.
- På 1950-talet blev telefonsystemen helt automatiserade.

Sedan var telefonen ur användarens synvinkel mer eller mindre färdigutvecklad. Och för nästan för varje år som gått har antalet telefonsamtal ökat (diagram 9). Den främsta kvarvarande bristen var då att telefonerna var fysiskt bundna till telefonjack eller dess närhet. Detta problem löstes i och med mobiltelefonernas intåg.



Världens första mobiltelefonsystem med automatisk koppling till det allmänna telenätet (Mobiltelefonsystem Laurén) startades av Televerket 1956 och det täckte Stockholm samt Göteborg. Systemet byggde på att varje abonnent hade en sändare med effekt nog att nå telefonstationen även om avståndet var ganska långt. Systemet fanns i uppgraderade versioner kvar till 1987 och som mest hade det 20.000 abonnenter.

1981 öppnade de nordiska televerken världens första moderna, helautomatiska och rikstäckande mobiltelefonnät (NMT 450). Det byggde på ett nät av radiosändare som var och en täckte ett mindre område, vilket möjliggjorde telefoner med lägre sändarstyrka som därigenom kunde bli mindre och med längre samtalstid utan att tömma batterierna.

NMT var ett analogt system, vilket gjorde sändningarna känsliga för störningar eftersom all signal, verklig signal såväl som störningar, överfördes till ljud. Till skillnad ifrån digitala system där det skulle överföras omvandlades till en kod. År 1992 startade Svenska televerket det första digitala systemet (GSM) enligt en standard som man kommit överens om i ett flertal europeiska länder. Denna standard anammades även snabbt av länder utanför Europa, vilket har gjort det till en världsstandard.

Höra är ju trevligt men att både se och höra anses av många vara ännu mer underhållande. Redan år 1908 publicerade britten Alan Archibald Campbell-Swinton ett brev i den vetenskapliga tidskriften Nature där han beskrev hur bilder skulle kunna överföras genom att använda ett katodstrålerör som både sändande och mottagare. Därefter gjordes det en del experiment, men första verkliga överföringen av rörliga bilder genom en kabel genomfördes av en annan britt, John Logie Baird 1925. Eftersom systemet innehöll ett antal roterande skivor som skannade bilden och omvandlade den till elektriska impulser, uppdaterades bilden långsamt. Med den följd att alla rörelser såg väldigt ryckiga ut. Dessutom var detaljskärpan usel. Fyra år senare introducerade amerikanen Philo Farnsworth ett system som kunde skanna in motivet på samma sätt som en modern TV-kamera. På 1940-talet var tekniken så utvecklad att det regelbundet sändes ut TV-program i bland annat USA. TV-sändningar i färg startade i början på 50-talet. På 50-talet var det också många länder som anammade tekniken och byggde upp TV-system och folk köpte TV-mottagare (diagram 10).

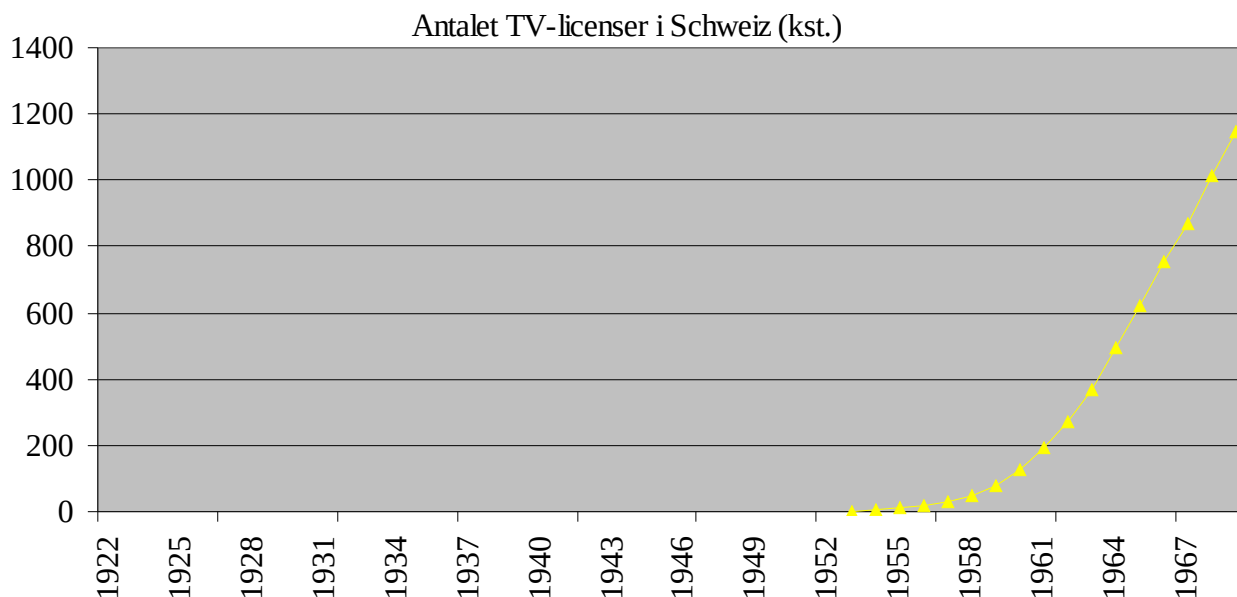


Diagram 10. Antalet licenser för innehav av TV-mottagare i Schweiz mellan 1922-1969, enligt B. R. Mitchell.

Den senaste stora händelsen inom kommunikationsområdet var uppkomsten av Internet och det i sin tur föddes ganska snart efter det att den ”moderna” datortekniken kom på 50-talet. Det fanns några få datorer innan dess, men de var jättelika, långsamma, dyra och energi- samt underhållskrävande eftersom de byggde på reläer och/eller radiorör. Men efter att John Bardeen, Walter Brattain och William Shockley vid Bell Labs i USA år 1948 uppfunnit transistor, fanns möjligheten att göra mindre, snabbare, billigare, pålitligare och energisnålare datorer. Ännu bättre blev de efter att Robert Noyce år 1958 uppfunnit den integrerade kretsen. Det här var under det kalla kriget och USA satsade, genom en statlig finansiär av militär forskning: Advanced Research Projects Agency (ARPA), stora pengar på att bygga datorer som kunde användas för att utveckla bättre vapen. Snart kopplades flera av dessa datorer ihop med varandra och de började kommunicera, dvs. ge och ta emot data via en kabel. En forskare (Paul Baran) föreslog år 1962 att den data som skulle överföras borde delas upp i små paket med individuella adresser, som kunde ta vilken väg som helst genom ett nät av sammankopplade datorer, fram till mottagaren. Där skulle bitarna sättas ihop igen. Detta för att kommunikationen skulle kunna fortgå även om delar av nätet slagits ut av sovjetiska bomber. Idén utvecklades på några institutioner, ARPA nappade på den och finansierade 1969 ett nätverk med fyra noder, döpt till ARPANET.

ARPA hade omfattande forskningsprojekt igång över hela USA och ville nu undersöka om det gick att spara resurser genom att låta olika uppdragstagare dela datorkraft i ett nätverk (datortid var i slutet av 1960-talet fortfarande en knapp och dyrbar resurs). Men ett huvudproblem var hur man skulle få universitetens tidigare inkompatibla stordatorer att tala med varandra. Lösningen blev Interface Message Processor (IMP), ett slags standardgränssnitt eller "router", som tillät en stor mängd hård- och mjukvara att fungera tillsammans över ARPANET. Så tidigt som i januari 1971 hade nätverket 13 noder, och i april 1972 hade antalet stigit till 23. Forskarna upptäckte snart att nätet också var ett utmärkt hjälpmedel för att skicka meddelanden till varandra, vilket resulterade i E-mail funktionen.

Samma år började en arbetsgrupp med forskare från olika länder ta fram ett adresserings- och överföringsformat som skulle fungera även i betydligt större skala och 1974 stod första versionerna av dessa Transmission Control Protocol (TCP) och Internet Protocol (IP) färdiga. Fast inte förrän i slutet av 80-talet hade alla nätverksägare, myndigheter och företag slutligen enats om att det var dessa format som skulle gälla för alla nätverk.

Nu kan vi mer eller mindre överallt ta emot och skicka rörliga färgbilder med ljud därtill. Dessutom kan vi i viss mån interagera emot dessa bilder i vissa TV-spel och system för tredimensionell bildöverföring har börjat byggas. Sålunda finns det antagligen inte mycket mer som vi kan önska för att kommunicera med dessa sinnen, utöver om det vore möjligt att skapa och överföra tredimensionella bilder och ljud som vi kunde vandra runt i. Övriga sinnen däremot är mindre tillfredsställda, förutom enstaka exempel på vibrerande handtag till TV-spel och liknande.

Livsmedel

Då vår tideräkning började var många viktiga naturbruksredskap, som fiskenätet, fiskekroken, kvarnen, harven och plogen redan uppfunna. Tekniken var ungefär densamma då som 1700 år senare, det var till och med så att en romersk handbok om växtodling, trädgårds- och djurskötsel, biodling och livsmedelshantering användes ända in på 1800-talet. Den skrevs av Lucius Junius Moderatus Columella, under det första århundradet. Och man brukade jorden (dvs. bedrev jordbruk och/eller boskapsskötsel) i samma delar av världen som idag. Förutom att några områden tillkommit:

- Den afrikanska savannen, Brasilien, östra USA, mellersta delarna av Norden, delar av Ryssland och Ukraina började brukas efter år 0.
- Västra USA, Argentina, delar av Sydafrika, Nya Zeeland och Australien uppodlades i stor skala först efter att de blivit kolonialiserade av européerna.

Ursprunget för ett urval av nyttoväxter, där detta med någon mån av visshet, gått att fastställa:



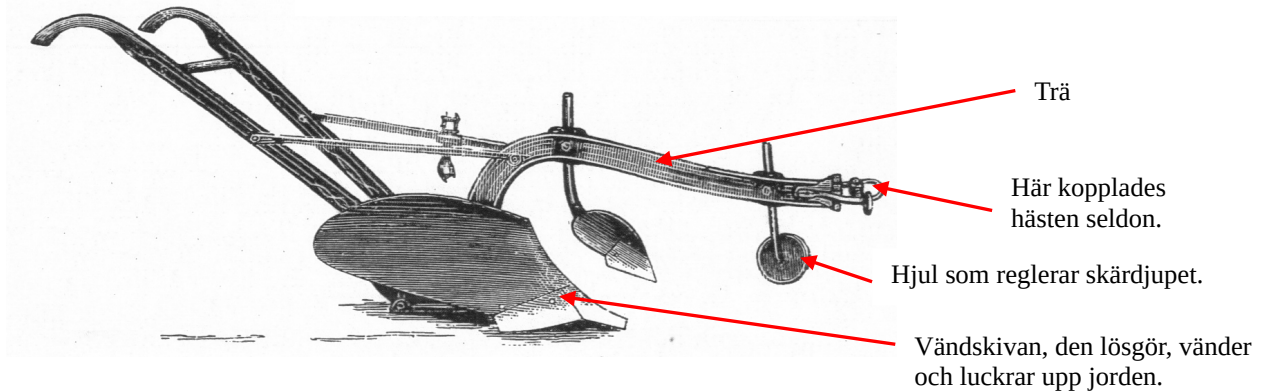
Inom jordbruksteknikens område förefaller det vara än fler bud om varifrån olika innovationer kommer än på andra områden. Det kan eventuellt bero på att det bönderna gjorde på många håll blev väldigt bristfälligt dokumenterat. Flera författare hävdar emellertid att många framsteg kommer ifrån Storbritannien, men de även de brittiska förbättringarna av jordbruket förefaller ha hämtat mycket inspiration från resor till jordbruk på kontinenten. För att inte trampa någon nationalitet på tårna redovisas därför här, i stora drag, endast den tekniska utvecklingen i Sverige. Här började man från officiellt håll att intressera sig för jordbrukets utveckling på 1700-talet, då vetenskapsakademien grundades och fick ansvar över bland annat dylika frågor. År 1813 ville den dåvarande kungen Karl XIV att man skulle satsa hårdare på jordbrukstekniken och han bidrog själv med pengar till grundandet av Kungliga Skogs- och lantbruksakademien. Den fick till uppgift att studera vad som hände på området, i framför allt Storbritannien, och sprida dessa kunskaper vidare till jordbrukarna genom lantbruksutställningar och de lokala hushållningssällskapen. År 1840 grundades dessutom Ulna lantbruksinstitut, Sveriges första högskola inom lantbruksområdet.

Dessa ansträngningar från statens sida förefaller ha haft effekt, för de viktigaste jordbruksredskapen och odlingsmetoderna i det svenska jordbruket förfinades:

- Från mitten av 1600-talet och framåt övergick bönderna i Sverige successivt ifrån att skörda med skära till att skörda med lie. Med den effekten att arbetet gick fortare (givet att åkern inte var så stenig att lien gick sönder).
- I början på 1700-talet introducerades plogar²⁸ med skär (den s. k. vändskivan) av järn istället för trä. Dess största fördel jämfört med plogar med vändskiva av trä var att de gled lättare genom jorden. Vilket medförde att det behövdes färre dragdjur och det i sin tur medförde att det behövdes mindre foder, som i sin tur ökade arealen som kunde användas för spannmål. Nackdelen med järn var att det var dyrt, men under 1700-talet blev järnet billigare på grund av bättre framställningsmetoder.

Hjulplog med vändskiva från början av 1900-talet. Min morbror använde en dylik ända in på slutet av 1900-talet för att gräva upp potatisåker, fast då spände han den efter traktorn. Dagens plogar har inte v-formade vändskär och dessutom flera skär (en traktor orkar dra mer än en häst).

Det viktigaste plogen gör är att den blottlägger oanvänd näringsrikare jord för fröna.

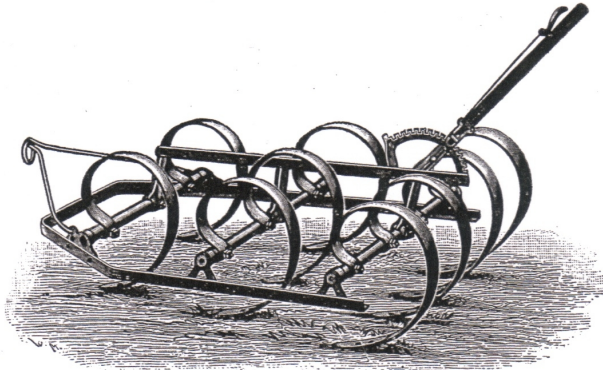


- Man insåg att istället för att alltid odla samma gröda på samma åker och vartannat år låta åkern vila²⁸ (ligga i träda) kunde man byta mellan olika grödor, vilket gjorde att marken behövde vila betydligt mer sällan.

²⁸. Ett av de största problemen med att odla grödor som kräver mycket näring från jorden för att ge god avkastning (såsom spannmål) är att marken utarmas på just det som grödan behöver. Detta problem kan lösas genom att:

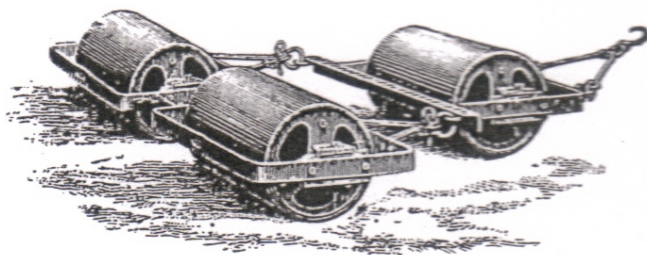
- Ständigt odla på tidigare obrukad mark (svedjebbruk). Problemet med det är att marken på många håll inte räckte till för sådan lyx.
- Röra om i jorden så att det inför varje sådd alltid var "frisk" jord som ligger i kontakt med fröna. För detta ändamål använder man plogar.
- Tillföra näring. Det kan man göra genom att plöja ner växtdelar i marken, som sedan får ligga och kompostera, eller genom att gödsla. Normalt gör man bäggedera men problemet med det senare var att få ihop tillräcklig och tillräckligt näringsrik gödning. Det löstes mer eller mindre permanent i början på 1900-talet i och med uppfinnandet av konstgödningen.
- Växla mellan grödor som tar upp lite olika saker och/eller kräver mindre näring än vad de nedplöjda växtdelarna sedan ger efter kompostering.
- Bara odla växter som kräver lite näring, som potatis. Problemet med det var att först att det var en okänd växt och senare att dels inte alla jordar var lämpliga för potatis samt dels att man inte lyckades lagra potatisen lika bra som man då lyckades med att lagra spannmål.

- Efter att jorden plöjts bör den, i fall det ska sättas spannmål, luckras upp ytterligare och därtill bör den jämnas till och det skall skapas små diken vari utsäde ska läggas. När sedan utsädet ligger i jorden behövs något för att täcka det med jord. För dessa ändamål har man sedan lång tid tillbaka använt harvar. I sin enklaste form består harvar av kluvna granstockar med stumpar av kvistarna kvar. I slutet av 1700-talet började harvar med böjda pinnar av järn slå igenom. Det gjorde att harvandet gick fortare.



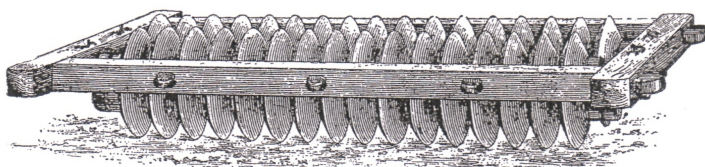
Harv från början av 1900-talet, helt i tillverkad i järn med ställbara pinnar. I princip ser en modern harv ut ungefär likadant. Ibland lägger man stenar på den för att den ska gå djupare.

- Det är dock fördelaktigt att platta till jorden mer än vad harven gör och efter att utsädet ligger i jorden är det också fördelaktigt att ytan plattas till ytterligare. Till detta används vältar. Detta redskap består i sin enklaste form av en trästock som spänns efter dragdjuret och rullar över fältet. De blev vanligare på 1700-talet och dessas förmåga att krossa hårda jordklor ökade då stockens yta räfflades, genom att exempelvis spika dit trekantiga ribbor.



Slätvält från början av 1900-talet.

Ringvält från samma tid. Ungefär såhär såg den vält ut som min morbror använde i slutet av förra seklet. Den är bättre eftersom den slår sönder jordklor effektivare, men håller jordytan mer uppluckrad.



- Staten beslutade att bönderna skulle byta (skifta) mark med varandra så att ägorna blev mer sammanhängande och därmed effektivare att bruka. Orsaken till de splittrade ägorna var att man, i rättvisans namn, under lång tid, i arvskiften och/eller i bygemenskapen, hade delat både den goda och den dåliga marken broderligt så att var och en fick lika mycket av varje. Med den effekten att var och en hade små remsor åkrar, ängar och skogar här och där. Storskiftesstadgan från 1757 begränsade varje gårds fragmentering till maximalt fyra remsor per område. Storskiftet gav inte så mycket effekt som myndigheterna hoppats, därför följde enskiftet 1803 och Laga skiftet från 1827. Men inte ens idag är skiftandet helt genomfört, exempelvis har jag själv del i fem små utspridda skogsplättar med konstiga mått som 970x30 m.

Även på 1900-talet togs flera viktiga steg i utvecklingen av det svenska jordbruket:

- Den första traktorn med förbränningsmotor kom till Sverige år 1905. Men det tog längre tid för traktorn att etablera sig på marknaden jämfört med lastbilar, bussar och personbilar. Eftersom bönderna föredrog hästar då de:
 - Hade tillgång till billigt foder.
 - Kunde handskas med djur.
 - Hade utrymmen för att hysa djur.
 - Som regel inte var i behov av höga transporthastigheter (traktorer gör inte mer än 30 km/h).
 - Hade nytta av hästens terrängegenskaper i skogsarbetet.
 - Hade nytta av dyngan.

Så många bönder, som min morbror, köpte inte traktor förrän på 50-talet. De största fördelarna med traktorer i jordbruket var dock antagligen att:

- De kunde dra mer än en häst.
 - Inte blev trötta.
 - Kunde lyfta bearbetningsaggregatet under transporten till och från åkern.
 - Hade kraftuttag som kunde driva exempelvis gödselspridaraggregatet.
- Konstgödsel, dvs. kvävepulver som utvinns ur luften med hjälp av elektricitet. Metoden uppfanns av norrmännen Birkeland och Eydes och dess företrädare gentemot naturlig gödsel var antagligen att den:
 - Var mindre ohygienisk.
 - Inte luktade illa.
 - Garanterat inte innehöll farliga föroreningar.
 - Var lättare att sprida.
 - Kunde spridas jämnare.
 - Lagrades i "behändiga" 50-kilossäckar.
 - Hade lång lagringstid.
 - Var vikeffektiv.
 - Höll jämn kvalitet.
 - Var tillgänglig i riklig mängd för alla bönder (som hade råd att köpa den).
 - Såningsmaskiner är apparater som mekaniskt släpper fröna (utsädet) relativt jämnt och i raka linjer med lagom avstånd över åkern, till skillnad ifrån när det sprid för hand. Detta medförde att utsädet användes effektivare.
 - Gödselspridare sprider gödsel i ett betydligt jämnare skikt över åkern, jämfört med vad som går att åstadkomma med spade. Den första fungerande automatiska gödselspridare konstruerades av kanadensaren Joseph Kemp 1875. Det dröjde emellertid till 1900-talet innan maskinerna nådde Sverige.

- Den första skördetrösken, dvs. en maskin som både hugger av stråna och separerar axen från växten, kom till Sverige från USA (international Harvester) år 1928. De blev emellertid inte vanliga på svenska jordbruk förrän långt senare. De tidiga skördetröskorna drogs över fältet med traktor, men skördnings- och tröskningsmekaniken drevs av en egen motor.



Skördetrösken ersatte både de verktyg som tidigare klippte av stråna (liar eller skärar) och de verktyg som användes för att separera sädesfröna (sädesaxen) från resten av växten. Till det senare användes spade, slaga och grov samt finsil.

- Ensilagebollarna. Kossor och hästar äter som bekant gräs, men på vintern fanns det inget gräs, så de var hänvisade till torrt och tråkigt hö. Detta till någon kom på att gräset kan konserveras (lagras syrefritt). Konserveringstekniken är relativt gammal (se nedan), det stora lyfte på området kom emellertid i slutet av 1900-talet i och med att det kom traktordragna maskiner som direkt på åkern samlade ihop gräset i bollar och förpackade dessa lufttätt i plastfilm. På så sätt fick man ”portionsförpackat” foder som var enkel att transportera utan att konserveringen bröts och dessutom inte krävde en förvaringssilo utan istället kunde lagras var som helst.

Detta medförde i kombination med sänkning av sjöar, torrläggning av myrar omvandling av ängar till åkrar och andra åtgärder som ökade åkerarealen till att jordbruksproduktionen steg (diagram 11).

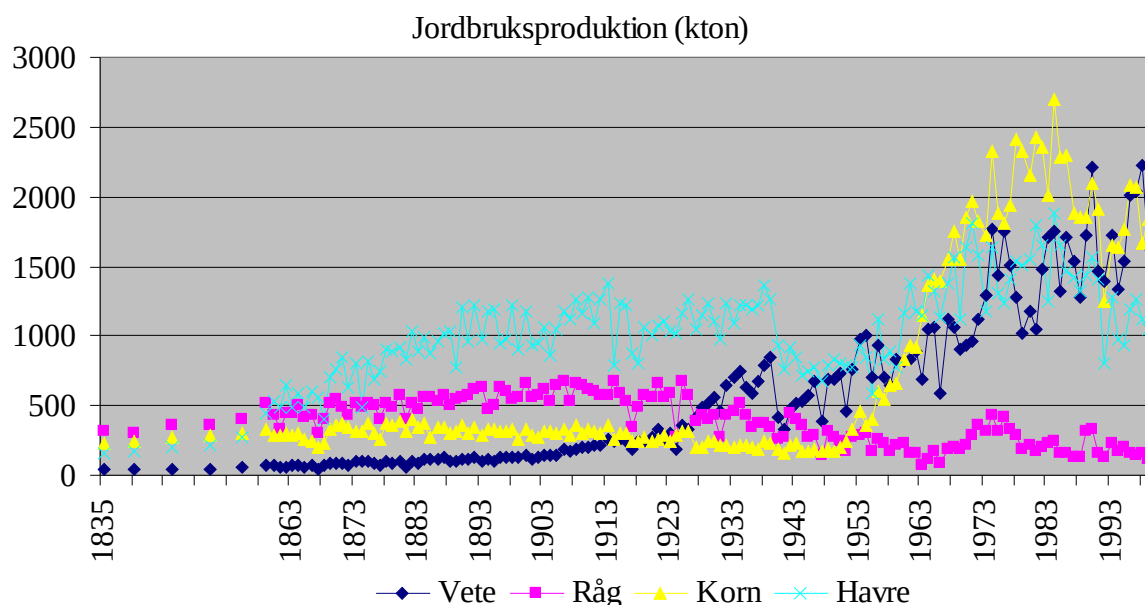
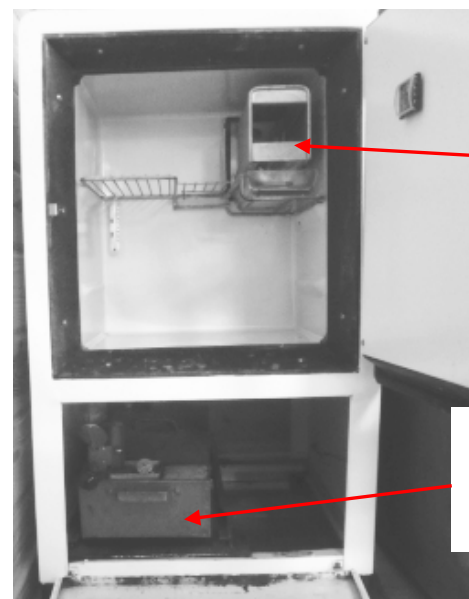


Diagram 11. Den svenska produktionen av några för landet viktiga grödor mellan år 1835-1900 enligt B. R. Mitchell, 1900-1999 enligt Statistiska Centralbyrån.

När grödorna växt färdigt och skördats ska de lagras så länge som möjligt, gärna fram till dess att det är möjligt att skörda igen. De flesta av de konserveringsmetoder vi än i dag använder är långt äldre än 2000 år. Redan innan år noll la vi säd/fisk/kött och grönsaker i solen för att den skulle torka, vi gned in fiskar och kött med salt och/eller rökte dem, utnyttjade kylan i källare/grottor och la in frukt/grönsaker i ättika eller honung. De metoder som därefter tillkommit är konservering²⁹, pastörisering³⁰, kylning i kylskåp³¹, frysning i frysskåp³², frystorkning³³, vakuumförpackning och radioaktiv bestrålning. Oavsett vilken metod som används var syftet att hålla bakterierna i schack så de inte blir så många att maten blir oätbar (se tabell 8).

29. År 1810 presenterade fransmannen Nicolas Appert konserveringstekniken. Landsmannen Peter Durant utvecklade tekniken och gjorde så att den första konservburken i metall tillverkades något år senare.
30. Den franske kemisten Luis Pasteur var väldigt framstående på sin tid och han anlätades bland annat av olika franska livsmedelsföretag för att rädda livsmedels som öl och vin ifrån att förstöras av mikroorganismer. Pasteur löste problemet år 1860 då han utvecklade en effektiv metod (pastörisering) som bestod i att vätskan upphettades till 70° varvid organismerna dog. Tekniken har sedan kommit till stor nytta för bevarandet av även andra vätskor som mjölk.
31. Den första kylmaskinen byggdes redan år 1805 men tekniken har därefter utvecklats av en rad olika uppfinnare innan General Electric år 1911 lanserade vanliga hushållskylskåp.

Mitt fotogenkylskåp från, typ, 1940-talet som jag ännu använder. Kylskåpstypen utvecklades som ett examensarbete på Kungliga Tekniska Högskolan av Baltzar von Platen och Carl Munter år 1925. I allmänhet fungerar kylskåp så att när gasen i kylslungan komprimeras till en vätska avger den värme och när vätskan sedan expanderar och återigen blir en gas tar den upp värme. I fotogenkylskåp åstadkoms en ökning av trycket i gasen genom att dess temperatur höjs av fotogenlyktan. Den uppvärma gasen stiger och hamnar då i kylaren som sitter på skåpets baksida. I kylaren avges värmen och detta i kombination med det förhöjda trycket gör att gasen övergår i vätskeform. Den då flytande gasen pressas vidare i systemet, när en expansionsventil och därefter en expansionskammare inne i kylutrymmet. När vätskan strömmar igenom expansionsventilen ut i det större utrymmet övergår den återigen till att bli en gas. I denna övergång suger den upp värme ifrån omgivningen och därmed blir det kallt i kylskåpet.



Expansionskammare.

Fotogentank och dito brännare (ser ut som en vanlig fotogenlykta).

32. Amerikanen Clarence Clarence Birdseye uppfann och kommersialiserade år 1929 djupfrysning av livsmedel, efter att ha konstaterat att människorna i Arktis bevarade färsk fisk och kött i tunnor med havsvatten som snabbt frysts av den arktiska temperaturen.
33. På 1930-talet utvecklades processen frystorkning och det Schweiziska företaget Nestlé lanserade frystorkat kaffe (snabbkaffe) år 1938. Men indianer i Perus bergstrakter lär ha frystorkat mat långt tidigare bara genom att dom, i princip, lät den ligga i den tunna och kalla luften.

Tabell 8. En jämförelse mellan olika bevaringsmetoder för livsmedel.

	Princip	Hur gör man	Hållbarhetstid	Fördelar	Nackdelar
Torkning	Vid torkningen försvinner vattnet vilket gör att bakterierna inte kan föröka sig.	Livsmedlen kan exempelvis torka i solen.	Lång om livsmedeln hålls torra.	Livsmedlen blir lätta och de kan förvaras i rumstemepratur.	Det förändrar smak och konsistens, vilket även kan vara en fördel såsom beträffande lufttorkad skinka.
Rökning	Rökningen gör också att vattnet försvinner.	Livsmedlen, tex fisken, läggs i en rökfylld behållare.	Ganska kort.	En del livsmedel anses bli godare.	Eventuell kanske röken kan tillföra ohälsosamma ämnen.
Saltning	Saltet gör att bakterierna dör.	köttet/fisken ligger i saltvatten och/eller vattnet sprutas in i det.	Ganska kort.	Saltet kan förhöja smaken på en del matvaror.	Livsmedel som är så saltade att de inte behöver förvaras kallt är väldigt salta.
Syltning m syra	Syra (tex. ättikssyra) gör också att bakterierna dör.	Grönsakerna lägg i en blandning av vatten och ättika.	Lång om syrahalten är tillräckligt hög.	tillverkningen kräver ingen särskild utrustning.	Maten smakar ättika.
Syltning m socker	Likaså socker.	Frukten kokas med socker.	Lång om det är tillräckligt med socker.	"	Kaloriinnehållet blir högt.
Konservering	Bakterier dör av upphettning och det finns så lite luft i förpackningarna att de överlevande bakterierna förökar sig långsamt.	Burkarna hettas upp, varvid luften i dom expanderar och strömmar ut, därefter stängs locket.	Lång.	Oöppnade förpackningar kan förvaras i rumstemepratur.	Kräver särskild utrustning och konserverade livsmedel smakar ofta inte som färska dito.
Pastörisering	Bakterier dör av värme.	Vätskan hettas upp till 70° C.	Kort, men ofta kombineras metoden med kylning (mjölk).	Allternativet beträffande mjölk är att konservera den och förändrar smaken än mer och dylika produkter är dyrare.	Pastöriseringen kan förändra smaken något. I synnerhet gäller det högpastöriserad mjölk (h-mjölk).
Kylning	Kylan gör att bakterierna förökar sig långsammare.	Livsmedlen läggs in i kylen.	Kort för de flesta livsmedel.	Påverkar smaken väldigt lite.	Kräver kylskåp.
Frysning	Bakterierna förökar sig ännu långsammare.	Livsmedlen läggs in i frysen.	väldigt lång om det är tillräckligt kallt (kallare än vanliga frysar).	Enkelt för den som har en frys och metoden påverkar ofta smaken i liten utsträckning.	Kräver fryskåp. Vissa livsmedel blir sämre av frysning.
Vakuum-förpackning	Det finns så lite luft i förpackningarna att bakterierna förökar sig långsamt.	Luften sugs ut, därefter stängs locket.	Kort.	Förlänger hållbarheten jämfört med icke vakumförpackade varor.	Kräver särskild utrustning och det vakumförpackade behöver ofta ligga kallt ändå.
Frystorkning	Vattnet försvinner utan att formen på livsmedlet förändras.	Livsmedlet fryses ned därefter sugs luften ut ur frystrymmet.	Lång.	Livsmedlen blir lätta och de kan förvaras i rumstemepratur.	Kräver speciella maskiner, frystorkade livsmedel är dyra och smaken förändras.
Radioaktiv bestrålning	Strålarna dödar bakterierna.	Vet ej.	Vet ej.	Det orsakar mindre vitaminförlust än andra metoder.	Vet ej.

Även om vi idag har kommit en god bit på vägen mot de fulländade livsmedelssystemen, så har de ännu en hel del i övrigt att önska. Bortsett ifrån de ekologiska hållbarhetsproblemen och problemen med livsmedel som förstörs, tror jag att kunskapen om hur vi optimerar smaken för var och ens personliga smaklökar och aptit för stunden, är bristfälligt utvecklad. Därutöver finns det ännu dåligt med goda surrogat för dyrbara livsmedel och smakämnen. Slutligen är, såvitt jag vet, brukandet av havets eventuella förråd av vegetariska födoämnen begränsat till väldigt få arter.

Energi

Energi är det som får alla processer att fortgå. Den främsta och äldsta energikällan vi har är solen, men utöver den har människan sedan lång tid tillbaka använts ved för att skapa värme/ljus. Med tändstickorna, som uppfanns av britten John Walker år 1827, utvecklades hanteringen väsentligt.

En stor nackdel med trä som bränsle var emellertid dels att det i vissa delar av världen fanns i begränsad omfattning i förhållande till behoven och dels att det brann upp ganska fort, vilket i sin tur gjorde att de volymer som måste hanteras var stort. Stenkol gjorde det något lättare eftersom det innehöll dubbelt så mycket energi som trä och i vissa länder fanns i stora kvantiteter. Därför har kol i vissa länder använts mycket länge. Bland annat har man vid utgrävningar i ruinerna efter romerska badhus i Storbritannien funnit att romarna värmde dessa med stenkol. Men efter det att romarna lämnade södra Storbritannien år 410 förefaller tekniken ha varit bortglömd fram till 1200-talet.

Under 1700-talet gjordes ett antal framsteg inom kolbrytningen, till exempel började man provborra för att finna lämpliga platser för gruvor istället för att gräva på "måfå" och, så vitt man vet, konstruerades 1712 världens första användbara ångmaskin av Thomas Newcomen för pumpa upp vatten ur en kolgruva. Med denna, om än otympliga maskin, hade man för första gången mekanisk kraft där man behövde den, inte där den fanns att tillgå (som i ett vattenfall). Dessa framsteg i kombination med att man i mitten av 1800-talet införde ångmaskiner på bred front i industrin, på fartyg och för att driva järnvägståg, ökade brytningen av kol enormt (diagram 12).

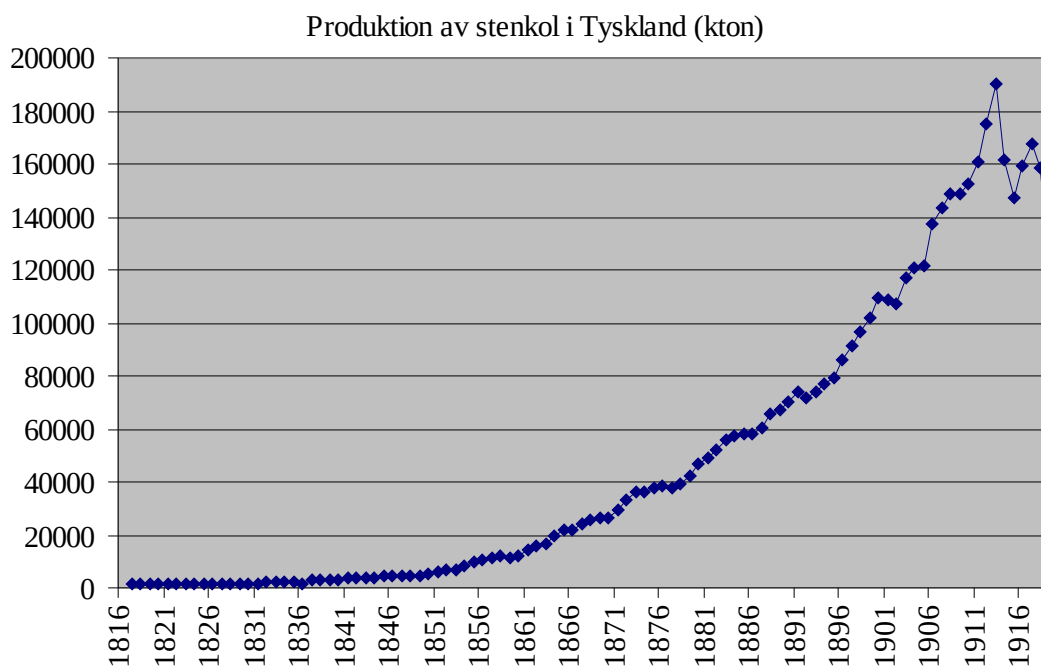


Diagram 12. Den tyska produktionen av stenkol från 1816-1919 enligt B. R. Mitchell. Minskningen under slutet av perioden beror sannolikt på att första världskriget pågick då, så tyskarna hade annat att göra än att bryta kol. På grund av förlusten i kriget blev Tysklands yta mindre, vilket kan förklara att produktionen därefter inte återhämtade sig.

Med ångmaskinen tog vi ett par principiellt viktiga steg i och med att vi konstruerade en process som omvandlade en energiform till en annan form som i sin tur drev något som utförde ett nyttigt arbete.

Före ångmaskinen: Kol/ved $\longrightarrow$ värme + ljus

Före ångmaskinen: rinnande vatten $\longrightarrow$ rörelse

Med ångmaskinen: Kol $\longrightarrow$ värme $\longrightarrow$ ånga $\longrightarrow$ rörelse

Övertrycks ångmaskin: Kol $\longrightarrow$ värme $\longrightarrow$ ånga med övertryck $\longrightarrow$ mer rörelse

Med ottomotorn: bensin $\longrightarrow$ bensin-
dimma $\longrightarrow$ explosion $\longrightarrow$ rörelse

Med dieselmotorn: diesel $\longrightarrow$ diesel-
dimma $\longrightarrow$ explosion $\longrightarrow$ rörelse

Newcomens ångmaskin fungerade som så att dess kolv höjdes av en motvikt. När kolven var i cylinderns topp fylldes cylindern med ånga. Därefter kylde ångan med vatten. Det medförde att luften krympte, vilket i sin tur ”sög” ner kolven.

Ångmaskinerna förbättrades senare väldigt mycket av Newcomens landsman James Watt, det han gjorde var att:

- 1778 konstruera vevrörelsen som överförde den linjära kolvrörelsen till en rotation.
- 1778 bygga den första expansionsångmaskinen (som den nedan fast utan växelventilen).
- 1788 skapa växelventilen.

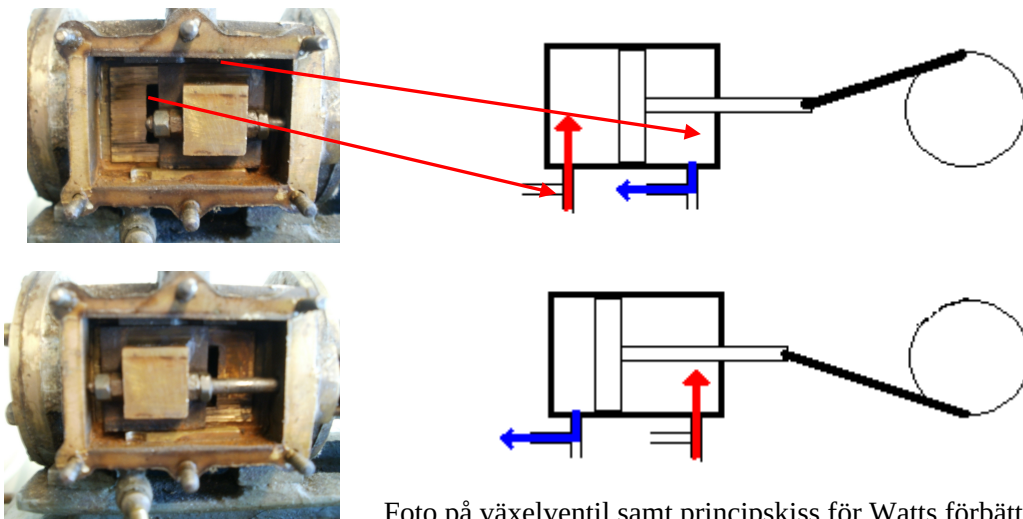
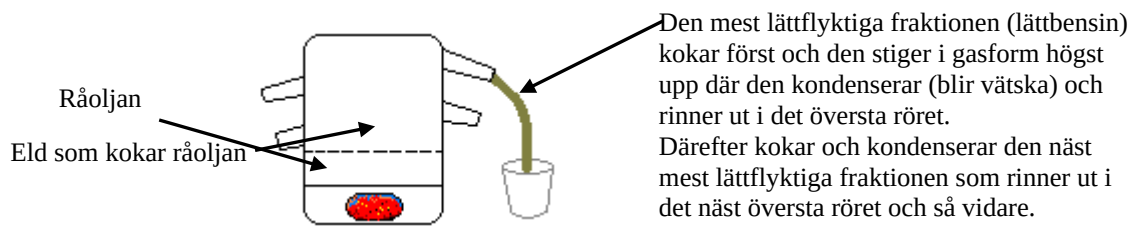


Foto på växelventil samt principskiss för Watts förbättrade ångmaskin. Växelventilen ökade ångmaskinens effekt väldigt mycket eftersom med den blev även kolvens returslag ett arbetslag.

Kol hade också en del nackdelar såsom att det saknades system för att automatiskt portionera in det i förbränningen, dvs. någon fick stå och skyffla in det i eldstaden. Men det var inte det som gjorde att man började utvinna olja. Det var istället för att utvinna sådant som fotogen (till fotogenlampor), paraffin (för livsmedelsproduktion), och olika fetter (smörjmedel).

Principskiss för de tidiga oljeraffinaderierna



Olja innehåller ungefär 1,7 gånger så mycket energi som motsvarande kvantitet kol. Som synes i diagram 13 kom produktionen av olja igång betydligt senare än produktionen av kol. Detta trots att Ryssland var ganska tidigt ute med oljeproduktion. Det var till viss del Alfred Nobel och hans storebröder Ludvig och Robert Nobels förtjänst, eftersom de investerade pengar i den gryende ryska oljeindustrin i Baku år 1875. Tillgången på olja var enorm, svårigheterna låg i att transportera den. När bröderna Nobel kom dit togs oljan upp för hand och transporterades i tunnor som fraktades med åsnor. Bröderna la ner mycket möda på att förbättra transporterna och de byggde Rysslands första pipeline och beställde världens första oljetanker. Robert, Alfred och Ludvig startade också ett oljebolag som efter några år var Rysslands största företag och en av världens största oljeproducenter, men företaget försvann med den ryska revolutionen.

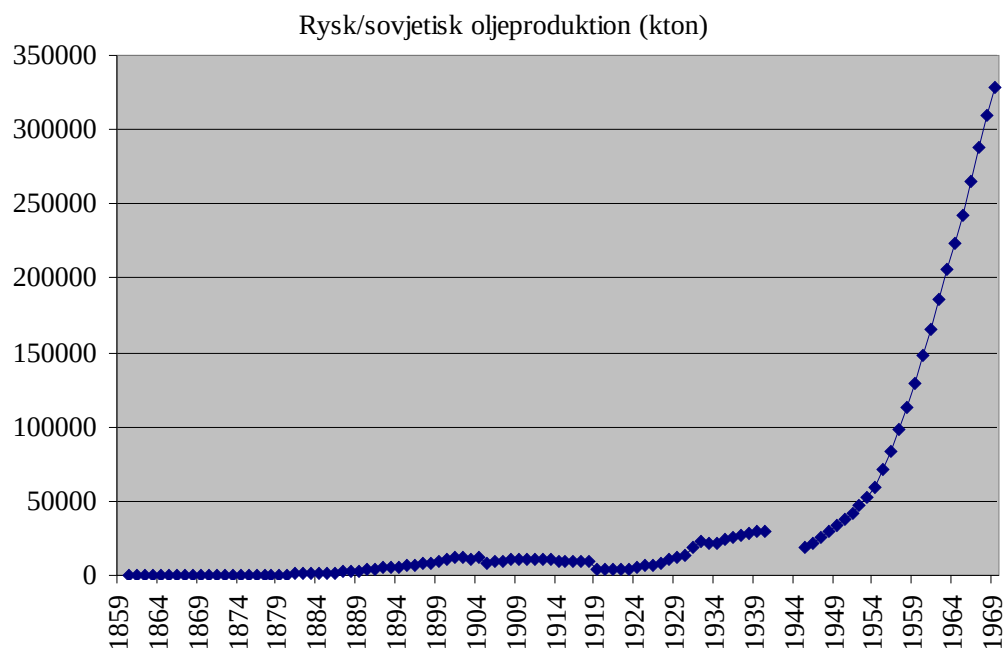


Diagram 13. Den ryska oljeproduktionen från 1859-1969 enligt B. R. Mitchell. Som bekant ändrades landets gränser en del på grund av de krig som de var involverade i under perioden, men det borde inte ha påverkat produktionen nämnvärt enär de nya områdena inte var kända för någon större oljeproduktion. Däremot noteras en viss minskning under och efter den ryska revolutionen. Dessutom saknas data från 2:a världskrigsåren.

Utöver kol och olja finns det även en hel del naturgas i marken. Naturgasproduktionen (diagram 14) kom igång ännu senare än oljeproduktionen. Den tidigaste noteringen om produktion, i det land som idag är världens största naturgasproducent (Ryssland), är ifrån 1913. Naturgasen användes, och används fortfarande i många länder för uppvärmning av bostäder och som bränsle i spisar samt varmvattenberedare. Därutöver användes den förr även för att driva lampor.

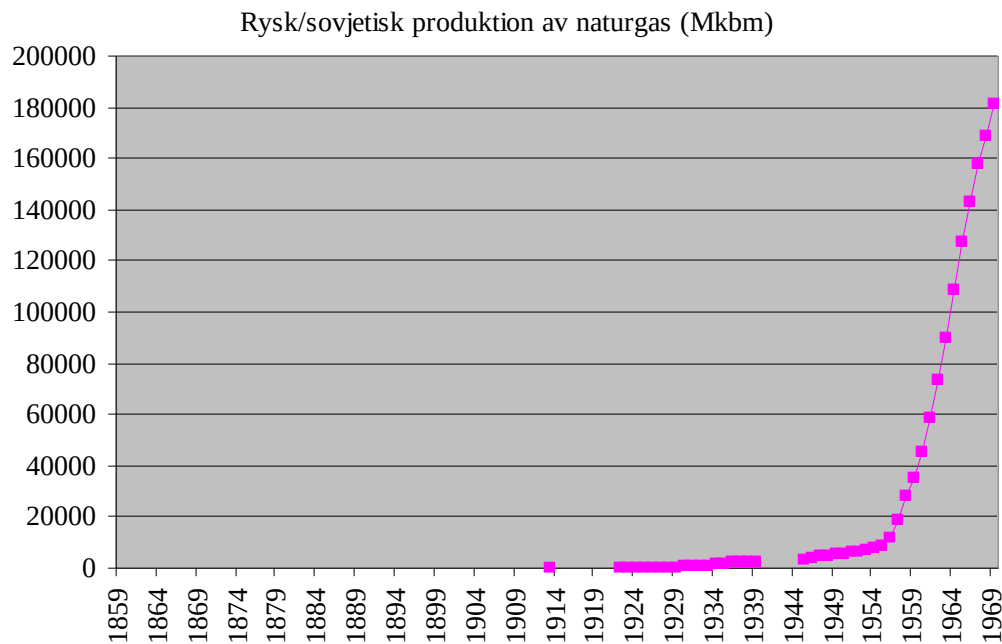


Diagram 14. Den ryska naturgasproduktionen från 1859-1969 enligt B. R. Mitchell.

Utöver förbränning av olika material kan man främst utvinna energi ur vind (som segelfartyg och väderkvarnar gjort under lång tid) samt ur rinnande vatten.

I och med den industriella utvecklingen kom vattenhjul att driva stora industrier som väverier, valsverk och mekaniska verkstäder. När vattenturbiner började användas på 1870-talet blev det möjligt att få ut mer energi ur vattenfallen och därtill kunde man utnyttja högre fallhöjder, men industrierna var fortfarande tvungna att ligga nära vattenfallet.



I Sydeuropa och Kina har vattenhjul varit i bruk sedan före år 0. De användes till att driva hammarsmedjor, kvarnar och sågverk.

Detta vattenhjul finns i Gustavsberg. Det byggdes 1895 för att alstra kraft åt en kvarn som malde råvaror till den intilliggande porslinsfabriken.

Det fanns stora behov att leda kraften vidare till andra platser. De första varianterna av kraftöverföring var rent mekaniska. Svensken Kristoffer Polhem gjorde i början på 1700-talet en transmission av sammanlänkade trästänger (en stångång) som transporterade energi från ett vattenhjul till en gruva någon kilometer bort. Den gick emellertid sönder ganska ofta, så när ångmaskinerna kom utkonkurrerades denna lösning ganska raskt.

Med utvecklingen av kunskapen om elektricitet som växte fram på 1800-talet³⁵ fick vattenkraften ett rejält uppsving.

³⁵. Det fanns redan innan 1700-talet personer som noterat olika elektriska fenomen men i och med att holländaren Pieter van Musschenbroek 1745 uppfann den så kallade leidenflaskan (en glasflaska fodrad med metallfolie, kopplad till en elektrod), kunde forskarna lagra elektricitet vilket ledde till att utvecklingen tog fart på allvar.

1796 klargjorde fransmannen André-Marie Ampère principerna för elektrisk spänning och ström.

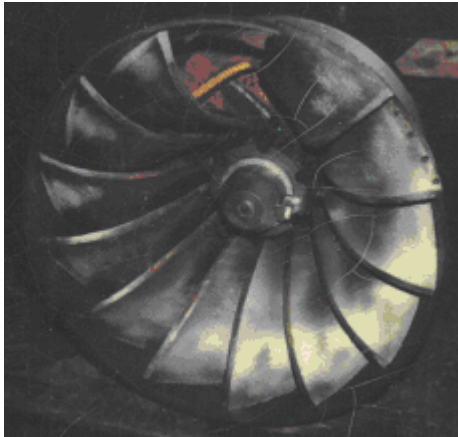
1800 skapade Italienaren Alessandro Volta en metod att generera elektricitet genom att lägga en hög av varvade silver- och zinkplattor i saltvatten (dvs. det elektriska batteriet var fött).

1820 upptäckte dansken Hans Christian Ørsted av en slump elektromagnetismen då nålen på en kompass som han råkade ha på sitt bord rörde sig när han experimenterade med elektricitet.

1827 beskrev tysken Georg Ohm förhållandet mellan spänning, ström och motstånd, dvs $U = I \times R$.

1831 noterade britten Michael Faraday att om en elkabel lindades som en spole och fördes igenom ett magnetiskt fält bildades det ström i kabeln. Upptäckten utvecklade han till de första generatorerna, elmotorerna och transformatorerna.

Det allra första, mycket enkla, vattenkraftverket byggdes 1879 vid Niagarafallen i USA. Kraftverket bestod av ett vattenhjul med en likströmsgenerator och det genererade kraft nog att driva några glödlampor. Nästa viktiga steg i utvecklingen av vattenkraftverken togs 1895 med George Westinghouses kraftverk med växelströmsgenerator³⁶ på samma plats. Efter det har utvecklingen gått fort, men trots detta byggdes de flesta vattenkraftverken i världen under 1950 och 1960-talen.



Skadad francisturbin från 1963.

Samuel B Howd fick patent på den första praktiskt användbara turbinen år 1838. Men med francisturbinerna kom det stora genombrottet för vattenturbiner, eftersom de hade mycket bättre prestanda än föregångarna. Turbintypen konstruerades i USA av britten James B Francis, mellan cirka 1840-55. Än idag är francisturbinen den vanligaste turbintypen och den används i vattenkraftverk över hela världen.



Ledskeneapparaten till turbinen ovan.

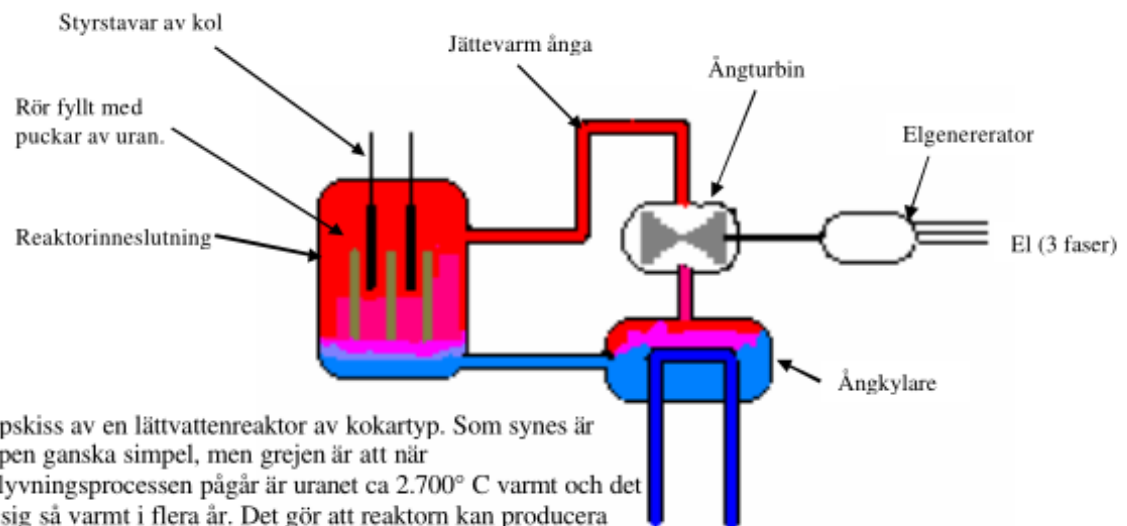
Ledskenorna sitter som en krans runt turbinhjulet. Dels riktar de in vattenflödet mot hjulet och dels reglerar de mängden vatten som flödar. I Francis konstruktion var ledskenorna fasta. De rörliga ledskenorna utvecklades senare av engelsmannen James Thomson.



Överhuvud taget ser vattenkraftverk av idag ut ungefär som de gjorde för 100 år sedan, skillnaden ligger främst i att styrningen blivit mer sofistikerad med hjälp av elektroniska givare och styrdatorer. Min generator, exempelvis, byggdes 1932 och den är fortfarande i kommersiell drift med likvärdiga prestanda som nyare dito.

^{36.} Fördelen med växelström är att den kan transformeras upp till höga spänningar och ju högre spänningen är desto mindre blir strömmen och därmed förlusterna i ledningarna. Detta eftersom effektförlusten $P_{\text{förlust}} = U \times I = R \times I \times I = R \times I^2$, där I är strömmen genom ledningen och R dess totala resistans.

År 1942 lyckas man i USA åstadkomma den första självunderhållande kärnklyvningen och nio år senare producerar ett försökskraftverk i USA för första gången elektricitet. Men det var inte mer än att det räckte för att fyra glödlampor skulle lysa. Världens första storskaliga kärnkraftverk startade i USA 1957. Anläggningen försörjde Pittsburgh-området med elektricitet. De flesta av de tidiga kärnkraftreaktorerna kokade tungvatten och de kallades därför tungvattenreaktorer. I tungt vatten har väteatomerna en neutron i kärnan förutom den vanliga protonen. Fördelen med tungt vatten är att neutronerna bromsas mycket mindre än i vanligt vatten, vilket gör att kärnreaktionen kan bibehållas även om uranet inte anrikats (anrikning= uranatomerna får fler neutroner genom neutronbombardemang, med den effekten att de sönderfaller lättare). Tungvattenreaktorerna är numera skrotade. Majoriteten av de kärnreaktorer som är i drift idag kallas för lättvattenreaktorer därför att de kokar vanligt vatten. De byggdes på 1970 och 80-talet och de är både bränsleeffektiva och producerar betydligt mer ström än de gamla tungvattenreaktorerna.



Principskiss av en lättvattenreaktor av kokartyp. Som synes är principen ganska simpel, men grejen är att när kärnklyvningsprocessen pågår är uranet ca 2.700° C varmt och det håller sig så varmt i flera år. Det gör att reaktor kan producera enormt mycket ström. Exempelvis gör Sveriges största reaktor, Forsmark 3, runt 15% av all den elektricitet som produceras i vårt land. Och i andra länder, främst Frankrike, står kärnkraften för merparten av elproduktionen.

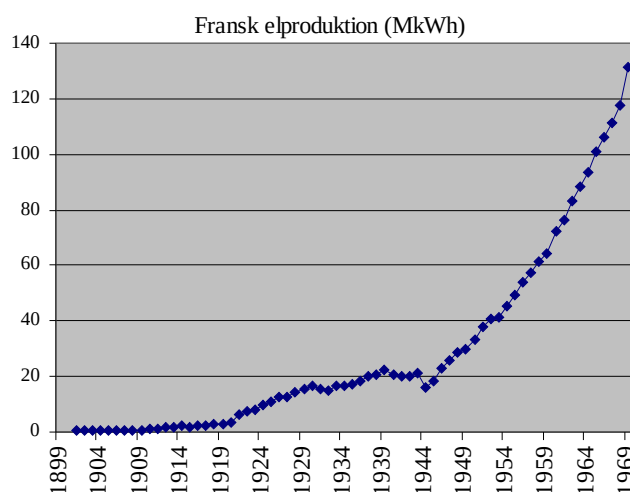


Diagram 15. Den franska elproduktionen från 1900-1969 enligt B. R. Mitchell. Alltså under den period då vattenkraften byggdes ut som mest. Även om Frankrike numera har många vattenkraftverk görs över 70% av den franska elen i kärnkraftverk.

Det pågår fortfarande en hel del utveckling inom kärnkraftsområdet, effektiviteten höjs och de blir säkrare, bland annat genom att göra dom oberoende av pumpar för att få in kylvatten i reaktorn.

Därtill pågår intensiv utveckling av energisystemen i allmänhet, exempelvis väntar vi på tunnfilmsbatterier, effektivare solceller och fissionskraft.

Medicin

Den medicintekniska utvecklingen berör egentligen de flesta av oss som lever idag främst i händelse av att vi, eller någon närstående, är i behov av vård. Därutöver kan det vara lugnande att veta att om så vore fallet finns det kvalificerad hjälp att tillgå. Men de som levde i Sverige innan 1900-talet riskerade mer eller mindre ständigt att drabbas av otäcka sjukdomar som raskt kunde avsluta livet (tabell 16).

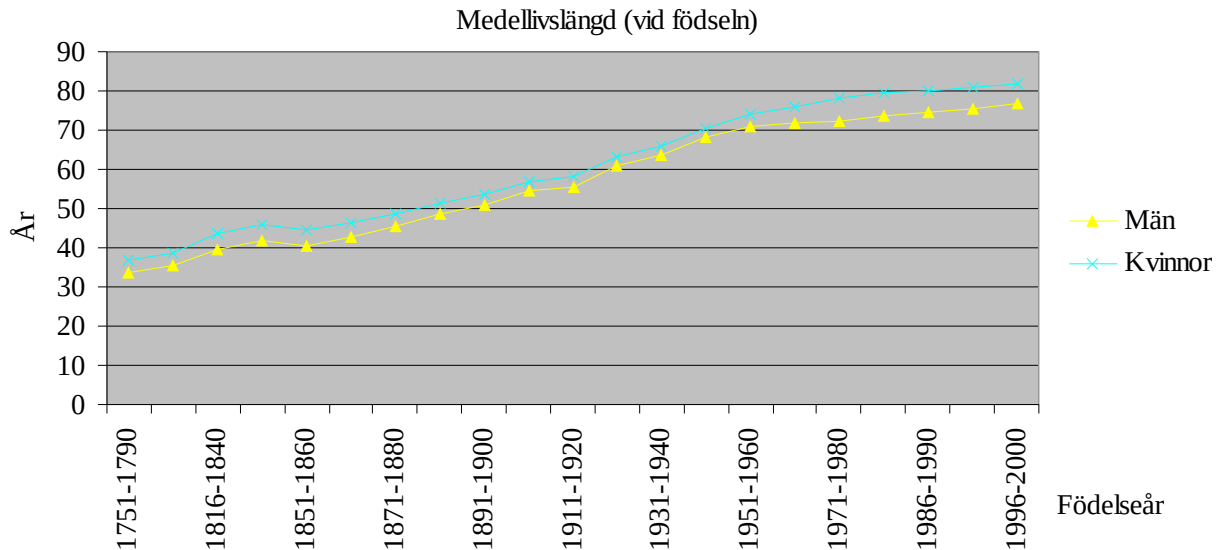


Diagram 16. Medellivslängden i Sverige från det år då befolkningsstatistiken startade 1751 till 2000. Data från Statistiska Centralbyråns hemsida.

Det första viktiga steget emot den medicinska trygghet vi har idag togs under 1770-talet då Britten William Wintering visade att örten digitalis (fingerborgsblomma) innehöll en substans som är verksam emot hjärtsvikt (tidigare kallat vattusot), som utan behandling ofta ledde till döden. Det andra viktiga steget togs av landsmannen Edward Jenner när denne introducerade en bra metod för vaccinering emot smittkoppor. Smittkoppor var en plågsam sjukdom med blåsor som ofta täckte större delen av kroppen och vanligen ledde den till döden. Under svårare epidemier som 1779 och 1784 dog 15.000 respektive 12.000 personer bara i Sverige. Men efter det att vaccinationerna infördes här försvann sjukdommen nästan helt. Exempelvis dog år 1861 endast 193 personer i smittkoppor.

Som inom så många andra discipliner hände sedan fantastiskt mycket under 1800-talet. Och denna vetenskap gick under seklet ifrån att mest syssla med att tappa blod för behandling av allehanda sjukdomar, till en mängd effektiva behandlingsmetoder för många av dåtidens vanliga och allvarliga sjukdomar. Man insåg att det finns små små varelser, såsom bakterier, och att dessa är orsaken till en hel mängd sjukdomar och behandlingskomplikationer. Österrikaren Semmelweis undersökte varför så många kvinnor dog i barnsäng på en avdelning och inte på en annan och insåg att det berodde på att läkarna på den första avdelningen gick emellan förlossningar och obduktioner utan att tvätta sig däremellan. Efter insikten förordade han desinficering inför operationer. Joseph Lister gick till historien för att han insåg att det Luis Pasteur pekat på, nämligen att det svävar omkring mikroorganismer i luften, kan förklara de många infektionerna i öppna sår. Han föreskrev därför lufttät förpackning av sår och desinfektion med karbolsyra. När han själv införde behandlingen efter amputationer sjönk dödligheten med en från 43% till 15%.

Förutom det, kan nämnas att:

- 1806 framställde den tyske apotekaren Sertürner morfin, som än idag är ett effektivt och vanligt medel för smärtlindring. År 1820 framställdes kinin som var och är ett viktigt medel i kampen emot malaria.
- 1853 uppfanns injektionssprutan av C Pravaz, den medförde att mediciner, vaccin med mera kunde tillföras kroppen på ett snabbare och många gånger bättre sätt.
- 1863 upptäckte fransmannen Casimir Davaine mjältbrandsbakterien.
- Spletälskebakterien påvisades senare av den norske läkaren Armeur Hansen.
- 1867 visade tysken Julius Conheim att varet som bildas i inflammerade sår består av vita blodkroppar.
- 1879 visade ryssen Ilja Metjnikov att de vita blodkropparna bekämpade bakterier.
- 1877 lyckades den franske kemisten Luis Pasteur tillverka vaccin emot mjältbrand.
- 1891 påvisade den tyske läkaren Robert Koch tbc bakterien.
- En annan tysk läkare Emil von Behring visade året innan att när bakterier i injiceras i blodet skapar kroppen antikroppar som bekämpar bakterien och på så sätt skapade han en metod att bekämpa difteri (alltså ett vaccin).
- 1896 lanseras det första syntetiska läkemedlet: acetylsalisyrasyramedicin (magnecyl) av läkemedelsföretaget Bayer.

Även på 1900-talet har en hel del banbrytande insatser gjorts inom kirurgin, farmakologin (mediciner), onkologin (cancerbehandlingar) et cetera. Den viktigaste av dessa gjordes antagligen 1928 av britten Alexander Flemming, när han insåg att en sorts mögel kunde döda bakterier, vilket var det första och viktigaste steget emot tillkomsten av penicillin.

Dessa och andra innovationer och åtgärder har gjort att insjuknandet och dödsfallen i en hel del otäcka sjukdomar har minskat radikalt från slutet av 1800-talet (diagram 17). Utöver rent medicinska orsaker till ökande livslängden finns byggnadstekniska sådana såsom införandet av vattenledningssystem och avlopp i storstäderna från mitten av 1800-talet (diagram 18). Det förbättrade de hygieniska förhållandena och minskade därmed förekomsten av sjukdomar som beror på bakterier i framför allt dricksvattnet, såsom kolera. Exempelvis dog 4,5% av Stockholms befolkning i kolera år 1834 (vattenledningssystemet öppnades 1861). Därutöver förklaras en del av ökningen av att svälten minskade och dieten blev bättre på grund av att många fick bättre ekonomi.

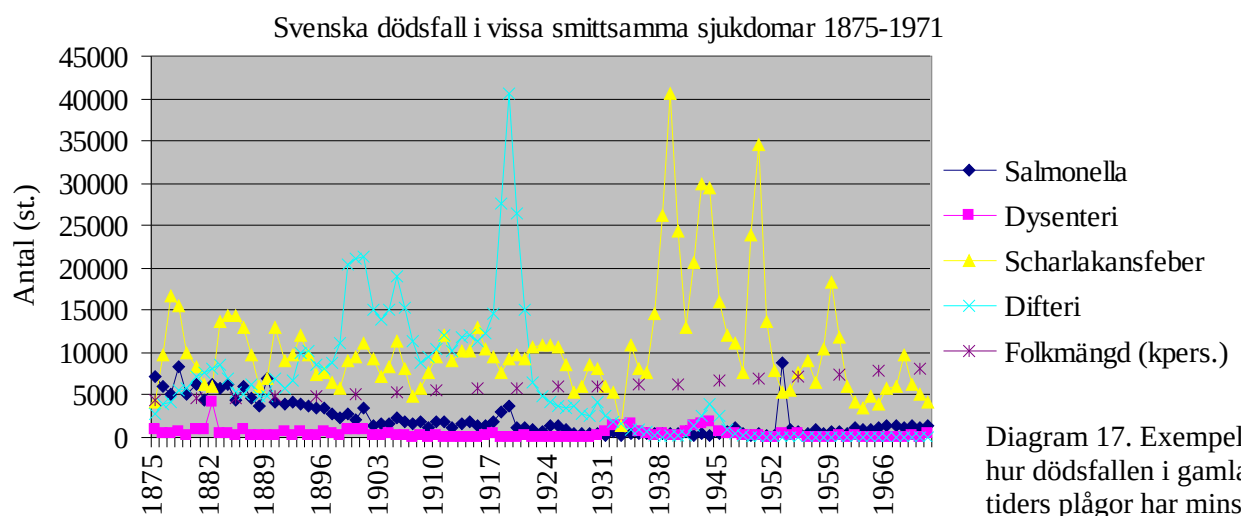
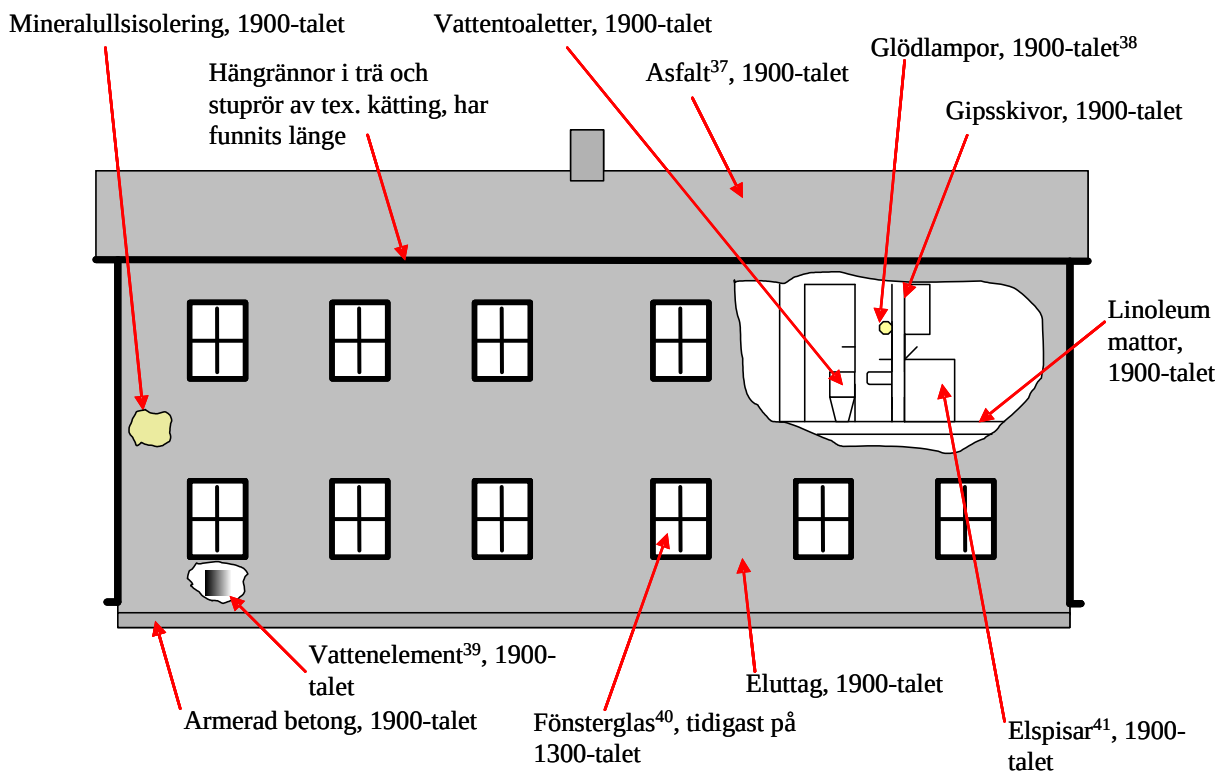


Diagram 17. Exempel på hur dödsfallen i gamla tiders plågor har minskat (socialstyrelsens statistik från 1973).

Bygg & anläggning

Redan innan år 0 fanns en stor del av den husbyggnadsteknik som därefter har använts ända fram till våra dagar (tabell 1). Det som främst skiljer dagens svenska hus från de som romarna bodde i är kanske (tidpunkten som anges avser då tekniken anammades av svenska byggmästare):



³⁷. Asfalt började läggas på vägar i USA från 1872 och framåt, oklart när man började tillverka asfaltpapp. Materialet asfalt är det sista som blir kvar vid raffineringen av råolja, dvs. klägget på botten av pannan efter att alla andra fraktioner av kokat bort.

³⁸. Glödlampor tillverkades redan på 1880-talet. De tidiga lamporna hade emellertid en glödtråd av kol och det gjorde att dels svärtades glaset med tiden och dels blev bara ungefär 5% av den elektriska energin ljus, vilket var en stor nackdel eftersom strömmen var dyr. Så tillverkarna satsade hårt på att ta fram bättre glödtrådar. Bara i Tyskland lämnades det in 7.000 patentansökningar gällande glödlampor mellan 1900 och 1912. År 1914 lanserade det amerikanska företaget General Electric den "slutgiltiga" lösningen med glödtråd av wolfram. Innan dess hade man, utöver brasornas sken, från 1860-talet lyst upp hemmen med fotogenlampor och dessförinnan med oljelampor, talglys och kådrika furustickor.

³⁹. Innan vattenelementen, värmdes husen med öppna spisar fotogenkaminer, järnspisar och kakelugnar. Det senare medförde en stor förändring när de spreds i Svenska hem på 1800-talet. Eftersom de gjorde att de blev betydligt enklare och billigare att värma flera rum. Det i sin tur hade den effekten alla inte behövde sova i köket.

⁴⁰. Fönsterglas kommer från Frankrike. Det tillverkades genom att glasmassan smältes och blåstes ut till en bubbla som roterades till dess den blev platt. Därefter kunde en glasruta skäras ut.

⁴¹. Innan gas- och elspisarna användes i Sverige i huvudsak trä som energikälla vid matlagning. Fram till 1860-talet förbrändes dessa i öppna spisar. Därefter tog järnspisarna successivt över eftersom de:

- Var bränsleeffektiva.
 - Höll värmen längre och stabilare.
 - Sotade och osade mindre.
 - Hade inbyggd ugn.
- Nackdelen var att de inte lyste upp i köket.



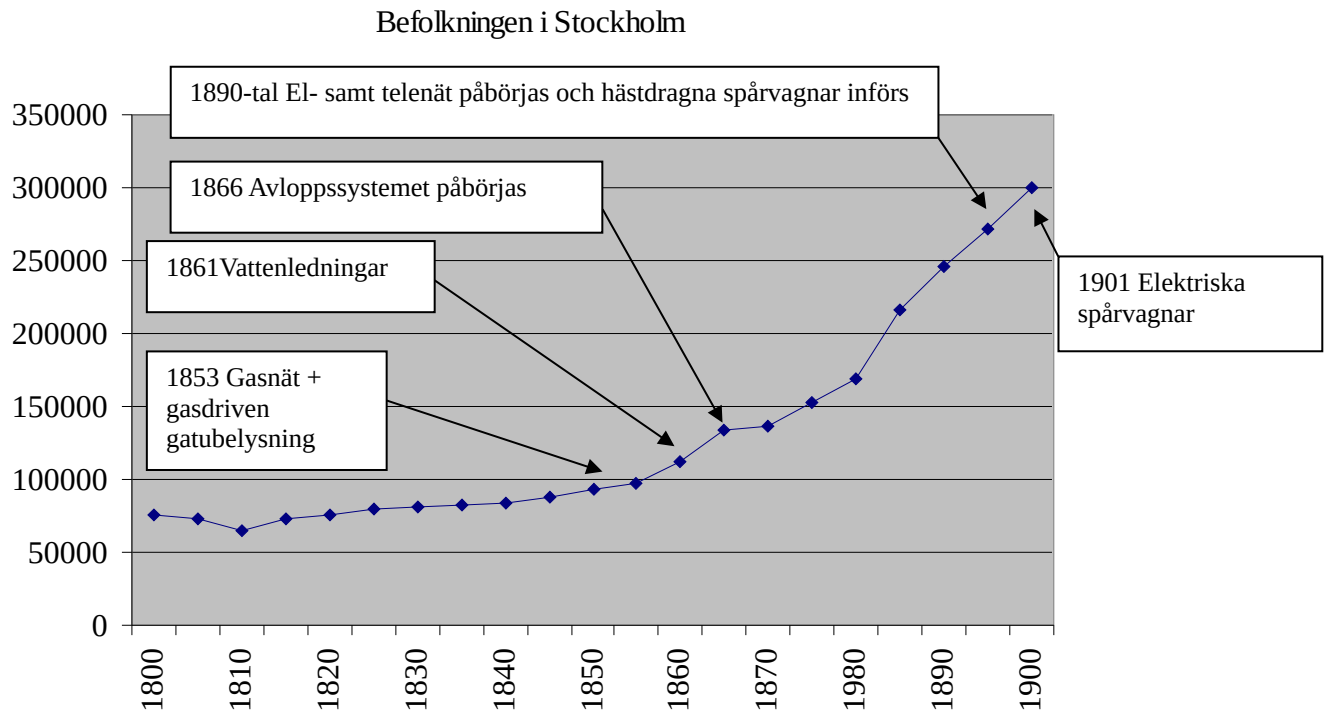


Diagram 18. Folkmängden i Stockholm under 1800-talet (Lars Nilsson, Historisk tätortsstatistik, Stads- och kommunhistoriska institutet, Stockholm 1992), med data om när ett antal viktiga tekniska system började byggas eller togs i drift.

Märkligt nog har vi under resans gång från tiden då vi bodde i mycket enkla boningar till dagens moderna bostäder, förmodligen enligt många tycke, haft en tillbakagång beträffande byggnadernas utsmyckningar. Vad som fullt/vacker är en fråga om tycke och smak, men det förefaller vara färre detaljer på dagens byggnader som enbart finns där för utseendets skull jämfört med på byggnader som är, säg, 100 år gamla. Trots att det aldrig varit enklare att tillverka utsmyckningar. Varför har det blivit så?

Material

Fram till industrialismens intåg tillverkade de flesta sina kläder själva, av det som fanns att få tag på i var och ens närområde, såsom hudar, pälsar, ull, lin eller bomull. Oavsett om tråden var tillverkad av lin-, bomulls- eller yllefibrer måste dessa först skördas och sätts ihop till en tråd. Därefter måste trådarna flätas ihop till ett tygstycke, som sedan skärs till och sys ihop till klädesplagg.



Traditionella verktyg för skördning (klippning), kardning, spinning och vävning av fårull.



År 1733 snabbades plötsligt vävningshastigheten upp i och med uppfinnandet av en skyttel (snällskytteln John Kay, Storbritannien) som kunde dra igenom den tvärgående tråden mycket fortare. Med den gick vävandet så fort att det blev brist på garn, vilket satte fart på konstruerandet av spinningsmaskiner. Som i sin tur gjorde vävandet till en flaskhals, till dess att amerikanen Edmund Cartwright 1787 byggde den första ångdrivna vävstolen. Detta sammantaget gjorde tyger billigare att tillverka och detta ökade efterfrågan på rensad bomull. Det löstes med resningsmaskinen, som uppfanns i USA år 1792 av Eli Whitney. 1805 konstruerade fransmannen Joseph- Marie Jaquard en vävstol som styrdes med hålkort, vilket gjorde att man genom att bara byta hålkort kunde byta mönster. Med dessa uppfinningar gick framställningen av tyg till ungefär som idag och produktionen i de brittiska tygindustrin ökade (diagram 19). Fast fortfarande var tillverkan av kläder helt manuellt till dess att symaskinen uppfanns år 1846 och därefter vidareutvecklades av Isaac Singer, då han 1851 presenterade en maskin som var ganska lik dagens symaskiner. Något senare (typ 1870-talet) kunde befolkningen på den svenska landsbygden i någon mån köpa färdigsydda finkläder av lokala skräddare (Nordiska Museets frågelista från 1941 om industriprodukternas begynnelse i bygderna) och fabriksstillverkade skor.

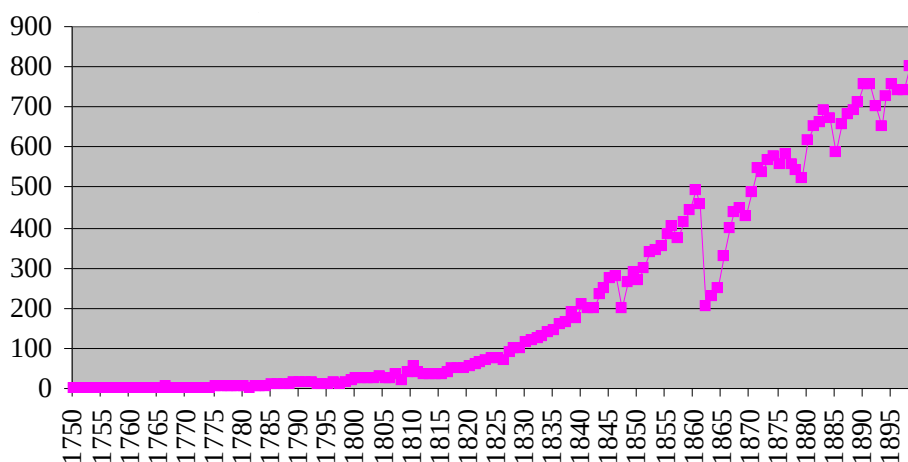


Diagram 19. Den brittiska konsumtionen av råbomull, 1750-1899 enligt B. R. Mitchell.

De metaller som kunde framställas vid tiden för Kristi födelse var silver & guld (i smycken och mynt), koppar (i redskap mm), mässing och brons (legeringar, som användes i smycken, prydnadsföremål och redskap), järn (redskap) och bly (rörledningar). Därefter hände inte så mycket inom metallurgin förrän på 1700-talet (se tabell 9) förutom att några grundämnen som arsenik, vismut och platina isolerades, samt att man förbättrade processerna för järnframställning. Det viktigaste utvecklingssteget därvidlag var förmodligen när britten Henry Bessemer 1855 patenterade idén att blåsa luft på det smälta järnet efter att det kommit från masugnen. Vitsen med det var att det naturligt förekommande kolet reduceras till under 2,1% och därmed hade man stål.

[illegible]

Periodiska systemet, här med data om när respektive grundämne isolerades samt dess atomnummer= antalet protoner i varje kärna.

Gummimaterialen fick sitt genombrott i och med att amerikanen Goodyear år 1839 fick patent på ett sätt att göra om naturgummi så att det inte var så kletigt och svårt att jobba med och dessutom gjorde processen produkterna hållbarare. Processen kallades vulkanisering och används än idag.

Vulkanisering= naturgummi + svavel + högt tryck + värme.

Det första plastliknande materialet som tillverkades i större skala var celluloid. Det var baserat på växtfibrer som lösts upp till en homogen smet genom tillsats av kamfer. Celluloid framställdes för första gången av amerikanen John Hyatt år 1869. Det användes bland annat i biljardbollar som ersättning för elfenben (elfenben var dyrt och elfenbensbollarna blev aldrig perfekt runda). Dessvärre var materialet väldigt brandfarligt.

Det första verkliga/syntetiska plastmaterialet (dvs. med enbart kemiskt tillverkade beståndsdelar, bortsett ifrån armeringen) patenterades 1907 av belgaren Leo Baekeland. Den kallas bakelit och tillverkas faktiskt fortfarande.

Bakelit= syran fenol + gasen formaldehyd + högt tryck + trämjöl (som "armering").

De första syntetiska gummimaterialen, Buna-S och Buna -N framställdes av tyska kemister under först världskriget eftersom de hade brist på naturgummi (engelsmännen blockerade tillgången på naturgummi, vilket gjorde att tyskarna inte kunde tillverka bildäck med mera).

Tabell 9. Exempel på vanliga material och hur länge de nyttjats av människan.

Material	År 0	1800	1900	2000	Används idag exempelvis till
Bomull	X	X	X	X	Kläder
Lin	X	X	X	X	Kläder
Siden	X	X	X	X	Kläder
Ylle	X	X	X	X	Kläder
Papper		X	X	X	Böcker, tidningar
Aluminium			X	X	Fordonskomponenter, ölburkar
Bly	X	X	X	X	Bilbatterier
Brons (typ 90% koppar+10% tenn)	X	X	X	X	Lagerbussningar
Gjutjärn (järn + >2,1 % kol (ofta ca 4% kol + ca 2% kisel)	X	X	X	X	Maskinkomponenter
Guld	X	X	X	X	Smycken, beläggning av kontaktdon
Kisel			X	X	Elektroniska kretsar
Stål (järn+ = 2,1% kol+ev. legeringsämnen som mangan)		1855	X	X	Fordon, byggnader
Koppar	X	X	X	X	Elkablar
Magnesium			X	X	Fordonskomponenter
Nickel		X	X	X	I rostfritt stål
Rostfritt stål (järn + 12-30% krom + ofta 7-30% nickel)				1912	Byggnadsdeltaljer
Silver	X	X	X	X	Smycken
Tenn	X	X	X	X	Lödning av elektronik
Zink	X	X	X	X	Gjutna komponenter
Grafit/kol	X	X	X	X	Blyertspennor
Vinylkloridplast (PVC)				1900-tal	Rör, profiler
Styrenplast (PS)				"	Engångsartiklar
Metylmetakrylatplast (PMMA)				"	Skyltar
Karbonatplast (PC)				"	Fönsterrutor
Fenylenoxiplast (PPO)				"	Chassin till tex hushållsapparater
Lågdensitetspolyeten (LDPE)				"	Bilkomponenter
Högdensitetspolyeten (HDPE)				"	Påsar
Polyoximetylen (POM)				"	Hushållsgods
Polypropen (PP)				"	Kugghjul
Polyamid (PA, Nylon)				"	Bildetaljer
Polyfenylensulfid (PPS)				"	Kugghjul
Polytetrafluoreten (PTFE, Teflon)				"	Kåpor
Fenolformaldehydplast (PF)				"	Packningar
Ureaformaldehydplast (UF)				"	Kåpor
Epoxiplast (EP)				"	Elartiklar
Uretanplast (PUR)				"	Gjutgods
Naturgummi (NR)	X	X	X	X	Bildäck
Styregummi (SBR)				1900-tal	Bildäck mm
Butylgummi (IIR)				"	Innerslangar i däck
Etenpropengummi (EPDM)				"	Byggnadslister
Nitrilgummi (NBR)				"	Oljeslangar
Kloroprengummi (CR)				"	Bälgar
Styren-butadien termoelast (SBS)				"	Skosulor
Olefin-termoelast (TOE)				"	Simfenor
Uretan-termoelast (TPU)				"	Smältlim
Ester-eter termoelast (TPAE)				"	Drivband i snöskotrar
Mjuk PVC				"	Golv mattor