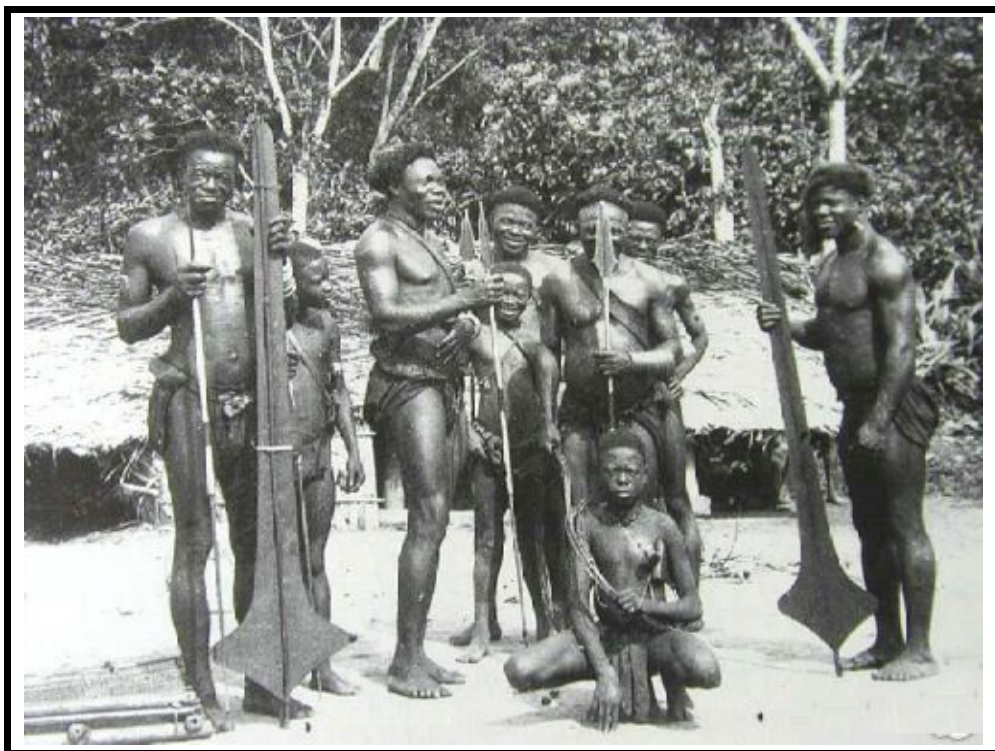


Teodor Lorenčič

ORIS KRATKE ZGODOVINE TEHNOLOŠKIH IZNAJDB

Učbenik za predmet Zgodovina tehnoloških iznajdb



Maribor, oktober 2007

Uvodne informacije.....	4
UVOD.....	6
Tehnologija.....	6
Parametri za definicijo tehnologije.....	6
Inventivnost.....	7
Človek in naravno okolje njegovega nastanka in razvoja.....	9
Tehnologija v prazgodovini.....	11
Začetki – tehnologija kamene dobe (do 3000 p.n.š.).....	11
Paleolitik (Stara kamena doba), njegova obdobja in kulture.....	11
Neolitska revolucija.....	13
Kamen.....	13
Energija.....	14
Orodja in orožja.....	14
Gradbene tehnike.....	15
Proizvodnja.....	15
Urbana revolucija (3000 p.n.š. – 500 n.š.).....	16
Rokodelci in znanstveniki.....	17
Baker in bron.....	17
Irigacija v Egiptu in Mezopotamiji.....	18
Urbana proizvodnja.....	20
Stavbarstvo.....	20
Prenos znanja.....	21
Tehnološki dosežki Stare Grčije in Rima (1200 p. n. š. – 500 n. š.).....	21
Ovladovanje železa.....	22
Mehanske naprave in izumi.....	22
Kmetijstvo.....	23
Stavbarstvo.....	23
Ostala področja tehnologije.....	24
Transport.....	24
Vojaška tehnologija.....	24
Zaključek.....	25
Od srednjega veka do 1750.....	27
Srednjeveški premik (500 – 1500).....	27
Inovacija.....	27
Bizanc.....	28
Islam.....	28
Indija.....	29
Kitajska.....	29
Energetski viri.....	30
Kmetijstvo in obrt.....	31
Arhitektura.....	32
Vojaška tehnologija.....	32
Transport.....	33
Komunikacije.....	34
Zaključek.....	35
Pojav zahodne tehnologije (1500 – 1750).....	36
Rojstvo moderne znanosti.....	36
Renesansa.....	36
Parni stroj.....	37
Metalurgija in rudarstvo.....	38

<u>Nove dobrine.....</u>	<u>39</u>
<u>Kmetijstvo.....</u>	<u>40</u>
<u>Stavbarstvo.....</u>	<u>40</u>
<u>Promet in komunikacije.....</u>	<u>41</u>
<u>Kemija.....</u>	<u>42</u>
<u>Zaključek.....</u>	<u>43</u>
<u>Industrijska revolucija (1750 – 1900).....</u>	<u>44</u>
<u>Uvod.....</u>	<u>44</u>
<u>Energijska tehnologija.....</u>	<u>47</u>
<u>Vetni mlini.....</u>	<u>47</u>
<u>Parni stroji.....</u>	<u>48</u>
<u>Elektrika.....</u>	<u>49</u>
<u>Motor z notranjim izgorevanjem.....</u>	<u>50</u>
<u>Nafta.....</u>	<u>51</u>
<u>Razvoj industrije.....</u>	<u>52</u>
<u>Metalurgija.....</u>	<u>52</u>
<u>Strojništvo.....</u>	<u>53</u>
<u>Kemična industrija.....</u>	<u>54</u>
<u>Kmetijstvo.....</u>	<u>56</u>
<u>Gradbeništvo.....</u>	<u>56</u>
<u>Promet in komunikacije.....</u>	<u>58</u>
<u>Tehnološki napredek ob koncu 19. stoletja.....</u>	<u>60</u>
<u>Vojaška tehnologija.....</u>	<u>61</u>
<u>Zaključek.....</u>	<u>62</u>

Uvodne informacije

Učbenik »Oris kratke zgodovine tehnoloških iznajdb« je osnovni študijski vir, ki skupaj s predavanji tvori celoto predmeta Zgodovina tehnoloških iznajdb in je za zdaj na razpolago izključno v digitalni obliki. Vsebinsko predstavlja zgoščeno predstavitev zelo obsežne zgodovine tehnoloških iznajdb od pradavnine do konca 19. stoletja. Ne vključuje pa 20. stoletja, ki je bilo v znanstvenem in tehnološkem pogledu izjemno kompleksno ter družbeno polno globalnih nasprotij in konfliktov. To pa seveda ne pomeni, da ga bomo izpustili, nasprotno, zelo temeljito se mu bom posvetili na predavanjih, zato je vljudno vabljeni.

Viri:

- ZGODOVINA ČLOVEŠTVA. Državna založba Slovenije. Ljubljana, 1967 – 1976. Knjige so na voljo na Fakulteti za gradbeništvo in v vseh knjižnicah
- Spletne povezave –klik do vsebine - na voljo jih je nekaj več kot 300.

Ti viri so namenjeni vašemu prostovoljnemu dodatnem branju, predvsem pa vam bodo v veliko pomoč pri pisanju obvezne seminarske naloge.

Izpit:

- Seminarska naloga od 2,5 do največ 8 strani. 50%
- Ustni zagovor 25%
- Eksplikacija seminarske teme 25%

Pomoč pri študiju in pisanju seminarske naloge:

- Konzultacije na govorilnih urah
- Vprašanja in diskusije na predavanjih
- Študentski forum – Zgodovina tehnoloških iznajdb
- teodor.lorencic@uni-mb.si

»Prebivalci južnih dežel se na kratko strižejo in hodijo nagi; prebivalci severnih dežel si okrog glave ovijajo turbane in hodijo naokrog v kožuhih; prebivalci osrednjih dežel nosijo klobuke in kape in se oblačijo. Tla so po svoji kakovosti primernejša zdaj za poljedelstvo, zdaj za trgovino, lov ali ribarjenje. Da se pozimi nosijo kožuhi in poleti platno, da se na vodi uporabljajo ladje, na suhem pa vozovi, to so iznajdbe tihega razmišljanja, ki jih dovrši narava.«

Lie Zi, O praznini, V. knjiga
(Kitajski filozof Lei Zi je živel v 5. stoletju pred našim štetjem.)

UVOD

Tehnologija

Do nedavnega je veljalo prepričanje, da je razvoj tehnologije pridržan le za človeško vrsto, toda novejša opazovanja in znanstvene študije kažejo na to, da so tudi skupnosti drugih primatov kot recimo šimpanzov in določenih delfinov razvili preprosta orodja in se tudi naučili svoje znanje prenašati na naslednje generacije.

V človeški družbi je tehnologija posledica znanosti in inženirstva, čeprav so številne tehnološke iznajdbe bile njune predhodnice. Kot bomo videli to še posebej velja za zgodnejša obdobja človeške družbe.

Termin tehnologija je sestavljenka dveh starogrških pojmov: »techné« (umetnost, spretnost) in »logos« (beseda, govor) in je pri starih Grkih pomenila razpravo o umetnosti, tako o uporabni kot tudi o lepih umetnostih.

Ne glede na jasen izvor pojma pa je njegova enoznačna opredelitev skoraj nemogoča, saj se pojem tehnologija lahko nanaša na materialne uporabne objekte, kot so stroji, orodja in pripomočki, lahko pa opredeljuje tudi širša področja, kot so sistemi, metode organiziranja in tehnike. Pojem lahko uporabimo za splošna in hkrati tudi za zelo specifična področja kot so recimo: konstrukcijska tehnologija, prometna tehnologija, medicinska tehnologija, vesoljska tehnologija, kvantna tehnologija, genetska tehnologija, nano tehnologija...

Brez vsakega dvoma pa lahko rečemo, da se je uporaba tehnologije za človeško vrsto začela s pretvorbo naravnih resursov v preprosta orodja.

Parametri za definicijo tehnologije

Tehnologija in poskus njene definicije, torej takšne, ki bi zajela celoto, sta predmet mnogih filozofskih, socioloških in drugih strokovnih razprav. To je tudi razumljivo, saj je težavnost njenega definiranja v sami dinamiki razvoja tehnologij in družb. Bolj kot se približujemo iz davnega paleolitika proti našemu stoletju, večja je dinamika v razvoju družb in še večja je dinamika razvoja tehnologij. In prav zato je recimo definicija tehnologije, ki tehnologijo opredeljuje kot tehniko produkcije orodja zadovoljiva za njeno opredelitev v paleolitiku in je preozka že za neolitsko tehnologijo poljedelstva v Mezopotamiji, ker so opravljali že prve astronomske izračune, nikakor pa ni sposobna opredeliti kompleksnosti tehnologij 20. stoletja.

Družba in tehnologija sta medsebojno pogojujoči se entiteti. Stališče, ki ga zastopam se glasi: nastanek prvih družbenih skupnosti je bil pogoj za razvoj tehnologije in hkrati je bila tehnologija pogoj za nastanek prvih skupnosti. Pojasnimo to stališče in navidezni paradoks, ki na prvi pogled spominja na problem kure in jajca.

V skladu z veljavno evolucijsko teorijo in arheološkimi najdbami, ki jim je priznan status verodostojnih najdb, je nastanek tehnologije veliko starejši, kot je sam pojav naše vrste (*Homo sapiens sapiens* pred približno 200.000 leti), in sicer datira v začetek paleolitika – približno 2,6 milijona let pred nami. Takrat je na planetu živel predhodnik naše vrste *Homo habilis* (Spretni človek) in prav njemu pripisujejo uporabo prvega orodja: pestnjak iz prodnika. To je bilo skoraj edino orodje, ki so ga vrste *Homo* uporabljale v naslednjem milijonu let.. In še dolgo je trajalo, da so naši predniki ta priostren pestnjak nasadili in privezali na palico, da je nastala sekira.

Zagotovo je bil pestnjak individualna iznajdba, ki je v dolgem toku časa njegove rabe za različne namene peljala v vse večjo socializacijo različnih evolucijskih linij naših prednikov in hkrati k evolucijskemu razvoju višje nevrološke sposobnosti možganov, ki so v primeru naše vrste dosegli sposobnost zavestnega mišljenja. Za nadaljnji razvoj tehnologije pa je bila nesporno potrebna višja oblika socializacije, torej razvitega smisla za skupnost.

Posplošeno in poenostavljeno rečeno so za tehnološki razvoj v vseh časih in prostorih potrebne tri stvari, ki so izrazito človeško družbenega značaja:

- družbene potrebe
- družbeni viri (material, sposobni ljudje in kapital)
- sočuten družbeni etos (sprejemljivost okolja za nove ideje)

Ti trije družbeni viri so se seveda v zgodovini vsebinsko spreminjali, oziroma so bili posamezni elementi posameznega vira pomembnejši od drugih, ali pa kateri od elementov še sploh ni obstajal, kot recimo kapital v paleolitiku.

Tako kot je tehnologija pestnjaka vodila v nastanek skupnosti, tako je nadaljnji razvoj tehnologije bil odvisen od vzpostavitve in razvoja zgoraj navedenih družbenih virov, in tisti, ki jih niso razvili so izumrli. Dober primer za to je razlog izumrtja Neandertalca, ki se je pojavil pred približno 300.000 leti v evolucijski areni na geografskem področju današnje osrednje Evrope. Pred približno 45.000 leti je *Homo sapiens* na svojem pohodu poselitve planeta prišel v Evropo in tu seveda naletel na Neandertalca. Sobivala sta 10.000 let, ker po 35.000 leti pred nami ni več mlajših arheoloških najdb, ki bi pripadale Neandertalcu. Danes veljavna teorija o izginotju te vrste, ki je nasledila prejšnjo teorijo o *Homo sapiens*ovi iztrebitvi te vrste, pravi, da je eden od ključnih vzrokov za njihovo izumrtje bila velika smrtnost otrok in ne sovražnost *Homo sapiens*a. Kot utemeljitev tega pa arheološka in antropološka znanost postavljata nižje razvito tehnologijo lova kot jo je uporabljal *Homo sapiens*. Obe vrsti sta uporabljali podobno, če ne že enako orožje in orodje, torej ni šlo za tehnične razloge ampak dejansko tehnološke in seveda nevrološke. To je bil tudi čas močnejše ohladitve kontinenta in ker Neandertalci za razliko od *Homo sapiens*a niso lovili na zalogo v času sezonskih selitev živali, so imeli pomanjkanje hrane in otroci so bili tisti, ki so bili stalne žrtve tega pomanjkanja. Padec natalitete je bil konstanten, tako da je pripeljal do izumrtja. Očitno je eden od virov oziroma ključnih elementov družbenih virov bil tisti, ki je izostal oziroma ni bil razvit in tako ni pripeljal do naprednejše tehnologije lova, ki je zahtevala zavestno upoštevanje časovnega ritma, ki ga je imelo okolje.

Inventivnost

Razvoj tehnologije je bil in še vedno je pogoj za preživetje naše vrste, ta razvoj pa je odvisen od zgoraj navedenih družbenih virov. Žal smo seveda danes priča očitno preobilici nekaterih

socialnih virov, torej neravnovesju, saj smo zaradi rabe okolju neprimernih tehnologij pred nevarnostjo izumrtja. In samo nove, alternativne tehnologije in s tem novi energetske viri so tisti, ki nas lahko izvlečejo iz te usodne situacije in nam omogočijo preživetje.

Ekologija je postala ključni družbeni vir, ki ga sodobna tehnologija mora na vseh svojih korakih na planetarnem nivoju prepoznati kot ključnega in neizogibnega, sicer bomo po 35.000 letih morali deliti usodo z Neandertalci, ki niso bili sposobni prepoznati pomena sezonskega lova na zalogo. Vsaka moderna definicija tehnologije tako nujno mora vključevati ekologijo in sicer na dva načina – kot družbeni vir in kot tehnologijo hkrati. Sodobno človeštvo mora ekologijo prepoznati kot družbeno potrebo, katere pomen je preživetje lastne vrste. V kolikor se to ne bo zgodilo, potem lahko rečemo, da je naša vrsta izgubila enega od svojih ključnih nagonov preživetja – inventivnost, ki je pravzaprav ob kulturi tehnologije jezika, specifična in hkrati najsplošnejša in temeljna tehnologija naše vrste.

Inventivnost je tisto kar se skriva kot izjemna sposobnost našega centralnega živčnega sistema, točneje možganov, ki so seveda od prve bakterije prehodili 3.5 milijarde let dolgo razvojno pot na našem planetu.

Tako smo prišli do izvora in s tem do temelja tehnologije, do tehnologije tehnologij – inventivnosti.

Človek in naravno okolje njegovega nastanka in razvoja

Viri:

- Zgodovina človeštva, I/1, Poglavje 1,2
- [Geološka časovna lestvica - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Human evolution - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Zaključno dejanje evolucijske drame naše vrste – Homo sapiens sapiens - se je odvijalo v izjemnih razmerah geološke dobe pleistocen, ki je bila v primerjavi z predhodnimi geološkimi dobami kratka, saj je trajala nekaj manj kot 2 milijona let. Geologi ga delijo na spodnji, srednji in zgornji pleistocen in umeščajo v ero kenozoik, ki je trajala približno 70.000 milijonov let. Ne glede na svojo kratkost trajanja, pa si je pleistocen zaslužil status samostojne dobe zaradi izjemne dinamičnosti zemljepisnih, podnebnih in bioloških sprememb. Razsežnost kopne zemlje je bila izjemno velika, svojevrsten pa je pleistocen tudi zaradi silovitih, pogostih in zelo razsežnih poledenitev. Ob izjemni razsežnosti kopne zemlje, kar je bilo nesporno ugodno za razvoj in nastanek mnogih vrst, pa so poledenitve imele za posledico tudi njihovo izumiranje, tako, da je za to dobo značilen razcvet in izumrtje številnih sesalcev.

Konec zadnje večje poledenitve pred 10.000 leti označujejo geologi za začetek nove dobe, imenovane holocen. To obdobje predstavlja vzpostavitev pogojev za nastanek neolitskih tehnoloških kultur, ki so predstavljale pogoj za nastanek neolitskih civilizacij. In prav vzpon neolitske tehnologije je tisti, ki označuje novo dobo v razvoju človeka in to je razlog in opravičilo, da so geologi to dejstvo označili kot začetek nove geološke dobe, ki smo ji priča čeprav dejansko glede na klimatski značaj holocena v bistvu živimo v tipičnih pleistocenskih pogojih.

V skladu z veljavno evolucijsko teorijo človeka, so se prva opicam podobna bitja pojavila v oligocenu, ki se je začel pred 38 milijoni let. Prve opice iz katerih naj bi pozneje izšla človeška vrsta so se pojavile v miocenu, ki obsega čas od 5 do 25 milijonov let pred sedanjostjo. Mednje spadajo driopiteki.

Geološka doba, ki je sledila miocenu je bila pliocen in je trajala od 2 do 5 milijonov let pred nami. Fosilni ostanki iz tega obdobja naj bi pričali o pojavu prvih človečnjakov, človeku podobnih primatov, ki so že hodili vzravnano. V ta čas, 4 milijone let nazaj, spada najstarejši znani človečnjak Avstralopitek, južna opica.

Ta človekov bližnji sorodnik je bil visok do 1,5 metra in je imel možgansko prostornino med 300 in 600 cm³. Avstralopitek je bil od vratu navzdol zelo podoben sodobnemu človeku, njegova glava pa je imela nekatere opičje in nekatere človeške značilnosti. Primerjalno je lobanja avstralopiteka najbližje lobanji šimpanza.

Kot rečeno, geološka doba nastanka in razvoja vrst Homo in razvoja Homo sapiensa je pleistocen, ki velja za zadnjo daljšo dobo, ki se je začela pred približno 2 milijona leti. Še dalje nazaj, pred 2.6 milijona leti, torej v izteku pliocena naj bi iz avstralopiteka izšel Homo habilis (Spretni človek), ki velja za iznajditelja prvega kamenega orodja, pestnjaka – sekača, in s tem označuje začetek Stare kamene dobe – Paleolitika. Strokovnjaki pravijo, da je bil podoben avstralopiteku, da pa je imel večjo možgansko prostornino, med 600 in 750 cm³.

Iz Homo habilisa naj bi pred približno 1,5 milijona let izšel Homo erectus (Vzravnan človek), vrsta, v katero spadata tudi javanski in pekinški človek. Visok je bil med 1,5 in 1,8 metra. Imel je možgansko prostornino med 700 in 1300 cm³. Večinsko mnenje sodobnih paleoantropologov je, da je bil Homo erectus, tako kot Avstralopitek in Homo habilis, od vratu navzdol skoraj enak sodobnemu človeku. Domnevajo, da je Homo erectus živel v Afriki, Aziji in Evropi do približno 200.000 let pred sedanjostjo.

Paleoantropologi domnevajo, da se je anatomske moderni človek (Homo sapiens sapiens) postopoma razvil iz Homo erectusa. Zgodnji Homo sapiens naj bi se pojavil pred 300.000 ali 400.000 leti. Naj bi imel skoraj enako možgansko prostornino kot sodoben človek, še vedno pa značilnosti Homo erectusa – debelo lobanjo, poševno čelo in masivne obrvne loke. Primerke iz te kategorije so odkrili v najdiščih Swanscombe v Angliji, Steinheim v Nemčiji ter Fontchevade in Argo v Franciji. Ker imajo te lobanje tudi značilnosti Neandertalca, jih razvrščajo tudi kot pred-neandertalske tipe. Večina strokovnjakov meni, da sta se moderni človek kot tudi klasični zahodnoevropski Neandertalec razvila iz človečnjakov pred neandertalskega tipa oziroma zgodnjega Homo sapiensa.

Na začetku dvajsetega stoletja je bilo precej razširjeno stališče, da so Neandertalci iz zadnje ledene dobe ali »klasični zahodnoevropski neandertalci« neposredni predniki sodobnega človeka. Imeli so večje možgane od rodu Homo sapiens sapiens. Obraz in čeljusti so imeli veliko večje, čelo, ki se je za velikimi obrvnimi loki sločilo nazaj, pa nižje. Ostanke Neandertalcev so našli v pleistocenskih usedlinah, starih od 30.000 do 150.000 let. Ko pa so v skladih, veliko starejših od 150.000 let, odkrili ostanke zgodnjega Homo sapiensa, je postalo jasno, da zahodnoevropski Neandertalci le niso v neposredni liniji nasledstva od Homo erectusa do sodobnega človeka.

Moderni Homo sapiens sapiens se je pojavil pred približno 150.000 leti v Afriki, od koder je pred 65.000 leti na obalah JV Afrike začel svoj prvi poselitveni val po našem planetu. V Evropo je prišel pred 45.000 leti. Celotna odisejada Homo sapiensove poselitve planeta je trajala do pred 12.000 leti, ko je iz Sibirije preko zaledenelega morja prvič stopil na ameriško celino in potem potreboval še skoraj 4.000 let, da je poselil celotno Severno in Južno Ameriko. To je bila odisejada, ki je trajala vsaj 55.000 let.

Tehnologija v prazgodovini

Začetki – tehnologija kamene dobe (do 3000 p.n.š.)

Identificiranje zgodovine tehnologije z zgodovino človeških (Homo) vrst nam ne pomaga veliko pri postavljanju natančnega časa njenega začetka. To pa zato, ker se ocene zgodovinarjev prazgodovine in antropologov zelo razlikujejo glede tega kdaj so se posamezne vrste Homo pojavljale.

Tudi živali so in še občasno uporabljajo naravna orodja kot so palice ter kamni in tudi bitja, ki so postala človek so brez dvoma stotine tisočletij ravnala isto, vse do prvega gigantskega koraka: izdelave prvega lastnega orodja. In še potem je preteklo zelo dolgo obdobje, preden so vrste Homo izdelovanje orodja pripeljale v vsakdanjo prakso.

In še več eonov je minilo preden so svoje preproste sekače in tolkače pripeljali na standardizirano osnovo izdelovanja na določenih krajih, o čemer pričajo najdišča, in to delo odstopili izdelovalcem - specialistom. Takšna družbena stopnja delitve dela in izdelovanja orodja je bila dosežena tako pri Homo sapiensu v Afriki, kot tudi pri Neandertalcu v Evropi, pred približno 70.000 leti.

Pestnjak je veljal za edino orodje četrta milijona let. Razvoj raznolikega orodja in orožja v Zgornjem paleolitiku strokovnjaki pripisujejo razvoju govorjenega jezika, saj je šele ta omogočal natančno poimenovanje stvari in osnovni pogovor o idejah posameznikov ali skupin. Revolucionarni napredek v razvoju jezika pa naj bi nastopil šele v Neolitiku, v času zadnje poledenitve, ko so večja naseljenost, vedno bolj razslojena družba in vedno večje imetje spodbujali razvoj govorne komunikacije. Razvoj štetja je bil zagotovo povezan s štetjem viška pridelanih dobrin, do katerih pa v paleolitskih lovsko-nomadskih skupnostih nikakor ni moglo priti.

Naprednejša orodja, ki so vključevala združitev orodja z ročajem, so nastala v času Revolucije zgornjega paleolitika pred 50.000, ki jo je predstavljala tehnologija Kromanjonskega Homo sapiensa.

Odkritju in uporabi mehanskih principov pa smo priča šele v lončarstvu Neolitika 6000 p.n.š. in v Kovinski dobi z začetkom 3000 p.n.š..

Paleolitik (Stara kamena doba), njegova obdobja in kulture

Viri:

- Zgodovina človeštva, Razvoj kulture in znanosti. Prva knjiga/prvi zvezek, str. 3 – 206. Strani 158 – 176 : Paleolitske kulture.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Paleolithic>
- Spencer Wells. Odiseja človeštva. Genetsko potovanje človeka od začetkov do danes. Učila International. Tržič, 2005

Paleolitik delimo na tri podobdobja: Spodnji, Srednji in Zgornji paleolitik. Vsakemu od teh obdobij pripadajo različne kulture – tehnologije.

Spodnji paleolitik – Najdaljše paleolitsko obdobje, ki je trajalo od pred 2.5 milijona leti do 300.000 (120.000) leti. Do 1.9 milijona let pred nami je še v času Spodnjega paleolitika živel Avstralopitek, ki pa glede na arheološke najdbe ne velja za uporabnika kamenega orodja. Arheološka evidenca prvih fosilov, ki jih lahko imenujemo Homo (Človek) se pojavi pred približno 3 milijoni leti. Kot človeški je prepoznan Homo habilis (Spretni človek), ki velja za tistega, ki je ustvaril prvo kameno orodje pred 2.5 milijoni let. Pred 1.5 milijona let ga je nasledil Homo erectus (Vzravnan človek).

[Olduwan](#) culture (Olduvajska kultura)
[Acheulean](#) culture (Abbevillsko – acheulska kultura)
[Clactonian](#) culture (Clactonska kultura)

Srednji paleolitik – Je drugo paleolitsko obdobje, ki je trajalo od 300.000 do pred 30.000 let pred nami. Evropa, Azija, Afrika. To je čas v katerem je živel Homo neanderthalensis (Neandertalec), ki velja za zelo spretnega izdelovalca orodja, to je čas ko so se razvile nove tehnike izdelovanja orodja. Moderni ljudje (Homo sapiens sapiens – Misleči človek) so se pojavili v obdobju 200.000 -100.000 leti. (http://en.wikipedia.org/wiki/Homo_sapiens) Molekularna biologija je postavila hipotezo, ki je podprta z arheološkimi najdbami, o enem in skupnem izvoru naše vrste v Afriki. Hipoteza je znana kot Out-of-Africa Theory, ki postavlja kot skupno mater vsega človeštva mitohondrijsko Evo. Več o tem je na linku: http://en.wikipedia.org/wiki/Single-origin_hypothesis in v Wellsovi knjigi Odiseja človeštva.

V času Zgornjega Paleolitika, točneje pred 65.000 leti pa so se naši predniki podali na dolgo, več kot 50.000 let trajajočo odisejado poselitve planeta. Ta poselitev se je začela iz jugovzhodnega dela Afrike – današnje Eritreje.

[Mousterian](#) culture (Moustierska kultura)
[Aterian](#) culture (Aterska kultura)

Zgornji paleolitik – Tretje paleolitsko obdobje, ki je trajalo od 40.000 do pred 10.000 leti. Afrika, Azija in Evropa. Na prehodu iz Srednjega v Zgornji paleolitik, pred 45.000 leti je Homo sapiens poselil Evropo in tu naletel na tam že živečega Neandertalca. Sobivala sta 10.000 let. Pred 35.000 pa je Neandertalec kot vrsta izumrl. Za razvoj tehnologije je to zelo pomembno obdobje, saj po 50.000 leti pred nami arheologija beleži številne artefakte kamenih orodij različnih kategorij. Ta premik v tehnologiji kamenega orodja iz Srednjega v Zgornji paleolitik se imenuje tudi Revolucija zgornjega paleolitika in ga v Evropi povezujemo z Kromanjonskim človekom, ki je imenovan po najdišču in predstavlja tip Homo sapiensa. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Cro-Magnons>). Izumrli Neandertalec je ohranjal in nadaljeval z Musterijsko tehnologijo orodja iz Srednjega paleolitika. To je tudi obdobje bogatega jamskega slikarstva v Evropi.

[Châtelperronian](#) culture (Chatelerronska kultura)
[Aurignacian](#) culture (Aurignaška kultura)
[Gravettian](#) culture (Gravetska kultura)
[Solutrean](#) culture (Solutrejska kultura)
[Magdalenian](#) culture (Madeleinska kultura)

Neolitska revolucija

Viri:

- Zgodovina človeštva, I/1, Poglavja 8, 9, 10, 11
- [Neolithic - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Neolitik - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Neolithic Revolution - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [History of agriculture - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Proti koncu zadnje ledene dobe, pred približno 10.000 do 15.000 leti, so nekatere človeške skupnosti, ki so živele v ugodnih geografskih in klimatskih pogojih, prešle iz paleolitskega lovsko-nomadskega življenja v bolj ustaljen način življenja vaških skupnosti. Ta način bivanja je temeljil na postopno pridobljeni novi tehnologiji: živinoreji in kmetijstvu. Zaključevalo se je milijon let trajajoče obdobje lovskih skupnosti.

Prav zaradi te postopnosti uvajanja novih tehnologij je pojem Neolitik uporaben le v primeru, če ga razumemo v tem smislu, da to ni časovna faza, ki sega od enega do drugega določenega datuma, temveč, da pomeni obdobje med koncem lovsko-nomadskega načina življenja in začetkom gospodarsko tehnološkega obdobja, ki že v veliki meri uporablja kovine kot tehnološki material.

Obdobje prehoda, ki mu pravimo Neolitik ali Mlada kamena doba predstavlja opazno rast populacije in nastanek večjih skupnosti, kar je pripeljalo do nastanka mest ter mestnega načina življenja, in večje delitve dela. To obdobje označujemo tudi s pojmom Neolitska revolucija, iz dveh osnovnih medsebojno povezanih razlogov: pospešene rasti tehnoloških inovacij in povečanja kompleksnosti socialne in tudi že politične organiziranosti človeških skupnosti. Za razumevanje začetkov tehnologije je potreben pregled razvoja tehnologije od paleolitika in neolitika vse do pojava prvih urbanih civilizacij okoli leta 3000 p. n. š..

Kamen

Vir:

- Zgodovina človeštva, I/1, Poglavje 3,6

Material, ki je dal poimenovanje in predstavlja tehnološko osnovo obdobja človeške predzgodovine je kamen. Domneve, da je primitivni človek uporabljal tudi druge materiale preden je izmojstril uporabo kamna, so le domneve, saj za to ni arheoloških materialnih virov. Za razliko od tega pa se je ohranilo presenetljivo veliko kamenega orodja, kar kaže na to, da je bil tehnološki razvoj povezan več ali manj z kamnom. Kamen postane orodje šele takrat, ko je premišljeno oblikovan za specifične namene. Da pa bi bilo to učinkovito, je bilo potrebno izbirati med primerno trdimi in mehkeje strukturiranimi kameninami glede na njihov namen in rabo, upoštevajoč različne načine oblikovanja, kot je recimo ostrenje roba. Kremen oziroma kresilni kamen je bil za te namene zelo primeren, čeprav so bile v široki rabi tudi peščene in vulkanske kamenine.

Zgodnja orodja so bila namenjena izključno neposrednemu držanju v rokah, postopoma v tisočletjih pa so prazgodovinski ljudje razvili tehnike zaščite rok, z ovijanjem prijemalnega dela orodja z krznom in drugimi razpoložljivimi materiali. Od uporabe prvega orodja

(pestnjaka-sekača) do nasaditve tega orodja na leseni ročaj, torej pojava prve sekire je preteklo približno 2 milijona let. Zavedati se namreč moramo, da je za ta namen bilo potrebno razviti tehnologijo vrtnja in to vrtnja v kamen, izbrati pravilno razmerje trdote kamna med vrtnim kamnom in vrtancem.

S širjenjem obvladovanja materialnega sveta v neolitskem obdobju so prišli v rabo tudi drugi materiali in substance. Glina za posode in opeke, pojavili so se tudi prvi tkani izdelki, ki so nadomestili živalske kože. V tem času pa tudi beležimo, kot posledico radovednosti ob reakciji kovinskega oksida z ognjem, eno najpomembnejših tehnoloških inovacij vseh časov, ki je označila prehod iz Kamene dobe v Kovinsko dobo.

Energija

Uporaba ognja je bila naslednja osnovna tehnologija, katere raba se je zgodila v nam neznanem času v paleolitiku. Odkritje, da je ogenj možno ukrotiti in ga kontrolirati ter nadaljnje odkritje, da je ogenj možno zanetiti s trenjem dveh suhih površin lesa, je bilo zelo pomembno. Ogenj je bil pomemben prispevek predzgodovinske energetske tehnologije, ne glede na to, da je bilo možno neposredno iz ognja pridobiti malo energije. Bil pa je zelo dobra obramba pred divjimi živalmi.

Za večino prazgodovinskih skupnosti je bila značilna skoraj izključno raba človeške moči, toda s prehodom na bolj ustaljen način življenja v Neolitiku, je človek pričel uporabljati moč udomačenih živali. Zdi se tudi verjetno, da je ob koncu prazgodovine bilo odkrito jadro, kot tehnologija izrabe vetra za plovbo, kar predstavlja začetek dolgega obdobja razvoja vodnega prevoza.

Orodja in orožja

Orodja predzgodovinskih ljudi so bila omejena na materiale, ki so bili neposredno na razpolago v naravi. Toda, ko so enkrat razvili tehnike uporabe kamnov kot delovnih predmetov, so postali ljudje zelo domiselni pri izmišljanju orodij in orožij z konicami in bodicami. Tako so postopoma prišle v splošno rabo sulice, harpune in puščice z kameno glavo. Lok in puščica pa sta predstavljali še učinkovitejšo tehnološko kombinacijo, katere raba je zelo dobro dokumentirana v jamskem slikarstvu (južna Francija in severna Španija), ki med drugim šteje tudi za prvi »dokumentiran« vir v zgodovini tehnologije, in spada v čas pred približno 45.000 leti. <http://www.jimhopper.com/paleo.html> Bistroumnost in spretnost teh lovcev je razvidna iz najdb njihovih frač, palic za metanje, (bumerang avstralskih Aboriginov je takšen pomemben preživel primer), ptičjih zank, vodnih in kopnenskih pasti ter mrež.

Pojavnost teh orodij ni bila uniformna, saj so posamezne primitivne skupnosti razvijale le tista orodja in orožja, ki so bila najprimernejša za njihove potrebne in posebne namene, toda vsa ta orodja in orožja so bila v rabi ob koncu kamene dobe.

Poleg tega je Neolitska revolucija prispevala nekatera pomembna nova orodja, ki niso bila prvenstveno namenjena lovu. To so bile prve mehanske aplikacije krožnega gibanja v podobi lončarskega vretena, lokasti sveder, osna stružnica in seveda kolo samo.

Nemogoče je povsem natančno določiti kdaj so bile te pomembne naprave izumljene, vendar njihova prisotnost v zgodnjih urbanih civilizacijah kaže na kontinuiteto s poznim neolitskim obdobjem. Lončarsko vreteno, gnano z nogo lončarja in kolesa voza predstavljata krožno gibanje v eni smeri. Medtem ko imata sveder in stružnica gnana z lokom za posledico izmenično gibanje svedra ali obdelovalnega predmeta v nasprotni smeri.

Razvoj pridobivanja hrane je prinesel nadaljnje izboljšave orodja. Proces oziroma tehnologija pridobivanja hrane sta bila v Paleolitiku preprosta, vsaj po tehnološki plati. To je bilo predvsem nabiralništvo, lovljenje in ribarjenje. Če so se te metode izkazale kot neprimerne za vzdrževanje skupnosti, potem so se preselili na lovno bogatejša področja ali pa so poginili.

Z nastopom Neolitske revolucije so bile izumljene nove spretnosti pridobivanja hrane, ki so služile potrebam poljedelstvu in živinoreji. Palice za kopanje, prva rala, kameni srpi, mlinci, ki so mleli žito s trenjem med dvema kamnoma in najkompleksnejše med vsem tem, namakalni sistemi za ohranjanje vlažnosti in rodnosti zemlje. Vse to se je dobro razvilo v velikih subtropskih rečnih dolinah Egipta in Mezopotamije, kakor tudi v porečju Rumene reke na Kitajskem in Indu v Indiji pred tretjim tisočletjem pred našim štetjem.

Gradbene tehnike

Tudi tehnike gradnje so prav tako šle skozi pomemben razvoj v Neolitski revoluciji. O gradbenih sposobnostih paleolitskega človeka ne vemo skoraj nič, razen nekaj ostankov kamenih zaklonišč. Toda v Neolitiku smo priča nekaterim impresivnim gradnjam, prvenstveno gre za grobnice in grobne nasipe in druge religiozne zgradbe. Vendar pa smo proti koncu tega obdobja priča tudi stanovanjski gradnji pri kateri so bili prvič uporabljeni na soncu sušeni glineni zidaki.

V severni Evropi, kjer je nastopila neolitska transformacija pozneje kot v vzhodnem Sredozemlju in je tudi dalj časa trajala, smo priča velikim kamenim spomenikom. Stonehenge v Angliji je izjemen primer takšne gradnje, in je še vedno zgovorno pričevanje o tehničnih sposobnostih takratnih ljudi, če pri tem sploh ne jemljemo v obzir potrebno domiselnost in matematične sposobnosti družb pozne kamene dobe.

Proizvodnja

Proizvodna obrt ima svoj izvor v Neolitiku. Gre za uporabo različnih tehnik mletja žita, pečenja gline, predenja in tkanja tkanin, in najverjetneje tudi barvanja, fermentiranja in destilacije. Nekateri dokazi za to obstajajo kot arheološke najdbe, nekateri pa so se nenazadnje s časom razvili v specializirane obrti, ko so se pojavile prve urbane civilizacije. Na podoben način so zgodnji kovinarji razvili tehnike ekstrakcije in obdelave mehkejših kovin, kot so zlato, baker in kositer, kar je imelo za posledico nastanek vrste obrtnikov.

Vsa ta začetna področja specializacij so nadalje imela za posledico razvoj obsežnega trgovanja med različnimi skupnostmi in področji. Arheološki dokazi za pretok obrtniških izdelkov pozne kamene dobe so impresivni. Puščične osti določenih vrst in tipov, na primer, so bile široko razpršene po vsej Evropi in močno kažejo na to, da imajo isti tipi skupno izdelovalno lokacijo.

Takšen prenos izdelkov kaže na izboljšanje transportnih in komunikacijskih sredstev. Domnevamo, da je paleolitski človek bil, glede transporta, povsem odvisen od svojih nog in te so tudi ostale sredstvo običajnega načina transportiranja skozi vso kameno dobo. Udomačitev goveda, osla in kamele je brez dvoma prinesla veliko pomoč pri delu in transportu. Zapreženje in osedlanje konja je bilo povezano z večjimi težavami in je njegovo učinkovito rabo zamaknilo za dalj časa. Najverjetneje pa je bilo vozilo, ki so ga izumili pred iznajdbo kolesa preprosti travois , z dvema sanicama, ki se je razvil v ne dosti boljše drsno vozilo. Takšna vozila še je danes možno najti v Italiji in na Irskem. Drevak in kanu narejen iz skorje dreves sta predstavljala možnost razvoja vodnega transporta, in obstajajo dokazi o pojavu jadra ob koncu Neolitika.

Neolitska revolucija se je najprej pojavila v področjih sveta, ki so imeli nenavadno kombinacijo kvalitete: toplo podnebje, ki je bilo vzpodbudno za povečanje količine pridelkov, ter letni poplavni cikel rek, kar je bil naraven način vsakoletne regeneracije rodovitnosti zemlje. V evroazijskem in Afriškem področju so bili takšni pogoji le Egiptu, Mezopotamiji, severni Indiji in v nekaterih velikih rečnih dolinah Kitajske. To so bila torej področja, kjer so lahko neolitski ljudje razvijali nove kmetijske, živinorejske, namakalne in proizvodne tehnologije in tehnike. Torej področja, kjer je bila človeška podjetnost nagrajena s povečano produktivnostjo, ki je vzpodbudila populacijsko rast in sprožila vrsto socialno-političnih sprememb, ki so preoblikovala zaselke neolitskih skupnosti v prve civilizacije. Mezopotamska in egiptovska civilizacija sta širili svoj vpliv v Sredozemlju in Evropi, medtem ko sta zaradi geografskih preprek indijska in kitajska civilizacija bili vplivno omejeni na lastna, sicer izjemno velika geografska območja. Med vsemi temi civilizacijami pa lahko le Kitajska in delno Indijska izkažeta svojo lastno pisno kulturno kontinuiteto zadnjih 5000 let. Tako lahko le Kitajska civilizacija izkaže kontinuirano etimologijo svoje pisave in jezika od 3000 p.n.š. pa vse do danes.

Urbana revolucija (3000 p.n.š. – 500 n.š.)

Viri:

- Zgodovina človeštva I/2
- [Mezopotamija - Wikipedija](#)
- [Stari Egipt - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Ancient Egypt - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Ancient Egyptian technology - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [History of science and technology in China - Wikipedia, the free ...](#)
- [Ancient Chinese Technology](#)
- [Science and technology in ancient India - Wikipedia, the free ...](#)
- [Daily Life in Ancient India - Welcome to Ancient India!](#)

Že opisane tehnološke spremembe z malim številom razpoložljivih družbenih virov so nastajale počasi in v zelo dolgem časovnem obdobju in so zadovoljevale le najpomembnejše osnovne družbene potrebe, kot so iskanje hrane in zavetišča. Vendar pa se je pred približno 5000 leti v ugodnih geografskih in klimatskih področjih pojavila pomembna kulturna tranzicija. Povzročila je nove potrebe in vzpostavila nove vire, tako, da je bila pospremljena z pomembnim porastom tehnoloških inovacij. To je bil začetek nastanka mest.

Rokodelci in znanstveniki

Viri:

Zgodovina človeštva II/1. Poglavje 3, 4

Kmetijska tehnologija neolitika, ki je zagotovila večje količine hrane, je omogočila rast populacije, kar je imelo za posledico potrebo po širši paleti izdelkov in dobrin specializiranih obrtnikov. Med obrtniki so kovinarji obdelovali kovine, ki so v naravi dosegljive v čisti kovinski obliki in so mehkejše, kot recimo zlato in baker, tako, da so jih lahko oblikovali s tolčenjem. Prišlo je tudi do odkritja možnosti ekstrakcije nekaterih kovin iz rud, ki so sicer splošna oblika njihovega pojavljanja. Najverjetneje je bil prvi tako uporabljen material bakrov karbonat, znan kot malahit. Že takrat je bil v rabi kot kozmetično sredstvo, ki pa ga je z močnim ognjem zelo lahko reducirati v baker. Nemogoče je sicer natančno določiti čas in lokacijo tega odkritja, vendar so bile posledice pomembne, velike in izjemne. To odkritje je peljalo k iskanju drugih kovinskih rud in razvoja metalurgije. Vzpodbudilo je trgovanje in nadaljnji razvoj specialističnih veščin na tem področju.

Neolitske civilizacije iz četrtega tisočletja pred našim štetjem so nastale v Mezopotamiji, Egiptu, Indiji in Kitajski, kjer so bili sicer izredni pogoji za razvoj kmetijstva – nosilca Neolitske revolucije. Niso pa to področja z rudnimi nahajališči, kakor tudi ne z gozdovi poraščena območja. Les je seveda kot energetski vir bil nujen za razvoj metalurgije. Pomankanje rud in lesa sta bila poglavitna razloga za raziskovalne pohode in srečevanja takratnih civilizacij. To je seveda imelo za posledico trgovanje in izmenjavo tehnologij – tehničnih in kulturnih.

Razvoj specialističnih znanj in trgovanje sta predstavljala temelj za nastanek urbanih družb, katerih značilnost sta trgovanje in obrtna proizvodnja. S tem so bili izpolnjeni pogoji za nastanek prvih civilizacij. Kamena doba, točneje Neolitik, je utiral pot zgodnji Kovinski dobi in začela se je nova epoha v zgodovini človeške vrste.

S splošnim soglasjem, so civilizacije skupek velikih družb s skupno kulturo ustaljenih skupnosti in z razvitimi institucijami, ki predpostavljajo dve spretnosti - osnovno pismenost in štetje. Višje oblike znanja in pismenosti so bile v zgodnjih civilizacijah skrbno čuvana sposobnost duhovniške manjšine. Vendar pa je ne glede na to, da so bila ta znanja in sposobnosti v domeni majhnega dela populacije, to bilo zelo pomembno, saj je ta manjšina omogočala zapisovanje in posredovanje informacij, kar je zelo povečalo obseg inovacij in spekulativnega mišljenja.

Do tega obdobja je tehnologija obstajala brez znanosti. Toda v času prvih sumerskih astronomov, ki so z omembe vredno natančnostjo, temelječo na opazovanjih in izračunih začrtali gibanje nebesnih teles in na tej osnovi izdelali koledar in namakalne sisteme, se je pojavila možnost za ustvarjalen odnos med znanostjo in tehnologijo. Prvi sadovi tega odnosa so se pojavili in preizkusili pri meritvah zemlje, teže in časa. Gre za praktične tehnike, ki so bistvenega pomena za vsako kompleksno družbo in so nepojmljivi brez pismenosti in začetkov znanstvenega opazovanja. Z pojavom teh sposobnosti v tretjem tisočletju pred našim štetjem, so se pojavile prve civilizacije v rečnih dolinah Nila, Tigrisa, Evfrata, Inda in Rumene reke.

Baker in bron

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1. Poglavlje 5
- [Bronze Age - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Dejstvo, da obdobje zgodnjih civilizacij sovpada s tehnološko klasifikacijo Bakrene in Bronaste dobe je to ključ za tehnološko osnovo teh družb. Mehkoba bakra, zlata in srebra daje tem kovinam neizogibno mesto prvih obdelovanih kovin, vendar se danes arheologi več ali manj strinjajo s tem, da ni bilo prave »Bakrene dobe«, če pa že, potem je mogoče bila zelo kratko časa v začetku egiptovske in kitajske civilizacije, saj mehkooba teh materialov zelo omejuje njihovo uporabnost, z izjemo nakita, dekoracije in izdelovanja denarja. Tako je že zelo zgodaj bila pozornost usmerjena k poskusom utrjevanja teh materialov zato, da bi bili uporabni za orodje in orožje. Reduciranje mešanih kovinskih rud je najverjetneje peljalo v odkritje zlitin, pri čemer je šlo za fuzijo bakra z drugimi kovinami, tako da je nastal bron. Izdelovali so različne vrste brona, vključno s tistim, ki je vseboval svinec, antimon in arsenik, vendar pa je bila najbolj razširjena zmes bakra in kositra v razmerju 10:1. To je bil rumenkasta kovina, ki jo je bilo možno topiti in ulivati v zelene oblike. Kovači brona so od kovačev bakra in zlatarjev prevzeli tehniko segrevanja kovine v topilniku nad močnim ognjem, ki so jo potem vlili v preprost model iz gline ali kamna. Tako so odlili osti za sulice, sekire in druge trdne dele orodja in orožja.

Bron je postal najpomembnejši material zgodnjih civilizacij. Zaloge kovin so bile v aluvialnih dolinah rek, kjer so se razvijale prve civilizacije, zelo pičle in zato so jih uvažali. Potreba po kovinah je vodila v precej komplicirane trgovske odnose in rudarske aktivnosti na velikih razdaljah. Civilizacije Bronaste dobe so bile prisiljene iskati kovine daleč za svojimi mejami in s tem so razvijali trgovske poti po vsem Sredozemlju.

Sicer pa je v drugih področjih, za razliko od uporabe kovin, potekal prehod tehnologije Neolitika v zgodnje civilizacije precej postopno, čeprav je šlo za splošen porast sposobnosti v skladu z vse bolj jasno definirano specialnih veščin in smo v tehnikah gradnje pričali velikanski rasti lestvice podjetnosti. Čeprav na področju energetske tehnologije ni bilo velikih inovacij, pa je bil dosežen pomemben napredek v gradnji talilnih in žgalnih peči kot odziv na želje in zahteve, ki so jih postavljali kovinarji – metalurgi, lončarji in novi obrtniki kot so bili steklarji.

Domnevno je v tem času tudi ladja na jadra dobila svojo dokončno obliko, saj je napredovala od plovila z majhnim jadrom nameščenim med loke, ki je bilo primerno le za plovbo pred vetrom, ki je prihajal po Nilu, do prave pomorske ladje poznih egiptovskih dinastij, opremljene z velikim pravokotnim jadrom. Egipčanske in Feničanske ladje te vrste so lahko jadrle pred in prečno na veter. V primeru plovbe v veter pa so morali preiti iz jadra na vesla. Ne glede na to pomanjkljivost, pa so dosegli opazne dosežke v navigaciji, saj so prepluli vso Sredozemlje in zapluli celo v Atlantik.

Irigacija v Egiptu in Mezopotamiji

Viri:

- Zgodovina človeštva, II/1. Poglavlje 2
- [Irrigation - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Tehnike pridobivanja hrane so pokazale velik napredek neolitskih metod vključno z izjemno inovacijo sistematičnega namakanja. Civilizaciji Egipta in Mezopotamije sta bili zelo odvisni od rečnih sistemov Nila ter Tigrisa in Evfrata, ki so s svojimi rednimi letnimi poplavami

namakali zemljo, jo pognojili in pomladili z bogatimi naplavnimi depoziti. Vendar pa so zaradi konfiguracije zemljišča in načina poplavljanja rek v Egiptu in Mezopotamiji razvili dva različna načina namakanja.

Nilska dolina leži med griči iz peščenca in apnenca. Egipt je poznal bazensko namakanje, ki so ga postopno uvajali, saj z ozirom na to, da je Nil povsem redno poplavljal v jesenskem času od 15. avgusta do začetka oktobra, ko je bila poletna žetev že pospravljena, tako, da prvim naseljencem ni bilo potrebno storiti kaj drugega kot to, da so počakali, da so jesenske poplavne vode umaknile, kar je bil znak za zimsko setev v na novo pognojeno in do dobra namočeno zemljo. To je zagotavljalo celo viške žita. Ko je prebivalstvo naraslo pa razmeroma majhno naravno poplavno območje ni več zadoščalo in ga je bilo potrebno umetno razširiti. Ugotovili so, da ga je mogoče dopolniti oziroma razširiti, in sicer tako, da v naravni jez rečnega brega izkopljejo prekop, po katerem priteka k rastoči setvi sveža voda, in ko so bila tla zadosti napojena in bazeni napolnjeni, je bilo mogoče odprtino zapreti in odvesti odvečno vodo tako, da so prekopali breg niže ob reki. Na tem preprostem postopku je temeljilo vso gospodarstvo poznejših časov Egipta, se pravi na bazenskem namakanju doline Nila.

Načelo tega sistema je, da se z nasipi, ki so zgrajeni pravokotno na rečni tok, razdeli porečje na razdelke – bazene. Prekop dovaja vodo v smeri proti toku iz reke v bazen, od tam pa jo manjši prekopi in jarki enakomerno razširjajo po predelku. Po drugem prekopu odteka odvečna voda v drug bazen ali pa navzdol v reko. Bazensko namakanje omogoča le po eno žetev na leto, ker se odvajalni prekopi izsušijo, ko reka upade pod določeno površino. Toda na bogati egiptovski zemlji je ena žetev dovolj, prednost tega sistema pa je v kratkih prekopih – vzdrževanje je zelo preprosto in korita se zelo počasi zablatijo. In to je imelo za posledico dovolj prostega časa za razvoj specializiranih obrti v vaških skupnostih, kar je bila družbena ureditev v pred dinastičnem obdobju Egipta.

V dolini Tigrisa in Evfrata pa je namakalni problem kompleksnejši iz več razlogov. Evfrat, ki pravzaprav omogoča poljedelstvo v tej deželi, izvira v gorah Anatolije in ima zato večji pretok, tako, da njegove vode nosijo s seboj petkrat več usedlin – ilovice pomešane z apnencem – kot Nil. To ima za posledico več odloženega materiala v delti tako na dnu kot na bregovih, tako da sčasoma teče reka nad površino ravnine. Ni seveda problem v odvajanju vode za namakanje, saj za to zadošča tako kot pri Nilu le prekopavanje bregov, potrebno pa je nenehno vzdrževanje bregov in njihovo utrjevanje, saj bi sicer bila polja namočena ob neprimernem času. Glavni problem pa zaradi višine Evfrata predstavlja odvajanje vode, ki zastane v močvirjih in velikih mlakah. Če bi izsuševanje prepustili soncu, potem bi kot posledica ostala s solmi in alkaličnimi spojinami prepojena zemlja, kar bi jo sčasoma spremenilo v nerodovitni svet. Zato je izsuševanje v Mezopotamiji bilo in še je prav tako pomembno kot namakanje. Sol in alkalne spojine pa so posledica strukture okolja, saj predstavlja zemeljsko sestavo okoliških gričev lapor, ki vsebuje sol in mavec.

Naslednja in glavna razlika med Evfratom in Nilom pa je čas vsakoletnih poplav. Nihče ne more točno napovedati, kdaj je treba pričakovati Evfratovo poplavo, ker je to odvisno od vremenskih razmer v daljnih goratih predelih Anatolije. Poplavo namreč povzroči taljenje tamkajšnjega snega. Poplava nastopi pozno pomladi, med začetkom aprila in začetkom junija, in vodovje naraste nenadoma. S stališča kmetovanja ni bolj neprimernega letnega časa, saj je to obdobje, ko zimska setev že raste, poletna setev pa je v zemlji in ob poplavi v tem času je izgubljeno oboje. Če je bil v Egiptu Hapi - bog poplav, blagodejno božanstvo, ki je človeku pomagalo, da je imel kruh, potem je bila v Mezopotamiji poplava človekova sovražnica in Nin-Girsu ter Tiamat, ki sta vladala nad kaosom voda, sta bila glede na to zlohotni sli.

Vse te naravne danosti so mezopotamskega poljedelca prisilile, da je prevzel sistem celoletnega namakanja. Ker je bila rečna struga visoko nad obdelano ravnino so lahko skozi vso sušno obdobje nanjo dovajali vodo in so zato lahko računali z dvema na žgočem soncu dozorevajočima žetvama leto. Toda tej veliki prednosti je ustrezala ogromna količina težaškega dela, ki je bilo potrebno. Ker je reka tekla zelo visoko, so morali tudi prekopi, ki so vodili iz nje, ležati tako visoko, ker bi sicer višinska razlika povzročila nenadno zlivanje vode in bi uničila prekope. Zaradi velike razdalje prekopov in ker je vseeno veliko vode šlo v nič, je bila zelo pomembna velikost prekopov. Glavni prekopi so bili zato široki tudi do 23 metrov. Bili so plovni, tako, da so jih uporabljali ob namakanju tudi za prevoz. Iz prekopov so peljali manjši prekopi in jarki. Bili pa so še potrebni tudi dodatni izsuševalni prekopi, ki so čistili zemljo s tem, da so izmivali odvečne naložene soli, ki jih je s seboj prinašalo blato.

Vendarle pa sta oba sistema bila odvisna od visoke stopnje družbene kontrole, potrebnih znanj in spretnosti pri merjenju, označevanju zemlje, zapletenih pravnih pravilih za zagotavljanje pravične distribucije dragocene vode. Več ali manj sta bila oba sistema odvisna od zahtevnega inženirstva pri gradnji jarkov, kanalov, obrežij in akvaduktov. Ob vsem tem je bila še potrebna mehanika dvigovanja in prelivanja vode s prečnikom in protiutežjo na eni in zajemalno posodo na drugi strani. Gradbeno inženirskim sposobnostim ljudi tistega časa se moramo zahvaliti za tehnologijo, ki je v Urbani revoluciji omogočila vznik velikih civilizacij Bližnjega in Daljnega Vzhoda.

Urbana proizvodnja

Manufakturna proizvodnja zgodnjih civilizacij je bila osredotočena na keramiko, vina, olja in kozmetiko, produkte ki so začeli krožiti po zametkih trgovskih poti še pred vpeljavo kovin. Ti izdelki so v Bronasti dobi postali tržne dobrine, ki so jih menjavali za kovine. V lončarstvu je vreteno prešlo v splošno rabo, čeprav so za posebne potrebe še vedno uporabljali staro tehniko izdelovanja posod iz glinenih valjev. Pri pridelavi vina in olj so razvili različne tehnike stiskanja, medtem ko razvoj kuhanja, varjenja in konzerviranja priča o tem, da ima kemijska znanost svoje začetke v kuhinji, od koder izvira tudi kozmetika.

Tovorne živali so postale in bile na prvem mestu kopenskega prevoza, počasi so se razvijali vozovi s kolesi za različne potrebe v kmetijstvu, trgovini in vojnah. Kot orožje so se pojavili bojni vozovi, čeprav je njihova raba bila omejena zaradi težav z udomačitvijo konj. Vojaška tehnologija je razvila kovinske plošče za oklepe.

Stavbarstvo

Viri:

- Zgodovina človeštva, II/1. Strani: 162 – 185

V gradbeni tehnologiji je bolj kot za posamezne inovacije šlo za povečanje obsega delovanja. Mezopotamske skupnosti kamene dobe so že zelo ekstenzivno gradile z na soncu sušenimi opekami. Njihovi nasledniki so nadaljevali z njihovo tehnologijo, vendar so razširili obseg njihove rabe za gradnjo velikih kvadratnih templjev imenovanih ziggurati, kakršen je bil tudi Svetopisemski Babilonski stolp.

V Egiptu je bila glina zelo redka, vendar pa je bilo veliko dobrega gradbenega kamna, ki so ga uporabljali pri gradnji piramid in templjev, ki so do danes ostali kot izjemni spomeniki

egiptovske civilizacije. Novejše raziskave glede gradnje v starem Egiptu kažejo na to, da so pri gradnji uporabljali iznajdbo, ki je sicer v splošno rabo prišla šele v modernem času – beton. Gradbene kamene bloke so oblikovali večči zidarji, pri čemer je gradnja potekala pod nadzorom svečenikov-arhitektov, ki so bili kompetentni matematiki in astronomi, kar je razvidno iz natančnosti astronomskega pozicioniranja zgradb.

Povsem gotovo se zdi, da je težko gradbeno delo pripadalo veliki armadi sužnjev, kar nam pomaga pojasniti tako uspehe kot tudi omejitve zgodnjih civilizacij. Sužnji so bili vojni plen osvajalnih pohodov. Velika populacija sužnjev je predstavljala sposobno in ceneno delovno silo za večino gradbenih del. In prav ta velika razpoložljivost suženjske delovne sile je bila zavora tehnološkim inovacijam, saj niso bile potrebne. To družbeno dejstvo pojasnjuje stagnacijo mehanskih inovacij v starem svetu.

Prenos znanja

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1. Poglavlje 7.

V starem svetu so tehnološko znanje prenašali trgovci, ki so potovali in iskali in nakupovali kositer in druge dobrine. Znanje pa so prenašali seveda tudi obrtniki metalurgi, oblikovalci kovin, kamnoseki, usnjarji, steklarji in vsi drugi, ki so s tem vplivali na nadaljnji razvoj obrti, kakor tudi prenos osvojenih metod in tehnologij v druga, nova področja. Pojav prenosa znanja z neposrednimi in posrednimi odnosi med starimi civilizacijami se je pojavil v drugem tisočletju pred našim štetjem in se je pospešeno nadaljeval v naslednjem tisočletju, ko so se pojavile povsem nove civilizacije na Kreti, Mikenah, Troji in Kartagini. In končno, odkritje železa in njegove obdelave je globoko spremenilo sposobnosti in vire teh človeških družb. Razvoj te nove tehnologije je vodil v začetek dveh klasičnih civilizacij – Stare Grčije in Rima.

Tehnološki dosežki Stare Grčije in Rima (1200 p. n. š. – 500 n. š.)

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1, Poglavlje 1; II/2 Poglavlje 7; II/3 Poglavlje 13
- [Antična Grčija - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Ancient Greece - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Ancient Rome - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Veliki dosežki in prispevki klasične Grčije in Rima k razvoju filozofije, religij, političnih in pravnih institucij, poezije in drame ter znanstvene spekulacije niso v sorazmerju z njihovim prispevkom k tehnologiji. Njihova mehanska inovativnost ne kaže izjemnosti in celo na področju vojaškega in gradbenega inženirstva, kjer so sicer pokazali veliko duhovitost in estetski čut, njihovo delo bolj kot kaj drugega predstavlja prevzetje prejšnjih smeri razvoja kot pa dramatično inovativnost. Pojav tega paradoksa klasičnega obdobja starega sveta zahteva pojasnilo in zgodovina tehnologije lahko ponudi nekatera vodila za rešitev tega problema.

Obvladovanje železa

Viri:

- Zgodovina človeštva, II/1 Poglavlje 3; II/2 Poglavlje 9
- [Iron - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_ferrous_metallurgy
- [Ancient Greek technology and innovation - Wikipedia, the free ...](#)
- [Roman technology - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Izjemen tehnološki dejavnik Grško-Rimskega sveta je bilo taljenje železa. Ta tehnologija, ki jo je najverjetneje v Mali Aziji razvil neznan metalurg okrog leta 1000 p. n. š., se je razširila daleč čez meje provinc Rimskega imperija. Povsem splošno rabo železa v Grčiji in na Egejskem otočju lahko zabeležimo ob zatonu klasičnega obdobja 500 p. n. š. in potem se je njegova raba zelo hitro širila na zahod.

Redukcija železove rude v kovino dolgo časa v človeški zgodovini ni bila možna, zato, ker ta kemična transformacija zahteva visoko temperaturo – 1,535 stopinj Celzija – v talilni peči. Razpoložljiva tehnologija takratnih ljudi tega ni bila sposobna doseči, za razliko od bakra, kjer je za redukcijo potrebno »le« 1,083 stopinj Celzija.

Za doseganje višjih temperatur je bilo potrebno izboljšati konstrukcijo talilne peči in si izmisliti način, kako zadržati tako visoko temperaturo več ur. Skozi vso klasično obdobje - do 500 p.n.š. - so le sporadično dosegali te pogoje in sicer z ogljem in dovajanjem zraka z nožnimi mehovi, vendar je bila takšna tehnika nezadovoljiva za popolno redukcijo rude v staljeno kovino. Namesto tega je zaradi prenizke temperature nastala na dnu talilne peči mala gobasta gmota imenovana »volk« – gruda stopljenega nečistega železa. To gobasto gmoto so potem s tolčenjem kladiva in termično obdelavo spremenili v palice kovnega železa, ki jih je bilo možno po želji nadalje oblikovati s segrevanjem in tolčenjem.

Železo je za večino potreb predstavljalo trši in močnejši material kot so bile kovine, ki so bile v rabi pred tem. Neugodnost pri tem je bila ta, da ga ni bilo možno ulivati v modele kot recimo bron. Zelo zgodaj so nekateri kovači izumili utrjevalni proces s ponovnim segrevanja železnih palic med plastmi oglja. S tem, ko so površino železa karbonizirali so ustvarili jekleno prevleko. Tako kaljeno železo je možno ponovno segrevati, tolči in kaliti za izdelavo visoko kvalitetnih nožev in mečev. Najboljše jeklo v rimskih časih je bilo t.i. kitajsko jeklo. Na zahod so ga uvažali iz Indije, kjer so ga tudi s talilnim procesom izdelovali in oblikovali v bloke premera nekaj inčev, torej s taljenjem sestavin v zaprti posodi, zato, da so dosegli čistost in konsistentnost kemične sestave.

Mehanske naprave in izumi

Viri:

- Zgodovina človeštva II/3, Mehanika v antiki, str. 94
- [Arhimed - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Archimedes' screw - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Aeolipile>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Pulley>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Lever>
- <http://www.marcdatabase.com/~lemur/rbt-scoopwheel.htm>

Četudi morda omalovaževani, pa dosežki na področju mehanike v Grško – Rimskih stoletjih niso bili nepomembni. Nenazadnje ima človeštvo iz tistih časov velikega genija mehanike Arhimeda, ki je izumil omembe vredna orožja za zaščito rodnih Sirakuz pred rimsko invazijo. Svoj genialni um je uporabil pri tako bazičnih mehanskih napravah kot so vijak, škripec in vzvod.

Aleksandrijska inženirja, Ctesibius in Hero, sta izumila dragocene mehanske izume vključno s črpalkami, vetrnimi in hidravličnimi napravami, stroje na komprimiran zrak in stružnice. V prvem stoletju je Heron iz Aleksandrije iznašel Aeolipil, napravo, ki velja za prvi zabeležen primer parnega stroja in zametek reakcijske parne turbine. Naprava je bila toliko pred svojim časom, da ji do modernih časov sploh ni bila posvečena pozornost. Nasploh v vseh teh odkritjih v svojem času niso videli in zaznali velike praktične uporabnosti, vendar pa Aleksandrijska šola označuje pomemben prehod od preprostih mehanizmov k kompleksnejšim napravam, ki si zaslužijo oznako stroji. V tem smislu predstavljajo izhodiščno točko moderne mehanske prakse.

S svojim razvojem in uporabo strojev so stari Rimljani prevzeli odgovornost za pomembno tehnološko transformacijo, in sicer za razširjeno vpeljavo krožnega gibanja. To je razvidno iz njihove rabe samotežnega mlina, kot vira energije pri dvigalih za težke tovore, vpeljave rotacijskih naprav za dvigovanje vode v namakalnih sistemih - lopatasto kolo gnano s samotežnim mlinom, in razvoj vodnega kolesa kot osnovne gonilne sile. Že v prvem stoletju se je inženir Vitruvius posvetil razvoju vodnega mlina in ob koncu Rimske dobe je teh mlinov bilo že zelo veliko po vsem imperiju.

Kmetijstvo

Viri:

- Zgodovina človeštva, II/1, Poglavlje 3; II/2, Poglavlje 9
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Plough>

V kmetijstvu je tehnologija Železne dobe našla svoje mesto v plugu, saj so železni lemeži omogočali oranje v večjo globino in v težji, zbiti zemlji. Konstrukcijske izboljšave pluga so v teh stoletjih napredovale zelo počasi. Obračalni plug pa se je pojavil šele v 11. stoletju, tako da je bilo obračanje ruše odvisno predvsem od moči rok in zapestjih orača, kar je kmetovalce odvrčalo od obdelovanja še neobdelanih področij z zbito in s travo poraslih zemljišč, to je bilo možno šele s pojavom težkega pluga, ki pa je lahko bil konstrukcijsko težji zaradi dodanih koles. Tak plug pa je prišel v splošno rabo šele po letu 600 n. š.. V območji s suhim podnebjem so Rimljani uvajali ekstenzivne namakalne sisteme, pri čemer so za dvigovanje vode uporabljali dve tehnologiji – Arhimedov vijak, ki je v Egiptu še danes v rabi, in lopatasto vodno kolo, ki so ga poganjali z vodo ali pa z vprežno živino.

Stavbarstvo

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1, Poglavlje 3
- [Architecture of ancient Greece - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Roman architecture - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- <http://www.greatbuildings.com/types/styles/roman.html>

Čeprav so številne grške stavbe preživele kot kulturna dediščina in veličasten spomenik civilizacije, ki jih je gradila, pa so z gradbeno tehnološkega stališča manjšega pomena. Grki so prevzeli stebrno formo in nadpražno konstrukcijo, ki so jo v Egiptu uporabljali že stoletja in je izkustveno izpeljana iz starejše tesarske konstrukcije. V glavnem grška gradnja ne predstavlja tehnoloških inovacij.

Rimljani so posnemali grški stil za večino gradenj, ki so bile namenjene svečanim in obrednim namenom, vendar pa so bili v drugih aspektih gradnje pomembni inovatorji gradbene tehnologije. Zelo so razširili rabo žganih zidakov, strešnikov in ploščic, kakor tudi kamna. Razvili so močno cementno vodoodporno malto in raziskali arhitekturne možnosti loka, oboka in kupole. Te tehnike so potem uporabili pri gradnji amfiteatrov, akvaduktov, tunelov, mostov, sten, svetlobnih odprtih in cest.

Ostala področja tehnologije

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1, Poglavje 3; II/2 Poglavje 9

Dosežki grško-rimskega obdobja v proizvodnji, transportu in vojaški tehnologiji niso posebno pomembni. V večini obrtnih področij kot so lončarstvo, steklarstvo, tkanje, usnjarstvo, kovinski nakit so sledili smerem preteklih družb, pri čemer je potrebno poudariti predvsem pomemben razvoj v stilu, kar je predstavljalo pomemben kulturni vpliv v področju celotnega Sredozemlja, zahvaljujoč razširjenim tržnim potem tako po kopnem kot na morju.

Transport

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1, Poglavje 3; II/2 Poglavje 9

Tudi transport je razvojno sledil predhodnikom. Jadrnica se je pojavila kot morsko plovilo s karavelnim trupom in povsem razvitim kljunskim in krmno krmilnim podaljškom gredlja. Grške ladje so bile opremljene s kvadratnim ali pravokotnim jadrom za stranski in hrbtni veter in z eno ali več veslaškimi klopami, da so lahko poganjali ladjo v nasprotnem vetru. Grki so začetniki razvoja dveh vrst specializiranih ladij, vojaških in trgovskih. Vojaške so bile opremljene z ladijskim ovnom na kljunu za prebijanje boka sovražnih ladij. Trgovske ladje so bile povsem odvisne od vetra, saj ni bilo predvidenega prostora za veslače.

Rimljani so prevzeli obe vrsti ladij pri čemer niso dodali opaznih inovacij. Več pozornosti kot morskemu prometu, so posvečali kopenskemu transportu. Zgradili so omembe vredno mrežo skrbno povezanih in dobro grajenih cest, ki so povezovale Rim z bližjimi in bolj oddaljenimi provincami imperija. To so bile strateške ceste po katerih so vojaške legije zelo hitro napredovale na področja kriz, kjer je bila potrebna njihova prisotnost. Ceste so bile namenjene tudi trgovanju, predvsem pa so bile življenjskega pomena za ohranjanje celovitosti ogromnega imperija.

Vojaška tehnologija

Rimska vojaška tehnologija je bila priložnostno inovativna, kot recimo v primeru oblegovalnega katapulta, ki izrablja torzijo in napetost. Toda standardna oprema legionarjev

je bila preprosta in konzervativna, sestavljena iz železne čelade, prsnega oklepa, kratkega meča in sulice z železnim nastavkom. Glede na to, da je večina rimskih nasprotnikov tudi bila opremljena z železnim orožjem, so bili rimski vojaški dosežki predvsem odvisni od organizacije in discipline in ne v tolikšni meri od tehnološke superiornosti.

Zaključek

Viri:

- Zgodovina človeštva II/1, Poglavlje 3: Razvoj znanosti str. 131 in Prvi koraki grške filozofije str. 230
- Zgodovina človeštva II/2, Poglavlje 9: Znanost, str. 88 in Poglavlje 11
- Zgodovina človeštva II/3, Poglavlje 17
- [Thales - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Democritus - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Heraclitus - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Empedocles - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Pitagora - Wikipedija](#)
- [Socrates - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Plato - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Aristotle - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Category:Ancient Greek scientists - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Index of Ancient Greek Scientists](#)
- [Category:Ancient Roman scientists - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Ancient philosophy - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Ob splošnem vtisu o relativno majhnem številu tehnoloških inovacij Stare Grčije in Rima, se moramo zavedati, da smo se v tem spisu omejili na tehnološko tehnično področje in da smo izpustili zgodovinski kontekst tega obdobja, ki pa je bil izjemno bogat in tudi pretresljiv. Izpustili smo eno od ključnih tehnologij tega časa, ki sicer ni tehnične narave, vendar pa je povsem opredelila znanstveni in umetniški razvoj za vse čase, vsaj kar zadeva poznejši evropski prostor, oziroma to, kar danes imenujemo zahodna oziroma evropska znanost in kultura. Grki so nam dali tehnologijo, ki ji pravimo metoda znanstvena mišljenja. Stara Grčija je zibelka evropske znanosti in kulture. Ni slučaj, da je osnova skoraj vse znanstvene terminologije, ki jo danes poznamo v klasični grščini in latinščini.

Začetek evropskega filozofskega mišljenja in s tem tudi znanosti je povezan z prvim filozofom, astronomom in matematikom Talesom iz Mileta, ki je živel 600 let p. n. š.. V zgodovini filozofije to obdobje imenujemo Miletska naravoslovna šola, saj so njeni predstavniki s Talesom na čelu iskali in postavljali naravna počela oziroma izvor vsega. Z njim se je začelo ne mitološko razumevanje in pojasnjevanje narave. In to počne znanost tudi še danes.

Omenimo samo nekatere velike filozofe Stare Grčije. Nikakor ne moremo mimo Demokritove koncepcije atoma in njegove predpostavke o cepitvi atoma. Tu je tudi Heraklit, ki je stal na dialektičnem principu večne premene izražene v stavku »Panta rei – Vse teče« in na tem utemeljene paradigme, da ne moremo dvakrat stopiti v isto reko. Omeniti moramo očeta in utemeljitelja štirih elementov Empedokla; Pitagore, ki ga poznamo predvsem po njegovem matematičnem izreku. Veliki Sokrat, Platonov učitelj, ki je postavil temelje evropske etike in hkrati velja, zaradi svojih stališč, za prvega dokumentirano usmrčenega filozofa. Ne moremo

mimo Platona, katerega opus filozofskih dialogov je ogromen. V svojem spisu Država je postavil tezo, da je demokracija izvorno mesto korupcije in da bi države morali voditi filozofi, ker vedo kaj je najvišje dobro. In seveda veliki logik in sistematik filozofije ter znanosti, učitelj Aleksandra Velikega – Aristotel. Prvi je sistematiziral do takratno znanje in s tem postavil temelje razvoja poznejših znanosti. Filozofija je mati vseh znanosti, vse izvirajo iz nje in vse se v svoji refleksiji morajo vračati k njej.

Od srednjega veka do 1750

Srednjeveški premik (500 – 1500)

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavje 1
- [Middle Ages - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Medieval technology - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Tisočletje med padcem Zahodnega rimskega imperija v 5. stoletju in začetkom kolonialne širitve zahodne Evrope v poznem 15. stoletju je bilo tradicionalno prepoznano kot Srednji vek, in prvih pet stoletij tega obdobja velja za »mračni vek«. Zdaj vemo, da to obdobje ni bilo v takšnem družbenem zastoju kot ga sugerira ime. Kot prvo, veliko institucij iz obdobja poznega imperija je preživelo njegov padec in je globoko vplivalo na formiranje nove civilizacije, ki se je razvijala v zahodni Evropi. Katoliška cerkev je zelo opazna institucija te vrste, toda koncept rimskega prava in uprava sta tudi ostala vplivna še dolgo po odhodu rimskih legij iz zahodnih provinc. Še danes na pravnih fakultetah Evrope učijo temelj pravnih norm pod predmetnim naslovom Rimsko pravo. Drugo, vendar vplivnejše dejstvo pa so predstavljala Tevtonska (Germani) plemena, ki so vstopila v velik del Zahodne Evrope in seveda niso prišla praznih rok, nasprotno, v posameznih vidikih je bila njihova tehnologija boljša od rimske.

To so bili ljudje Železne dobe, in čeprav je o izvoru težkega pluga veliko nejasnosti, pa vse kaže, da so bila ta plemena prva, ki so imela dovolj močan železni lemež, ki je omogočal to, česar niso zmogli predhodniki – obdelavo težke, zbite zemlje, kar je bil pogoj za sistematično poselitev pogozdenih nižin severne in zahodne Evrope.

Zavojevalci so bili kolonizatorji. Romanizirani prebivalci takratne zahodne Evrope so jih imeli za »barbare«, ki so jim razumljivo zamerili njihovo vsiljevanje saj so njihovi vdori zagotovo imeli za posledico prekinitev normalnega toka trgovine, proizvodnje in življenja v mestih. Toda prišleki so priskrbeli tudi nekaj inovativnosti in vitalnosti. Sledilo je dolgo obdobje vojaških vdorov iz vzhoda. Okoli leta 1000 je bila vzpostavljena potrebna politična stabilnost za ponovni razmah trgovine in urbanega življenja, ki je bila zagotovljena z uspešnostjo kraljestev regije pri obrambi pred zavojevalci iz Vzhoda, pri čemer so jih veliko sprejeli medse, ostale pa držali na zunanjih mejah svojih regij. In potem je naslednjih 500 let v Evropi rasla nova civilizacija, ki se je poskušala na vseh področjih človeškega prizadevanja. Velik del tega procesa je predstavljalo poskuse razkrivanja znanja in dosežkov starega sveta. Tako je zgodovina srednjeveške tehnologije v veliki meri zgodba o ohranjanju, ponovni oživitvi in modifikaciji predhodnih dosežkov. Toda proti koncu tega obdobja, v prehodu v Renesanso, je zahodna civilizacija ustvarila nekatere opazne tehnološke inovacije, ki so bile velikega pomena za nadaljnji razvoj.

Inovacija

Viri:

- [Innovation - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Beseda inovacija vzpostavlja zelo pomemben problem v zgodovini tehnologije. Rečeno dosledno, je inovacija nekaj povsem novega, vendar pa ne obstaja nekaj takšnega kot je inovacija brez predhodnih stopenj v razvoju, saj ni možno, da bi iznajditelj živel v vakuumu in ne glede na to, kako domiselno je njegovo odkritje, je izraslo iz njegovih prejšnjih izkušenj in vedenj. Naloga razlikovanja elementa novosti od odkritja ostaja kot problem patentnega zakona tudi danes, vendar pa je problem manjši od kar v mnogih državah obstajajo popolne dokumentacije prejšnjih odkritij. Za obdobje Srednjega veka takšno dokumentiranje ni bilo značilno in tako je občasno zelo težko pojasniti kako in kje so posamezne inovacije v zahodni Evropi nastale. Problem je še posebej zapleten, ker vemo, da so bile mnoge inovacije tega obdobja razvite neodvisno in nekatere tudi veliko prej, v drugih civilizacijah. Tako, da je včasih nemogoče vedeti ali gre za spontano inovacijo ali pa za inovacijo, ki je bila prenesena po do sedaj neraziskani poti s strani tistih, ki so jo razvili v drugih ali predhodnih družbah.

Problem je pomemben zato, ker ustvarja konflikt različnih interpretacij o prenosu tehnologije. Na eni strani je teorija difuzionistov, ki stojijo na stališču, da so se vse inovacije selile zahodno od civilizacij starega sveta, z Mezopotamijo in Egiptom kot dvema glavnima kandidatom prvobitnih virov tega procesa. Na drugi strani pa je teorija spontanosti inovacij, v skladu s katero so osnovna izhodišča tehnoloških inovacij družbene potrebe. Še prav posebej pa je ta problem nerešljiv v zvezi s srednjeveškimi tehnološkimi napredki, saj za presojo primanjkuje veliko podatkov. Vendar vse kaže, da so se nekatera ključna odkritja tega obdobja – dobra primera sta vetrni mlin in smodnik - razvila spontano. Je pa gotovo, da so nekatere druge tehnologije, kot svilarstvo, bile posredovane zahodu iz vzhoda. In ne glede na to kako izvoren je prispevek evropske civilizacije v tehnoloških inovacijah, je upravičena domneva, da se je vsaj v svojih prvih stoletjih za ideje in navdih spogledovala z vzhodom.

Bizanc

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavje 3
- [Byzantium - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Byzantine Empire - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Constantine I - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Edict_of_Milan

Neposreden vzhodni sosed nove civilizacije srednjeveške Evrope je bil Bizanc, preživel branik Rimskega imperija s sedežem v Konstantinoplu, ki je obstal še 1000 let po padcu Zahodnega rimskega cesarstva. Cesar Konstantin I, po katerem je mesto dobilo ime, je leta 313 z Milanskim ediktom legaliziral krščanstvo in velja za prvega krščanskega Rimskega cesarstva. Tam sta se ohranjali filozofija, književnost in sploh tradicije Helenistične civilizacije, ki je zahvaljujoč beneškim in drugim trgovcem ter mecenom omogočala dostop, do sicer za zahodno Evropo izgubljenega izročila. Tehnološki prispevek samega Bizanca je bil najverjetneje majhen, vendar pa je bil ključen za posredovanje med zahodom in bolj oddaljenimi civilizacijami, kot so bili islamski svet, Indija in Kitajska. Lahko rečemo, da je bila tehnologija, ki jo je razvil Bizanc, medkulturno posredovanje.

Islam

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavje 2, 3 in 5

- http://nostalgia.wikipedia.org/wiki/Hellenic_civilization
- [Inventions in the Muslim world - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Islamski svet je postal civilizacija z veliko ekspanzivno energijo v 7. stoletju, ko je vzpostavil in vsilil religiozno in kulturno enotnost v velikem delu jugovzhodne Azije in severne Afrike. S stališča širjenja tehnologije, leži pomembnost Islama po eni strani v arabski asimilaciji znanstvenih in tehnoloških dosežkov Helenske civilizacije, ki so jim dodali opazen prispevek; in po drugi, v prenosu tega znanja evropskemu prostoru preko Mavrov v Španiji, Arabcev na Siciliji in Sveti deželi in s trgovskimi stiki s Srednjim vzhodom in severno Afriko.

Indija

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavje 2, 4 in 5
- [Science and technology in ancient India - Wikipedia, the free ...](#)
- [Philosophy, Science and Technology in India](#)

Islam je predstavljal tudi nosilca prenosa tehnologije iz vzhodne in južne Azije, še posebej iz Indije in Kitajske. Stare hindujske in budistične kulture indijskega podceline so zelo zgodaj vzpostavile trgovske stike z Evropo prav preko arabskega sveta. Pod močan islamski vpliv pa je Indija prišla v 16. stoletju po zasedbi Mughalskega imperija (1674 – 1818). Indijski rokodelci so zelo zgodaj osvojili tehnike železarstva in so bili izjemno cenjeni po svojih kovinskih izdelkih in tekstilnih tehnikah.

Kitajska

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavje 5
- Zgodovina človeštva, III/2, Poglavje 12
- http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_science_and_technology_in_China
- [No. 120: Su-Sung's Clock](#)
- [Su Song - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Marco Polo - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Dynasties in Chinese history - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Razcvet kitajske civilizacije kontinuirano poteka od približno 2100 p. n. š., ko je nastopila prava zgodovinska dinastija Xia. Od vsega začetka je bila to civilizacija, ki je visoko cenila tehnološke dosežke in sposobnosti hidravličnega inženirstva, saj je njihovo preživetje bilo odvisno, tako kot v Mezopotamiji in Egiptu, od blagodejnega, vendar tudi uničujočega poplavljanja Rumene reke (Huang Ho). Tudi druge tehnologije so se razvile izjemno zgodaj, vključujoč litje železa (600 p.n.š.), izdelavo porcelana, medenine, bronca, denarja in papirja.

V času kontinuiranih nasledstev ene dinastije za drugo v dolgi zgodovini, je sčasoma kitajska civilizacija prišla pod dominacijo birokratske dvorne elite mandarinov, ki so sicer predstavljali kontinuiteto in stabilnost kitajskega družbenega življenja, hkrati pa so predstavljali konservativen odnos do inventivnosti in inovacij. Vpeljave novih tehnik niso dovoljevali vse tako dolgo, dokler te niso predstavljala jasne koristi za birokracijo. Takšna inovacijo je predstavljal Su Songov razvoj z vodnim mlinom gnane mehanske ure iz leta 1088.

Povezave med Kitajsko in Evropo so bile redke vse do 1271 leta začetega potovanja Marca Pola, ki je Evropo opozorilo na superiornost Kitajske tehnologije in s tem pospešilo živahen prenos kitajskih tehnologij v Evropo. Evropsko znanje o svili, magnetnem kompasu, izdelovanju papirja in porcelana izvira iz Kitajske.

Nenazadnje, Evropejci so občudovali kitajski porcelan, ki je bil uvožen iz Kitajske več stoletij, preden so bili sposobni proizvesti nekaj, kar bi mu bilo podobno. Porcelan in pridobivanje svile sta bili najbolj varovani kitajski tehnologiji. Mandarini so storili zelo malo za vzpodbudo inovacijam in trgovskim stikom z zunanjim svetom. Takšno zapiranje za svoje meje je imelo za posledico izostanek pojava mednarodnih trgovcev, ki so sicer v Evropi predstavljali tisti razred, ki je promoviral izdelke in industrijo. Posledica tega je bil kitajski tehnološki zaostanek za Evropo, vse do 20. stoletja, ko je prišlo do revolucionarnih družbenih sprememb, ki so vzpostavile družbeno zavest o pomembnosti tehnološko-ekonomskega razvoja družbe v sodobnem času.

Ne glede na sprejetje mnogih vzhodnih tehnologij, pa je Evropa med leti 500 in 1500 bila prisiljena reševati večino svojih problemov z lastnimi pobudami. S tem je spremenila agrarno družbo in njeno ekonomijo v dinamično družbo z rastočo produktivnostjo z vzdrževanjem trgovine, proizvodnje in mestnega življenja s stabilno rastjo. To je bil v prvi vrsti tehnološki dosežek.

Energetski viri

Viri:

- [Norse Mill and Forge Pan](#)
- [Shawbost Norse Mill and Kiln Feature Page on Undiscovered Scotland](#)
- [NMRS Collection Details](#)
- [Post mill - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Windmill Types](#)
- [Tower mill - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Polder - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Dosežki tega časa na tem področju predstavljajo revolucijo v energetskih virih. Glede na to, da ni bilo več masovno razpoložljive suženjske delovne sile je v Srednjem veku primanjkovalo delovne sile in to je vzpodbudilo iskanje alternativnih delovnih virov ter vpeljavo mehanizmov in tehnik, ki so to lahko nadomestili. Prvo sredstvo te energetske revolucije je bil konj. Z odkritjem podkve, komata in stremena v »mračnih stoletjih« Srednjega veka, se je konj spremenil iz obrobne vprežne živali, ki je bila uporabna le za lažje naloge, v mnogostranski vir energije v miru in vojni. Ko je bilo možno konja, zahvaljujoč komatu, zapreči za težki plug, je postal bolj učinkovita vprežna žival kot je lahko vol. Streme je postavilo konjenika v prvenstveni položaj v srednjeveškem bojevanju in s tem vpeljalo kompleksne socialne spremembe za oskrbovanje vitezov, njihove oborožitve ter konj in to v družbi, ki je v povprečju bila blizu eksistenčnega roba.

Še bolj pomemben uspeh srednjeveške tehnologije pa je predstavljala izraba vodne energije in vetra. Rimljani so bili v svojem poznem obdobju pionirji uporabe vodne energije in najverjetneje so nekatere njihove tehnike preživele zob časa. Vrsta mlina, ki se je najprej razvijala na severu Evrope, je bil Norsov mlin. V južno evropski inačici pa je poznan kot grški mlin. Konstrukcijsko ta mlin predstavlja horizontalno vodno kolo, ki neposredno

poganja par mlinskih kamnov brez uporabe zobatega kolesa. Pozneje so se pojavili tudi mlini z vertikalnim vodnim kolesom. Uporaba mlinov pa ni bila omejena zgolj na mletje žita, ampak se je njihova namembnost v nadaljnjih stoletjih zelo razširila na: polstenje sukna, rezanje lesa in stiskanja oljnih semen. Vse večja potreba po mlinski tehnologiji je imela za posledico nastanek specializiranih tesarjev za to področje, ki so postopoma standardizirali izdelavo in razvijali konstrukcijske izboljšave.

Za izrabo energije vetra je bilo jadro uporabljano že ob nastanku civilizacij in nemara še prej, toda mlin na veter je bil v Evropi neznana tehnologija vse do konca 12. stoletja. Trenutne evidence kažejo na to, da je bil nastanek vetrnega mlina v Evropi spontan, glede na to, da pa ima ta tehnologija starejše predhodnike v Perziji in na Kitajskem, ostaja to vprašanje o spontanosti nastanka v Evropi odprto. Razpoložljive energije vetra je manj kot vodne, vendar pa je tam, kjer vode pomankuje zanimiv nadomestek. Takšne pogoje najdemo na sušnih področjih, kjer je zelo malo površinske vode in tudi v nizko ležečih področjih, kjer so reke zelo mirne. Zato se je ta tehnologija razvijala v Španiji, na področju travnatega gričevja v Angliji in v močvirskih in polderskih (morju iztrgana zemlja) območjih Nizozemske.

Prvi široko sprejet tip mlina na veter je bil stebni mlin za katerega je značilno, da je celotno ohišje mlina obešeno na steber na katerem se lahko po potrebi obrača, tako da so lahko jadra vedno usmerjena v veter. V 15. stoletju pa so razvili in sprejeli tudi konstrukcijski tip, ki se imenuje stolpni mlin, in za katerega je značilno, da je ohišje fiksno le da se po vetru obrašča kapa mlina na katero so pritrjena jadra. Tako vodni kot tudi vetrni mlini niso predstavljali le naprav, ki so zagotavljale večjo mehansko moč, ampak so prinašali tudi večjo mehansko znanje in domiselnost, ki so jo uporabili tudi pri konstruiranju ur in drugih naprav.

Kmetijstvo in obrt

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavje 5
- [Agriculture](#)
- [Medieval Farm Tools](#)
- [Medieval Society](#)
- [medieval artisan](#)
- [Georg Agricola - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Georgius Agricola \(1494-1555\)](#)

Z razpoložljivimi novimi energetskimi viri je srednjeveška Evropa bila sposobna zelo povečati produktivnost. To je zelo opazno v kmetijstvu, kjer sta zamenjava vola z lažje vodljivim in hitrejšim konjem, ter uvajanje novih kultur prinesla opazno izboljšanje kvalitete in raznolikosti hrane ter s tem posledično splošno izboljšanje prehrane.

To je bilo opazno tudi v razvijajočih se proizvodnjah tega časa, še posebej v proizvodnji volnenega sukna, kjer je bil vpeljan kolovrat kot delno mehaniziran postopek delovnega procesa, To je imelo globok vpliv glede lociranja industrije v Angliji v zadnjih stoletjih Srednjega veka. Podoben princip je bil sprejet v papirni industriji, namreč cunje iz katerih so pridobivali papir so zdrobili v prah s kladivi, ki so jih uporabljali pri polstenju sukna.

Med tem je v rastočih mestih cvetela tradicionalna obrt, saj so bila mesta tržišče za izdelke vrvarjev, sodarjev, usnarjev in kovinarjev (zlatarjev, srebrarjev in pasarjev), če omenimo samo nekatere med pomembnejšimi. Nove obrti, kot recimo izdelovanje mila, so se razvile v

mestih. Za tehniko izdelovanja mila se zdi, da je bila germanska iznajdba iz obdobja »mračnega veka«, saj je bila ta tehnologija neznana v starih civilizacijah. Preden je milo postalo priljubljeno za osebno higieno je bilo dragocena industrijska dobrina za izpiranje tekstilnih materialov. Proizvodnja mila predstavlja prvi industrijski proces pri katerem se je pojavila obsežna raba premoga. Razvoj premogovne industrije v severni Evropi predstavlja še eno pomembno srednjeveško inovacijo. Nobena od predhodnih civilizacij ni poznala sistematičnega pristopa k izkoriščanju premoga. Rudarske tehnologije in tehnike pa se niso bistveno razvijale vse tako dolgo, dokler je bil premog dosegljiv blizu površine zemlje. Ko pa je iskanje prodiralo globoko v zemeljske plasti, pa je ta proizvodnja prevzela metode, ki so se v tistem času pojavile v rudarstvu kovinskih rud v severni in centralni Evropi. Nastanek, razvoj in razširjenost rudarstva je zabeležil Georgius Agricola v svoji knjigi De re metalica, ki je izšla 1556 leta.

Ta obsežna in bogato ilustrirana knjiga prikazuje tehnike kopanja jaškov, črpanja (s samotajnim mlinom, živalsko silo in vodno silo) in prevoza rude iz rudnika s tovornimi vozički, ki so napovedovali razvoj železniških tirov. Nemogoče je natančno datirati pojav teh tehnik, toda dejstvo, da so bile v času, ko je Agricola pisal svojo knjigo že dognane, kaže na to, da so takrat imele že dolgo tradicijo.

Arhitektura

Viri:

- Zgodovina človeštva, II/1, Poglavlje 5
- Zgodovina človeštva, III/2, Poglavlje 14
- [Medieval Architecture](#)
- [Romanesque architecture - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [TRANSROMANICA - The Romanesque Routes of European Heritage](#)
- [Gothic architecture - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Hart 205: Gothic & Romanesque Architecture](#)
- [Krakow | Cracow | www.krakow4u.pl | Guide to Krakow](#)
- [Welcome to the Czech Republic - Bezděz](#)
- [History of Gothic Architecture : Basilique, Saint-Denis No.1](#)
- [SHAFE - Gothic Architecture I](#)
- [Vitraj - Wikipedija](#)
- [Flying buttress - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Relativno malo zgradb je ostalo iz »mračnih stoletij«, toda pozna stoletja Srednjega veka predstavljajo veliko obdobje gradbeništva. Romanska in gotška arhitektura predstavljata izjemne estetske dosežke in posebjata opazne tehnološke inovacije. Arhitekti-inženirji, ki so preučevali klasične gradbene tehnike, so pokazali pripravljenost odstopiti od svojih vzorov in zasnovati stil, ki je bil razpoznavno njihov. Njihove rešitve problemov konstrukcije velikih zgradb z ohranjanjem kar največ naravne svetlobe so bili križni rebrni obok, lokasti oporniki in veliki okenski paneli. Paneli so predstavljali novo arhitekturno površino za novo steklarsko obrt z uporabo barvnih stekel. Z barvnimi vitraji so ustvarjali vzvišeno sakralno vzdušje.

Vojaška tehnologija

Viri:

- Zgodovina človeštva, III/1, Poglavlje 5

- [Motte-and-bailey - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Motte and Bailey Castles](#)
- [Motte and Bailey Castles - The first type of Castles](#)
- [Blast furnace - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

V tem času smo tudi priča razvoju gradov iz utrdb Anglo–saxonskega tipa, ki predstavlja gradnjo na visokem zemeljskem nasipu s stolpom iz brunaric in dvoriščem, ki ga je obkrožalo obzidje nasipane zemlje. Gradovi so proti koncu srednjega veka postali anahronizem, saj je prišlo do razvoja artilerije. Ta inovacija je bila odvisna od odkritja smodnika in tehnologije vlivanja kovin, še posebno železa. Smodnik se je v zahodni Evropi pojavil v sredini 13. stoletja, čeprav je bila njegova formula znana na Daljnem vzhodu že zelo veliko časa pred tem. Sestavlja jo mešanica ogljika, žvepla in solitra. Konsolidacija teh sestavin v eksplozivni prah je postala standardizirana v precej hazardni proizvodnji ob koncu Srednjega veka.

Prvi učinkovit top je bil narejen iz spetih palic kovnega železa in ne glede na to, da so bile cevi za posebne namene še vedno narejene na ta način, pa se je uveljavilo litje cevi v bronu. Ne glede na to, da je bila tehnika litja bronu znana že nekaj tisoč let, je litje topa predstavljalo velik problem zaradi velikosti in zanesljivosti. Najverjetneje pa so se kovači bronu zgledovali po tehnikah, ki so jih izumili livarji cerkvenih zvonov, saj litje velikih zvonov predstavlja podoben problem: segrevanje velike količine kovine in njenega vlivanja v primeren kalup. Ker je bilo pridobivanje velikih količin bronu drago, je morala masovna uporaba topov počakati na izboljšanje tehnologije pridobivanja litega železa.

Sicer pa velja lito železo za veliko metalurško inovacijo Srednjega veka. Vedeti moramo, da od začetka Železne dobe pa vse do izteka Srednjega veka železova ruda topljena v razpoložljivih talilnih pečeh nikoli ni bila povsem pretvorjena v tekoče stanje. Razvoj plavža v 15. stoletju je omogočil taljenje, tako, da je bilo možno vlivanje stopljene kovine neposredno v pripravljene modele. Pojav plavža je bil rezultat stalnih poskusov povečanja velikosti pridobljene grude stopljenega železa. Večja velikost pa zahteva zagotavljanje stalnega dotoka zraka iz mehov, ki so bili gnani z vodnim kolesom. Ta kombinacija je povečala notranjo temperaturo peči tako, da se je železo lahko stopilo. Na kolut strjenega železa, ki je po tem taljenju ostal na dnu peči so najprej proizvajalci železa gledali kot na neželjeno stvar. Imel je namreč lastnosti, ki so bile povsem drugačne od kovnega železa. Kolut je bil kristalen in drobljiv ter zato povsem neuporaben v tradicionalni kovačnici. Toda hitro so ugotovili, da je možno to novo železo liti in ga spremeniti v dobiček, delno tudi pri izdelavi topov.

Transport

Viri:

- [Compass - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Srednjeveška tehnologija je zelo malo prispevala k razvoju kopenskega prometa, čeprav je bilo nekaj eksperimentov pri gradnji mostov in kanalov, kjer so v 12. stoletju uporabljali vodne zapornice. Ceste, če so sploh obstajale, so bile neurejene, vozila so bila okorna. Romarji so potovali peš ali pa na konju, kar je bila pravzaprav najboljša oblika potovanja v tistih časih.

Drugačna pa je zgodba glede pomorskega prometa. Tu je prišlo do odločilnega tehnološkega dosežka. Prisotna so bila kolebanja glede odločitve med izrabo kombinacije energije vetra in človeških mišic ali samo vetra. Prevladalo je slednje. Pri tem je bila pomembna odločitev za kombinacijo dveh vrst jader, modificiranega kvadratnega jadra še iz egipčanskih in rimskih časov in trikotnega jadra, ki so ga razvili arabski pomorščaki. To je omogočalo jadranje v vseh pogojih. Nič manj pa ni bila pomembna uvedba krmne grodnice, ki je bistveno izboljšala natančnost pri manevriranju ladje. To je imelo za posledico gradnjo večjih ladij. V trinajstem stoletju, poznan pa je bil najverjetneje že v 12. stoletju, pa so v rabo vpeljali tudi magnetni kompas, kar je omogočalo kontrolo plovbe na odprtem morju v vsakem vremenu. V uporabi je bil tudi že astrolabij, s katerim so merili kot sonca ali zvezde nad horizontom. Uporabljali so tudi že navigacijske karte z opisom pristanišč in pomorskih poti. Vse to je vlivalo zaupanje do pomorske plovbe in je predstavljalo osnovo za raziskovalna pomorska potovanja, ki so postala proti koncu Srednjega veka vse pogostejša. V bistvu so napovedovala širjenje Evrope in njenega vpliva. Začelo se je evropsko kolonialno obdobje.

Komunikacije

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavje 15
- [Clock - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Woodblock printing - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Printing - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Johannes Gutenberg - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [The Gutenberg Galaxy - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Paper Online](#)

V vseh pogledih in področjih je velika razlika med obdobjema pred in po letu 1000. Tako je tudi veliko manj zapisov in razpoložljivih dokumentov povezanih z zgodnjim Srednjim vekom. Delno so za visoki, predvsem pa za pozni Srednji vek značilni relativno veliki napredki tudi na področju komunikacij. Srednjeveški interes za mehanske iznajdbe dobro ilustrira razvoj mehanske ure in izjemen primer takšne vrste iz leta 1386 je v katedrali v Salisburyju v Angliji. Urna vzmet pa se je pojavila v 15. stoletju, kar pa že predstavlja obdobje, ki mu pravimo Renesansa. Ob tem, da se je v razvoju urnih mehanizmov kazal velik srednjeveški interes za mehaniko, pa je pomembno še neko drugo dejstvo, namreč, da je to kazalo na spremembo v razumevanju časa, ki je postopoma postajal pomembna ekonomska kategorija.

Seveda pa v 15. stoletje spada eno najpomembnejših odkritij – tisk na gibljivi kovinski plošči – kar pripisujejo Johannesu Gutenbergu iz Mainza. V sociološki literaturi ta dogodek figurativno označujejo kot začetek Gutenbergove galaksije. Seveda je ta tisk nastal iz izkušenj z ročnim tiskanjem in razvojem tipiziranih črk in izdelave črnila.

Tisk je seveda postavljaj resne zahteve industriji papirja. Papir je bil v Evropi poznan že od 12. stoletja, vendar se je tehnologija razvijala zelo počasi vse do odkritja tiskanja in vse večje priljubljenosti tiskane besede. Zato je razvoj potekal zelo hitro in tiskana beseda je postala ključen medij politične, družbene, religiozne in znanstvene komunikacije. Tako je bilo že leta 1500 v štirinajstih evropskih državah natiskanih 40,000 izdaj. Pri čemer sta dve tretjini pripadali Italiji in Nemčiji.

Zaključek

Viri.

- [University - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Scientific Revolution - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Johannes Kepler - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nikolaj Kopernik - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Nicolaus Copernicus - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Giordano Bruno - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Galileo Galilei - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [René Descartes - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Intelektualna radovednost je vodila v ustanovitev prvih univerz v 11. stoletju, posvetila se je obnovitvi vedenja starih, res je tudi, da je zaradi močnega vpliva Rimskokatoliške cerkve bilo veliko omejitev in tudi veliko modrosti izgubljene vse do časov Renesanse, torej do 15. stoletja. Še posebej se je to odražalo v filozofiji, kjer je za edino pravo avtoriteto veljal Aristotel, saj je z njegovimi filozofskimi kategorijami bilo najlažje dokazovati nekatere temeljne dogme katoliške cerkve, kot je recimo mistična troedinost boga. Ta filozofska duhovna klima se je vlekla še dolgo v stoletja po koncu Srednjega veka. Vendar pa je renesančna znanost v podobi velikih filozof in fizikov svojega časa, Kopernika, Keplerja, Galileja, Giordana Bruna in pozneje v osebi Reneja Descartesa, ki je postavljala nove metodološke temelje sodobne znanosti, postopoma lomila trd in v miselnost ljudi zakoreninjen oreh katoliške patristike in filozofske dogmatike. Zato to obdobje opredeljujemo tudi kot čas Znanstvene revolucije.

Ne glede na to pa je potrebno poudariti, da je človeštvo v tem času doseglo pomembne tehnološke premike, tudi zaradi poguma in znanstveno praktične radovednosti glede preteklih tehnologij in razvijanja novih tehnologij. V splošno rabo je prešla izraba vodne energije, napredek je bil dosežen glede izrabe energije vetra na kopnem in morju, dopolnjen je bil razvoj mnogih kmetijskih orodij, vzgoja številnih novih kmetijskih kultur ni prinesla le kvalitetnejše prehrane, ampak je recimo z gojenjem ovs, ki je pred tem veljal za plevel, odločno vplivala na povečanje konjereje, ključne za družbeno strukturiranje. V prehranjevalni verigi sta se pojavila tudi ječmen in rž. Severna Evropa je, kar zadeva kmetijstvo, bila prisiljena in tudi sposobna povsem spremeniti podedovano mediteransko kmetijsko tehnologijo, ki nikakor ni bila uporabna za klimatske in geološke pogoje severne Evrope, pravzaprav smo bili priča pravi Kmetijski revoluciji, ki je imela za posledico tudi ugodno rast populacije. Odkrita sta bila mehanska ura in smodnik, priča smo bili pomembnemu napredku v tehnologiji železa in nenazadnje, pojavil se je tisk.

Ta čas veliko dolguje, čeprav tega ne priznavamo radi, alkimistom, ki so sicer iskali kamen modrosti in metodo pretvorbe vsega v zlato, pri tem pa so seveda širili znanje o kemični sestavi tega sveta in s tem posredno koristili tako papirni industriji, razvoju črnila in tiskarskih barv ter seveda metalurgiji, ki je v tem času naredila pomemben razvojni premik do tehnologije litega železa. Danes bi rekli, da so bili laboratorijski raziskovalci, saj so s svojim delom razvijali tudi nove metode raziskovanja. To so seveda vse dosežki, ki niso možni v statični družbi. Tehnološka inventivnost je bila vzrok in posledica dinamičnega razvoja.

Ni naključje, da so se tehnološki dosežki pojavili in imeli za kontekst evropsko družbo, ki je kot že rečeno, bila v populacijskem in produktivnem vzponu, ki je vzpodbujala proizvodne in

trgovske aktivnosti, se manifestirala skozi življenje v mestih in kulturnih dejavnostih. Srednjeveška tehnologija v bistvu zrcali želje in potrebe nove dinamične civilizacije.

Pojav zahodne tehnologije (1500 – 1750)

Rojstvo moderne znanosti

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavje 13, 14, 15 in 16
- [Martin Luther - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Protestantism - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Zgodovina tehnologije Srednjega veka nam razgrinja svoj počasen vendar močan razvoj. V obdobju, ki je sledilo se je tempo sprememb opazno povečal in je povezan z globokim družbenim, političnim, religioznim in intelektualnim razvojem Evrope.

Pojav nacionalnih držav, ločitev znotraj Rimskokatoliške cerkve s pojavom Protestantskih reformatorjev, Renesansa in njena spremljevalka znanstvena revolucija, prekomorsko širjenje Evropskih držav, vse to je imelo vpliv na razvoj tehnologije. To geografsko širjenje je bilo možno šele po napredku v pomorski tehnologiji. Preobrazba raziskovalnih potovanj v kolonialni imperializem je bila omogočena z novim ognjenim orožjem. Kombinacija lahkih, vodljivih ladij z ognjenim železnim topovskim orožjem je evropskim avanturistom dala odločno prednost, ki je bila podprta še z drugimi tehnološkimi pridobitvami.

Sama po sebi Reformacija nima velikega pomena za zgodovino tehnologije, vendar pa lahko govorimo o vzajemnosti delovanja, pri čemer je opazen protestantski duh vrednot. Tiskalni stroj je pomembno prispeval k verskemu prevratu, medtem ko je intelektualno vretje povzročeno z Reformacijo imelo kot rezultat rigorozno obrambo profesionalnega, strokovnega značaja dela in je s tem stimuliral proizvodne in komercialne aktivnosti ter tehnološke inovacije. Gre za spremenjen odnos do dela in profesionalnosti, ki je zamenjala avtoritarni karakter dogmatsko utemeljenih stališč Rimskokatoliške Cerkve. Preprosto ni naključje, da je bilo zelo veliko iznajditeljev in znanstvenikov tistega časa prav iz protestantskih vrst.

Renesansa

Viri:

- [Renaissance - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Galen - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Leonardo da Vinci - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Tehnološka vsebina Renesanse je očitnejša kot reformacijska. Govorimo o času, ki ga predstavljata 14. in 15. stoletje. V splošnem velja, da je za renesanso ključen obrat k iskanju starega znanja. To pa je seveda le delno res. Ne smemo pozabiti, da je Evropa doživela dve renesansi in sicer govorimo tudi o renesansi 12. stoletja, ki je bila za oživljanje antike morda celo pomembnejša.

Pred letom 1300 je bila raven krščanskih znanstvenih in tehničnih dosežkov skoraj v vseh pogledih nižja, kakor pa je bila pri velikih civilizacijah na Kitajskem, v Indiji in islamskem svetu, kjer je znanost cvetela v času evropskih »mračnih stoletij«. Zasluga renesanse 12. stoletja so prevodi Aristotelovih spisov o logiki, splošni znanosti in metafiziki. Za razbijanje predsodkov in sprostitev povodca duhovniške avtoritete pa je bil pomemben tudi prevod Galenovih medicinskih del. Vse to je predstavljalo vdor grškega racionalizma v splošno dogmatsko klimo takratne krščanske Evrope. Ne gre pozabiti, da je ključno vlog pri prenosu tega znanja imel prav islamski kulturni prostor.

Sam pojem »renesansa« pa je precej izmuzljiv in ga je zato potrebno posebej obravnavati v širšem kontekstu časa med 12. in 17. stoletjem. Prav zato se bom temu obdobju, v katerem štirinajsto in petnajsto stoletje, predstavljata obdobje znanstvene revolucije in šestnajstemu in sedemnajstemu stoletju, ki predstavljata rojstvo novoveške znanosti, posvetil s posebno pozornostjo v predavanjih.

Tako, da glede na to, da so učenjaki Srednjega veka že dosegli obnovitev oziroma ponovno rojstvo pisne zapuščine grške antike, pa Renesansa za razliko od zgolj oživljanja zapuščine, predstavlja točko tranzicije v kritično mišljenje in ozaveščeno dinamično in napredno raziskovalno znanstveno držo, ki jo najbolje ponazarja rojevanje moderne fizike, ki je to lahko postala šele, ko so eden za drugim padali postulati Aristotelove fizike. Renesansa je v bistvu pripravila padec antičnih znanstvenih avtoritet. Če je v fiziki to padlo avtoriteto predstavljal Aristotel, jo je v astronomiji Ptolomej in v medicini Galen.

To znanstveno raziskovalno naravnost v tistem času posebej genij tistega časa: Leonardo da Vinci. Velik del njegovih raziskovanj, še posebej na inženirski ravni, je bilo njegovim sodobnikom neznanih, kot recimo načrti za podmornice, letala in helikopterje. Seveda zgodnje šestnajsto stoletje še ni bilo pripravljeno za te novosti – preprosto še za to ni bilo specifičnih družbenih potreb, na voljo pa tudi ni bilo potrebnih virov za njihov razvoj.

Za renesančnega človeka je fizika prenehala biti predmet izključno duhovne spekulacije, ampak sta postala eksperiment in opazovanje merilo potrditve teoretičnih zamisli in predpostavk, torej ključna modela razlage narave in človeka. Nastajalo je obdobje v katerem je rasla želja po praktičnih aplikacijah znanstvenega raziskovanja. Tehnologija je pri tem predstavljala servis znanosti s tem, da ji je zagotavljala instrumente potrebne za raziskavo in potrditev hipotez. Galilejev razvoj in uporaba teleskopa za opazovanje nebesnih teles, točneje Jupitrovih lun, je takšen primer povezanosti med inženirstvom, tehnologijo in znanostjo. Vendar pa je to samo eden od primerov. Sicer pa je za to obdobje bolj značilen obraten proces, kjer nastopa znanost kot servis tehnologije in eden od najpomembnejših takšnih primerov so teoretične priprave za odkritje parnega stroja.

Parni stroj

Viri:

- [Robert Boyle - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Otto von Guericke - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Denis Papin - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Thomas Savery - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Thomas Newcomen - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Raziskave številnih znanstvenikov so opremile praktično tehnologijo s potrebno teoretično bazo o parni energiji. V tej smeri so bile pomembne predvsem raziskave Angleža Roberta Boyla (1627 – 1691) - atmosferski pritisk, Nemca Otta von Guerickeja (1602 – 1686) - vakuum in Francoza Denisa Papina (1647 – 1712) - posoda s pritiskom (Papinov lonec).

Presenetljivo malo vemo o načinu, kako sta si to vedenje prisvojila pionirja parnega stroja Thomas Savery (1650 – 1715) in Thomas Newcomen (1663 – 1729), vendar je povsem nepredstavljivo, da tega ne bi poznala. Savery je leta 1698 prijavil patent (No. 356) z naslovom: »Invention for Raiseing and occasioning Motion to all Sorts of Mill Work by Impellment Force of Fire«. Njegova naprava je delovala na osnovi v posodi kondenzirane pare, pri čemer se je ustvaril parcialni vakuum, v katerega je dovajal vodo z atmosferskim pritiskom. Vendar zasluge za prvi komercialno uporaben parni stroj, ki je uporabljal bat in valj pripada Thomasu Newcomenu, ki je zgradil svoj prvi stroj leta 1712 v bližini gradu Dudley v Angliji. Newcomenovi stroji so bili zelo robustni ter veliki porabniki goriva, zato so bili zelo neekonomični v področjih, kjer je bil premog drag. Toda v področju britanskih premogovnikov so nudili ključno pomoč pri odvajanju vode iz globokih rudniških rovov. S tem so parni stroji zadovoljevali najbolj pereče funkcionalne probleme britanske proizvodnje 18. stoletja. Ne glede na to, da sta voda in veter ostala kot prevladujoča proizvodna energetska vira, pa je parni stroj predstavljal ogromen energetski potencial nadaljnjega tehnološkega razvoja.

Metalurgija in rudarstvo

Viri:

- [Metallurgy - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Abraham Darby - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Mining - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Georg Agricola - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Brass - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Elizabeth I of England - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Eden od razlogov povečanega povpraševanja angleških manufaktur po premogu je bila surovinska izčrpanost gozdov in s tem povezano pomanjkanje oglja. Proizvajalci so z nestrpnostjo iskali nov vir goriva. Svoj delež pri tem so dodali poizkusi v železarski industriji in sicer z uporabo premoga namesto oglja za taljenje železove rude in predelave litega železa v čisto železo (največ 0,15 procenta vsebnosti ogljika), ter jekla. Prvi uspeh teh poizkusov je prišel leta 1709, ko je Abraham Darby uporabil koks za redukcijo železove rude v povečanem in izboljšanem plavžu. V drugih procesih, kot je izdelava stekla, opeke in lončene posode so že pred tem sprejeli koks kot gorivo. V vseh teh procesih je bil dosežen velik tehničen napredek. V keramiki so poizkusi, da bi dosegli trdoto in prosojnost kitajskega porcelana, dosegli svoj namen v Meissnu na začetku 18. stoletja. Postopek so tudi neodvisno razvili v Angliji v sredini istega stoletja.

Obdobje med letoma 1500 in 1750 priča o stalnem porastu izkopavanja tudi drugih mineralov in ne samo premoga in železa. Rudniki zlata in srebra na Saškem in Češkem so navdihnili že omenjeno Agricolovo razpravo *De re metallica*, v kateri so zbrane izkušnje več stoletij rudarstva in metalurgije in je postala zelo razširjen priročnik rudarske prakse. Kraljica Elizabeta I (1533 – 1603) je predstavila nemške rudarje Angliji zato, da bi glede na nemške izkušnje lažje razvili mineralne resurse dežele. Rezultat tega je bila vzpostavitev proizvodnje medenine. Ta kovina, ki je zlitina bakra in cinka, je bila znana že v starodavnih časih

vzhodnih civilizacij, vendar ni bila v Evropi komercialno razvita vse do 16. stoletja. Tudi druge ne železne kovine kot sta kositer in svinec so bile predmet izkopavanj tistega časa.

Nove dobrine

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavje 15
- [Tea - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Sugar - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Cocoa - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Tobacco - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Cotton - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [James Hargreaves - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [John Kay \(flying shuttle\) - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Loom - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Edmund Cartwright - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Širjenje evropskih narodov na področje Indijskega oceana in Novega sveta je imelo za posledico zelo povečan uvoz do takrat evropskemu človeku neznanih dobrin. Te dobrine so ustvarile nove družbene navade in tudi modo, kar je vzpodbudilo nove tehnike izdelovanja. Čaj je postal pomembna trgovska dobrina, vendar so ga hitro prehiteli, tako po količino kot po pomembnosti, veliko plantažne kulture: sladkor, tobak, bombaž in kakav. Bombaž je bil že pred tem znan kot vzhodna rastlina, vendar pa je uspešen prenos te kulture v Novi svet omogočil pridelavo bistveno večjih količin, ki so seveda bile potrebne za novo tekstilno proizvodno panogo.

Angleška proizvodnja volnenega sukna je kot predhodnik ustvarila model na katerem je rahlo zrasla bombažna industrija. Že v Srednjem veku je bil proces izdelave sukna z vpeljavo kolovrata delno mehaniziran. Uvedba nožnika v 15. stoletju je pomenila, da je imel delavec prosti obe roki za ravnanje s snutkom. Uvedba čolnička je omogočila potek predenja in previjanja v enem mehničnem postopku. Kolovrat s tem pripomočkom so imenovali »saksonska kolesa«.

V 18. stoletju je bila ta industrija še vedno več ali manj izvajana kot domača obrt, pri čemer so uporabljali preprosta orodja. Tkanje je zaostajalo za predenjem. Tkanje je veljalo za moško delo in predenje za žensko. Povpraševanje po bombažni preji je hitro naraščalo. Leta 1764 je James Hargreaves vpeljal predilni stroj (Spinning Yenny), ki je omogočal enemu samemu delavcu pri stroju, da je ravnal s precejšnjim številom vreten. Iznajdba je doživela velik uspeh in je bila zelo pomembna za nastajajoče tekstilne »tovarne«. Te so pričele nastajati šele po letu 1785, ko so pričeli v tej industriji uporabljati paro kot pogonsko moč, saj je to zahtevalo ustalitev delovnih operacij tudi v lokacijskem smislu.

Razvoj tekstilnih strojev je zaostajal za predilnimi stroji. Osnovni in najenostavnejši tkalni stroj so bile statve. So pa sicer že pred letom 1300 poznali različne postopke za izdelavo blaga s prepletanjem niti, ki so jim rekli votek in s podolžnimi nitmi, ki so jim rekli snutek ali osnova. Niti snutka so pripenjali na okvir in votek se je pomikal sem ter tja med njimi s posebnim čolničkom. Zahvaljujoč tem izkušnjam s tkanjem v 16. stoletju so bile v Evropi razvite tkalne statve s precej zapletenim mehanizmom, ne glede na to, da so jih še vedno poganjali z roko ali nogo. Tračne statve, na katere je bilo mogoče tkati po več svilenih ali

satenastih trakov obenem, so iznašli na Nizozemskem okoli leta 1621. Leta 1733 pa je John Kay iznašel leteči čolniček (flaying shuttle), ki so ga poganjali skozi vrotek pobirači, zvezani z vrstico vodilko, ki jo je v roki držal tkalec. Ta razmeroma preprosta naprava je omogočala tkalcu, da je delal hitreje in da je podvojil širino tkanine. Kayeva iznajdba pa je sprožila vrsto mehaničnih težav, še zlasti v zvezi s pobirači, mehanizmom za metanje čolnička, saj je njegovo zatikanje onemogočalo nemoten potek dela. Za reševanje tega problema je bilo potrebnih več desetletij.

Leta 1785 je Edmund Cartwright izumil in vpeljal strojne statve, ki jih je bilo mogoče poganjati s konjskim vitlom, z vodnimi kolesi ali parnimi stroji, vendar njegove statve niso bile povsem praktične. Razvoj strojnih statv je bil počasnejši od razvoja predilnih strojev, zato, ker je bilo potrebnih veliko tehničnih izpopolnitev, ki so bile pogoj za to, da bi bilo mogoče z uspehom statve prilagoditi »tovarniškem sistemu« proizvodnje.

Kmetijstvo

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavlje 15, str. 390 – 402
- [Jethro Tull \(agriculturist\) - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Tudi kmetijstvo je bilo področje, ki je v 18. stoletju kazalo znake globokih sprememb. Spodbude so bile v povečanih komercialnih aktivnostih, rastočim trgovino hrane, kar je bilo povzročeno s povečano populacijsko rastjo in standardom življenja. Vse to je vodilo v transformacijo kmetijskega sistema, še prav posebej v Angliji in na Nizozemskem. Kmetijstvo je v teh dveh deželah napredovalo skupaj z industrijskim razvojem, ki je v bistvu že napovedoval Industrijsko revolucijo. Spremembe so bile v reorganizaciji farm in v financiranju, saj so lastniki zaradi zgoraj navedenih razlogov bili vzpodbujeni k investicijam in se niso več samo lagodno prepuščali zemljiško rentnemu uživanju življenja. Te investicije so bile povezane s tehničnimi izboljšavami, kot je bil mehanski sejalnik, ki ga je izumil Jethro Tull. Investicije za izvedbo drenaž, razvoj znanstvenih metod vzreje živine in eksperimentiranje z novimi pridelki in sistemom kolobarjenja. Ta proces pogosto označujejo kot kmetijsko revolucijo, vendar se zdi primernejši pogled na to dogajanje kot uvod in kot del prihajajoče Industrijske revolucije.

Stavbarstvo

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavlje 15

V obdobju med 1500 in 1750 nismo pričali nobenim velikim spremembam v gradbenih tehnikah. Gradnja s kamnom in zidaki je postala splošna praksa, čeprav je stavbni les ostal pomemben gradbeni material za strehe in pode ter v področjih, kjer ni bilo na razpolago dovolj kamenega gradbenega materiala. Kombinirana kamnito lesna gradnja hiš je ostala v modi vse do konca 17. stoletja. Vendar pa je po tem vse bolj masovna proizvodnja zidakov in strešne opeke zagotavljala cenejši in priročnejši gradbeni material, ne glede na to, da je v 18. stoletju iz modno estetskih razlogov klasičnega stila veljala opeka kot neprimeren material za čelne fasade pomembnih stavb. Proizvodnja zidakov pa je postala pomembna panoga za domačo gradnjo. Še več, zidaki so postali pomembno izvozno blago, saj so jih Nizozemske in Švedske ladje prevažale kot balastni tovor v Novi svet, kot dragocen gradbeni material za zgodnje ameriške naseljence. V tem času je tudi lito železo našlo svoje mesto v gradbeništvu,

vendar izključno za dekorativne namene in prav tako tudi steklo, ki je postalo pomemben element stavbne gradnje.

Večji prispevek v gradbenih tehnikah je opaziti pri gradnji izsuševalnih sistemov in vojaških utrdb, vendar je tudi tu njihova pomembnost prej v velikosti in kompleksnosti kot pa v novostih. Nizozemci, ki so se že stoletja bojevali z morjem, so razvili obsežne nasipe ter jezove in to tehniko so v 17. stoletju prevzeli angleški zemljiški posestniki z namenom izplena močvirnih področij.

Promet in komunikacije

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavlje 15, str. 376 – 384
- [Canal du Midi - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Structurae \[en\]: Jean-Rodolphe Perronet \(1708- 1794\)](#)
- [Structurae \[en\]: Pont de la Concorde \(1791\)](#)
- [Abraham Darby](#)
- [Vasco da Gama - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Christopher Columbus - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Tako kot v gradbenih tehnikah, tudi promet in komunikacije niso bili predmet bistvenega napredka glede tehničnih inovacij. Po zatonu rimskega imperija so v zahodni Evropi več kot tisoč let zgradili le malo novih cest. Gradnja cest je napredovala le v Franciji, saj so Francozi prvi sodobni evropski narod, ki je pripravil sistematično raziskovanje gradnje novih cest. Leta 1692 je bil končan Canal du Midi, ki je povezoval Sredozemlje z Biskajskim zalivom. Ta projekt predstavlja izreden dosežek gradbenega inženirstva. Dolg je 241 kilometrov, na njegovi trasi je sto zapornic, tunel, trije veliki akvadukti, veliko prepustov in zbiralnikov.

V gradnji mostov so omembe vredni tako francoski in še posebej angleški dosežki, pojavila pa se je tudi že uporaba litega železa. Prvi železni most pa sta leta 1779 pri Coalbrookdalu čez reko Severn postavila Abraham Darby in John Wilkinson. S tem sta postavila mejnik in novo obdobje v postavljanju mostov.

Morje je ostalo največja cesta trgovskega prometa, kar je vzpodbujalo inovacije na jadrnicah. Prevoz po vodi je bil na splošno veliko cenejši kot prevoz po kopnem. Najtežje stvari so prevažali po vodi. Tako so recimo veliko katedral v Angliji zgradili iz kamna pripeljanega iz Normandije, ker ga je bilo veliko ceneje prepeljati čez Rokavski preliv, kakor pa ga vlačiti iz drugih krajev Anglije. Les so vozili iz Skandinavije, ker je bil cenejši kot tisti iz notranjosti Anglije.

Sicer pa je bila večina pomorskega prometa do 15. in 16. stoletja opravljena ob bregovih morij. Pred 17. stoletjem lahko pomorski promet na zahodu razdelimo na dva tipa ladij: na galeje z vesli in na ladje z jadri. Krmno veslo se je kar kmalu umaknilo krmilu in človeško moč so spodrinila jadra in jambori. Krmilo na krmi je omogočilo učinkovitejše krmarjenje, ki so ga najverjetneje Kitajci poznali že v 8. stoletju, Bizantinci v 12. stoletju in Poljaki v 13. stoletju. Na Portugalskem in v Španiji se je razvila karavela, manjša široka ladja z visoko krmo in s trikotnimi jadri za vožnjo po oceanih. Gre za tisto vrsto ladje s kakršno sta plula Vasco da Gama in Kolumb.

Zaradi izpopolnjenih navigacijskih metod in večjih tovornih ladij je bilo mogoče svobodneje potovati po odprtem oceanu in se pri daljših vožnjah tudi izogniti številnim pretovarjanjem. Izjemno povečanje ladijskih prevozov tudi zaradi povečanja obsega trgovine z nastajajočimi kolonijami in tudi trgovanja z eksotičnimi izdelki znotraj Evrope same, je nekatere zgodovinarje napeljalo na idejo, da so 16. stoletje poimenovali kot čas »trgovske revolucije«.

Številne izpopolnitve v navigacijskih in pomorskih predpisih so olajšale daljša potovanja. Magnetnemu kompasu, ki je bil znan že stoletja, so dodali teleskop, ki so ga v 17. stoletju priredili za navigacijo, v 18. stoletju pa se je pojavil ladijski kronometer. To je tudi obdobje razvoja in postavljanja številnih svetilnikov. V 17. in 18. stoletju so se pojavile že tudi prve ideje in poskusi zračnega prevoza.

Kemija

Viri:

- Zgodovina človeštva, IV/2, Poglavje 14
- [Alchemy - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Robert Boyle - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Antoine Lavoisier - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Joseph Black - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Joseph Priestley - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [John Dalton - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Henry Cavendish - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Stare civilizacije so poznale nekatere kemijske procese, kot je recimo pridobivanje kovin iz rud in priprava zlitin. Alkimisti so se trudili nežlahtne kovine pretvoriti v zlato. Kemija pa se je razvila v drugi polovici 17. stoletja na osnovi razumevanja poskusov in tehnik alkimije.

Omenili smo že prispevek Roberta Boylea (1627 – 1691) k teoriji parne energije, toda ob Antoinu Lavoisieru (1743 – 1794) velja tudi za enega od očetov kemije.

Boyle je definiriral elemente kot najpreprostejše snovi, na katere lahko materija razpade. S tem je počasi alkimijska doktrina o štirih elementih (zemlja, zrak, ogenj in voda) izgubila podporo. Boyle je leta 1661 predlagal in objavi teorijo telesc ali atomsko teorijo in s tem uvedel moderni pojem kemijskih elementov, ter ločil alkalijske lastnosti od kislinskih. Leta 1665 pa je z uporabo vakuumskih črpalk dokazal, da je zrak nujen za gorenje sveče in za življenje živali. V letu 1670 Boyle odkrije vodik, ki nastane pri reakciji nekaterih kovin na kislino, vendar ga ne identificira kot element. 1680 leta pa je pridobil element fosfor z uparjevanjem urina in destilacijo ostanka skozi pesek. V tem letu je izumil tudi vžigalico in sicer, ko je leseno trsko z žveplom na konici podrgnil ob papir prevlečen s fosforjem.

V do takrat razširjeno teorijo, da vsa vnetljiva telesa vsebujejo snov imenovano flogiston (breztežni »element ognja«, ki nastaja med gorenjem), so podvomili v 18. stoletju zaradi eksperimentalnega dela Josepha Blacka (1728 – 1799), Antoina Lavosierja in Josepha Priestleya (1733 – 1804), ki so odkrili prisotnost kisika v zraku. Black je odkril ogljikov dioksid, ki ga je poimenoval »fiksni zrak«. Angleški filozof narave Joshep Cavendish (1731 – 1810) je odkril vodik, ki mu je to ime pozneje dal Lavoisier., ki je leta 1774 prikazal tudi ohranjanje mase pri kemijskih reakcijah, leta 1777 pa dokazal, da je zrak mešanica plinov in, da je med njimi kisik, ki je nujen za gorenje in rjavenje. Tega leta je tudi Priestslyev deflogistonirani zrak poimenoval kisik.

John Dalton (1766 – 1844) je leta 1803 izoblikoval svojo atomsko teorijo snovi, po kateri naj bi bili atomi najmanjši delci snovi in tega istega leta si je zamislil sistem kemijskih simbolov in je v tabeli uredil relativne atomske mase atomov. Izpostavil pa je tudi plinski zakon o parcialnih tlakih, znan kot Daltonov zakon, ki močno podpira njegovo atomsko teorijo.

Zaključek

Sicer pa za obdobje med 1500 in 1750, razen parnega stroja, niso značilne izjemne tehnološke inovacije. Morda je za ta čas bolj kot posamezne inovacije pomemben razvoj in nastanek političnega in družbenega okolja, ki je vodilo k duhovni odprtosti in inovacijam, ter vzpostavitve potrebnih ekonomskih virov, ki so lahko podprli odkritja, ki bi imela za posledico dobičkonosne rezultate. Predvsem pa se je razvilo prepoznanje specifičnih potreb po iznajdbah in pripravljenost za premagovanje težav, ki so s tem povezane. Pripravljenost za ustvarjanje družbe za industrijsko družbo, ki bi temeljila na tehnoloških inovacijah. Prav zato je potrebno tehnološke in delno tudi znanstvene dosežke tega obdobja soditi po njunem skupnem prispevku k spektakularnim novostim obdobja, ki je sledilo.

Industrijska revolucija (1750 – 1900)

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, Drugi del, str. 243 - 373
- [Industrial Revolution - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Industrijska revolucija - Wikipedija, prosta enciklopedija](#)
- [Industrijska revolucija - Wikipedija](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_inventors

Uvod

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, Poglavlje, Uvod, str. 3 – 73
- Zgodovina človeštva, V/1, Prvi del: Znanstvena revolucija, str. 76 – 236
- [English Civil War - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Richard Arkwright - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/John_Kay_%28flying_shuttle%29
- [Henry Cort - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Luddite - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Proletariat - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Karl Marx - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Friedrich Engels - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Marxism - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [French Revolution - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [American Civil War - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Capitalism - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [History of France - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [History of Japan - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Meiji Restoration - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Shogun - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [History of Germany - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Habsburg Monarchy - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Austria-Hungary - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Revolutions of 1848 - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

S pojmom Industrijska revolucija je tako kot je sicer s podobnimi zgodovinskimi koncepti, da je bolj prikladen kot pa natančen. Prikladen je zato, ker zgodovina razvršča dogodke v obdobja zaradi splošnega razumevanja in lažje ucljivosti. Res pa je, da je na prehodu iz 18. v 19. stoletje bilo dovolj inovacij za opredelitev posebnega obdobja. Pojem je nenatančen zato, ker Industrijska revolucija nima jasno definirane začetka in konca. Še več, pojem je celo zavajajoč, ker nas lahko zavede v razumevanju tega pojma kot enkratne spremembe vsega iz »predindustrijske« v »postindustrijsko« družbo. Dejansko pa so bili, kot smo videli, dogodki tradicionalne Industrijske revolucije dobro pripravljene že v rastočem proizvodnem, ekonomskem in tehnološkem tempu človeškega delovanja vse od leta 1000 n. š. in vodijo v kontinuirano pospeševanje tega procesa industrializacije vse do današnjih dni. Pojem Industrijska revolucija moramo uporabljati skrbno zato, ker le kot celota najbolje opredeljuje

izjemno hitrost stopnje rasti in sprememb v zadnjih 150-ih letih pred 20. stoletjem in je ta čas še kako pomembno za razumevanje razvoja v 20. stoletju.

Geografsko je to obdobje vplivalo na svet kot celoto, razen v tistih redkih območjih, kamor zahodna kultura ni prodrla. V bistvu predstavlja Industrijska revolucija začetek globalizacijskih procesov, katerih eksponentni rasti smo priča vse od začetka druge polovice 20. stoletja.

Izven vsakega dvoma je, da je Anglija dežela nastanka Industrijske revolucije, ki se je od tam postopoma širila na kontinentalno Evropo in obe Ameriki ter sorazmerno s kolonialno politiko tudi v Azijo in Afriko. Ta proces industrializacije je radikalno spremenil družbenoekonomsko strukturo Evrope, Daljnega vzhoda, Afrike, Latinske Amerike in Avstralije. Razlog za to selitev pojava je kompleksen, na splošno pa lahko rečemo, da je to nekaj, kar leži v sami naravi hitrega razvoja industrializacije in z njo povezanimi politično-kapitalskimi interesi.

Vendar moramo iz kompleksnega spleta okoliščin izluščiti ključne dejavnike pojava Industrijske revolucije, ki v bistvu predstavlja radikalno preobrazbo produkcije – prehod od ročnega dela in manufakturne organizacije delovnega procesa k razsežni produkciji s tovarniškimi stroji in specialistično delitvijo dela. Ta preobrazba pa je bila posledica dveh ključnih dejavnikov oziroma dveh revolucij, in sicer tehnološke revolucije, oziroma nekaterih ključnih inovacij, ki so se zgodile v drugi polovici 18. stoletja, ter družbene revolucije, ki pa se je zgodila že v 17. stoletju, saj je tehnološka revolucija v Angliji nastala in se spremenila v Industrijsko revolucijo šele po meščanski revoluciji, ki je v zgodovini znana kot Angleška državljanska vojna (1642 – 1651). Bistvena je bila torej sprememba družbenih odnosov, kar se je v tem primeru pokazalo kot sicer postopen prehod iz fevdalne v meščansko kapitalistično družbo in videli bomo, da se je ta proces, sicer nekoliko pozneje, dogajal tudi po vsej Evropi in na Japonskem.

V areni zgodovine človeške družbe sta kot posledica v družbeni strukturi nastala dva nova družbena razreda: meščanstvo in industrijski proletariat, za njuno dokončno formiranje pa je bilo potrebnih relativno majhno število pomembnih inovacij na področju tekstilne proizvodnje, strojegradnje in metalurgije, ki so bile dejanska vsebina tehnološke revolucije v drugi polovici 18. stoletja:

- Tekstilna panoga. Že leta 1733 je John Kay (1704 – 1774), ki je bil sicer tkalec, iznašel tkalni čolniček na kolesih (leteči čolniček), ki je zelo pospešil ročno tkanje, vendar so ga začeli množično uporabljati šele trideset let pozneje. Leta 1769 pa je Richard Arkwright, ki je sicer leta 1771 postavil predilnico – prvo angleško tovarno v pravem pomenu besede, patentiral svoj vodni stroj. To so bile mogočne predilne statve na vodni pogon.
- Parna energija. Izboljšan parni stroj, ki je bil iznajdba Jamesa Watta (1737 – 1819) je bil po letu 1780 pogonski stroj v industriji. To je omogočilo hiter razvoj pred tem nepredstavljivo velikih pol avtomatiziranih tovarn, hkrati pa je omogočal nastanek tovarn tudi na področjih, kjer ni bilo razpoložljive vodne energije.
- Metalurgija. Koks je bil končno sprejet in uporabljan v vseh fazah topljenja železa in je povsem nadomestil oglje, ki ga je bilo zaradi izkrčenosti gozdov vse manj. Za Industrijsko revolucijo pa je bila povsem ključnega pomena iznajdba, ki jo je

patentiral v letih 1783 in 1784 Henry Cort (1740 – 1800) in je znana kot postopek pudlanja pri pridobivanju železa v palicah. Ker je bil postopek desetkrat cenejši od prejšnjih načinov je bila s tem dosežena velika, več kot potrebna ekonomičnost proizvodnje in hkrati presežena vrzel med pridobivanjem surovega železa in železa v palicah. Ta nova tehnologija je bila izjemnega pomena tudi za izdelavo parnih strojev, parnikov in gradnjo železnic. Bistveno pa so se spremenile tudi količine proizvedenega železa, saj je količina železa v palicah v samo eni železarni zrasla iz 10 na 200 ton tedensko.

Kot že rečeno, meščanske revolucije in z njimi povezana sprememba politične oblasti, ki je imela za posledico tudi spremembo družbenih lastninskih odnosov so se izkazale kot zgodovinski pogoj za nadaljnji tehnološki razvoj, tako v Angliji kot tudi drugje. Posledična daljnosežnost angleškega primera je zgodovinsko vzorčna:

- Anglija se je preobrazila iz kmetijske v visoko industrijsko deželo. Industrija, s katero je Anglija osvojila in nadzirala svetovno tržišče, je postala poglavitna dejavnost v deželi. Dve tretjini prebivalstva je bilo zaposlenega v industriji. Nastala so velika tovarniška mesta. London je postal prestolnica z 2,5 milijona prebivalcev.
- Uporaba strojev je močno znižala stroške proizvodnje in tako povzročila uničenje manufakturnega sistema. Stroji na parni pogon so prevzeli delo rok. To je odprlo delovna mesta nekvalificirani delovni sili, povečalo se je zaposlovanje žensk in otrok ter njihovo nehumano izkoriščanje. Veljali so za ceneno delovno silo.
- Meščanstvo se je polastilo politične oblasti in kapitala. Nastal pa je tudi nov družbeni razred – proletariat. Če je uvajanje strojev v drugi polovici 18. stoletja imelo za posledico ludizem, torej uničevanje strojev, ker so jih delavci razumeli kot krivce za izgubo delovnih mest, potem je nečloveško izkoriščanje proletariata v 19. stoletju ob še vedno prisotnem ludizmu povzročilo organiziranje evropskega in tudi ameriškega delavskega gibanja, ki je rezultiralo v ruski Oktobrski revoluciji v začetku 20. stoletja, ki je imela, tako kot vse revolucije ne glede na politične barve, za cilj in predmet prevzem politične oblasti in spremembo lastninskih odnosov. Delavsko gibanje 19. stoletja je imelo več vidnih teoretikov in praktikov gibanja, vendar pa sta med njimi bila najvidnejša dva Nemca, Karl Marx (1818 – 1883) in Friedrich Engels (1820 – 1895), ki sta večino svojega časa živela v Angliji. Njuna družbeno-ekonomska filozofija, ki je bila zelo vplivna in tudi zelo izrabljana v komunističnih režimih 20. stoletja, je poznana kot marksizem.

Toda vrnimo se k meščanskim revolucijam. V Franciji pred letom 1790 razmere niso bile ugodne za vpeljavo strojev. Industrijska politika Francije je pred Francosko meščansko revolucijo 1789 leta nasprotovala mehanizaciji. Cela vrsta odlokov je omejevala ali celo prepovedovala opremljanje tovarn s stroji. Po revoluciji pa se je tehnološki in industrijski razvoj močno pospešil, sledilo je veliko iznajdb, ki so jih uporabili v industriji.

V Združenih državah Amerike so vladajoči družbeni razredi skušali v 17. in 18. stoletju vpeljati fevdalne družbene razmere, kar je seveda zaviralo tehnološki in industrijski razvoj. Zato se je Industrijska revolucija v Združenih državah začela šele po Ameriški državljanski vojni (1861 – 1865), ko so izginili še zadnji ostanki predkapitalističnega sistema in so se ZDA spremenile v centralizirano meščansko državo. Tako so v relativno zelo kratkem času, do leta

1894, ZDA prevzela angleški dominanten industrijski položaj v svetu in postale vodilna industrijska sila na svetu.

Fevdalna ureditev Japonske je proti koncu 18. stoletja začela razpadati in leta 1854 so ZDA z vojaškim pritiskom prisilile pred tem povsem zaprto Japonsko družbo, k odprtju njenih pristanišč. S tem je bila Japonska s silo vključena v svetovni politični in gospodarski prostor – bil je zagotovljen pretok blaga. V letih 1867-68 se je zgodil preobrat znan pod imenom Meiji revolucija, ki je bil v bistvu meščanska revolucija. Zemljiški gospodi je v povezavi z meščanstvom uspelo prevzeti politično oblast od vojaško fevdalne gospode imenovane Shoguni. To predstavlja začetek japonskega kapitalističnega razvoja in tehnološke revolucije, ki sta imela za posledico silovit razvoj industrije in z njo povezane preobrazbe dežele. Vpeljana je bila mehanizirana tovarniška produkcija.

Nemčija in Avstro-Ogrska sta do leta 1848 dosegli sicer relativno velik tehnični napredek, vendar preden se je lahko začela Industrijska revolucija se je morala zgoditi meščanska revolucija, da je ustvarila novo podlago za novo vrsto produkcijskih odnosov. To se je zgodilo šele po Marčni revoluciji 1848, ki je sprostila energije, potrebne za nastanek industrije velikih razsežnosti.

Vendar pa to zgodovinsko obdobje ni bilo le prizorišče Industrijske revolucije, to je tudi obdobje druge Znanstvene revolucije, saj smo priče izjemnemu razvoju eksaktnih znanosti. Ker je ta razvoj ključen za razvoj znanosti v 20. stoletju, v stoletju, kjer razvoj tehnologij preprosto ni bil več možen brez znanosti, bom v predavanjih tem dosežkov posvetil potrebno pozornost.

Energijska tehnologija

Viri:

- [Water turbine - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Izjemna lastnost Industrijske revolucije je bil napredek v energijski tehnologiji. V začetku tega obdobja so bili glavni razpoložljivi energetski viri industrije in drugih uporabnikov moč živine, vetra in vode. Edina izjema, ki je omembe vredna so bili atmosferski parni stroji, ki so bili uporabljani za črpanje, predvsem v premogovnikih. Pomembno je poudariti, da so ti stroji bili prej izjeme kot kaj drugega in da je pri tem ostalo še v prvem delu 19. stoletja. Para ni preprosto zamenjala drugih virov energije, ampak jih je transformirala. Podobno znanstveno raziskovanje kot je vodilo v razvoj parnega stroja se je dogajalo tudi z drugimi neživalskimi viri energije: vodna kolesa in mlin na veter so seveda tudi napredovali z želeno učinkovitostjo. Veliko število inženirjev je prispevalo h konstrukcijskim izboljšavam vodnega kolesa in v sredini 19. stoletja so novi konstrukcijski pristopi omogočili povečanje njegove rotacijske hitrosti in so s tem utirali pot nastanku vodne turbine, ki je še tudi danes zelo učinkovit mehanizem za pretvorbo energije.

Vetrni mlini

Viri:

- [Windmill - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_windmills

Med tem je zelo napredovala angleška konstrukcija vetrnih mlinov in sicer z izboljšanjem jader in razvojem samokorekcijskega mehanizma, ki je vzdrževal usmerjenost jader v veter. Razvoj jader in z njimi povezana mehanika je vodila v vse večjo avtomatizacijo uravnavanja, vendar pa 19. stoletje predstavlja zaton rabe vetrne energije in širjenja energetske uporabe pare. Vetrni mlini preprosto niso mogli zagotavljati dovolj moči za delovne procese obsežnejše proizvodnje, ki so jo omogočali mlini, ki so izkoriščali moč pare.

Parni stroji

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 258 – 266
- [Thomas Newcomen - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Steam engine - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [James Watt - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [James Watt](#)
- [Matthew Boulton - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [William Murdoch - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Richard Trevithick - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Arthur Woolf - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Charles Algernon Parsons - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Para je postala značilen in vsepovsod prisoten vir energije v angleški Industrijski revoluciji. Newcomenov atmosferski stroj od svojega nastanka naprej ni bil deležen bistvenega razvoja, vse do trenutka, ko je bil v zimi 1863-64 James Watt (1736 – 1819) zaprosen za popravilo majhnega modela Newcomenovega stroja. Opazil je, da ima stroj veliko izgubo energije in je zato velik potrošnik goriva. Prišel je do dveh sklepov, prvič, če želimo dobiti močan udarec bata mora nastati v valju kar največja možna zgostitev in to zahteva kar se da močno hlajenje, in drugič, da se para ne bi izgubljala, jo je potrebno za nadaljnje gibanje bata pripeljati iz kotla v kar se da vročo posodo. Dolgo se je zdelo, da sta ti dve zahtevi nezdružljivi. Skrivnost odkritja je bila v ločitvi kondenzatorja od valja, ki sta bila v Newcomnovem stroju združena. Leta 1769 je Watt patentiral ločen kondenzator in od takrat naprej je bil parni stroj deležen nenehnih izboljšav.

Te briljantne in v osnovi preproste ideje pa ni bilo možno takoj inkorporirati v velike stroje, saj je bila tehnologija teh strojev takrat še precej surova in pomanjkljiva. Idejo je bilo možno spremeniti v komercialen uspeh šele, ko se je Watt združil z Birminghamskim industrialcem Matthewom Boultonom, ki je imel razpoložljiv kapital in tehnično kompetenco. Z Boultonovo pomočjo je Watt leta 1775 uspel pri parlamentu podaljšati svoj patent za 25 let, torej do leta 1800. Rezultat je bil 500 izdelanih parnih strojev.

Leta 1782 je Watt dobil še drugi patent, za rotacijsko gibanje (prehod iz enojnega v dvojno delovanje), kar je parni stroj spremenilo v vir energije za najrazličnejše namene. Predvsem pa je rotacijski stroj zelo hitro sprejela angleška tekstilna industrija.

Dejansko pa se je parni stroj razvijal relativno počasi, zaradi tega, ker so Wattovi patenti pokrivali tako široko področje, da drugi iznajditelji skoraj niso imele kaj eksperimentirati. Wattovi patenti so tudi prepovedovali, zaradi njegovega strahu pred eksplozijami, razvoj parnih kotlov z visokim pritiskom, dovoljevali so namreč najvišji dovoljen pritisk 1kg/cm³. Ni pa mu prišlo na misel, da bi lahko svoj parni stroj postavil na kolesa. Tako je bilo potrebno

na poskuse z visoko tlačno paro in na razvoj parnih prevoznih sredstev počakati do leta 1800, ko so se iztekli njegovi patenti. Zelo se je jezil na svojega nadarjenega kolega Williama Murdocka (1754 – 1839), ko je ta izdelal prototipni model parnega stroja na kolesih.

V času svobodnega eksperimentiranja, po izteku patentov, je inženir Richard Trevithick (1771 – 1833) leta 1802 zasnoval in predstavil kotel, ki je prenesel pritisk 100kg/cm^3 . Svoj visoko tlačni parni stroj je Trevithick zelo hitro uporabil za vozilo, in sicer je leta 1804 naredil prvo uspešno parno lokomotivo za Penydarrenski tramvaj v Južnem Welsu. Uspeh pa je bil predvsem tehnološki in ne komercialen, saj je ta prva lokomotiva lomila tramvajske litoželezne tirnice. Obdobje železnic je še moralo nekaj časa počakati na razvoj tako lokomotiv kot tudi primernih železniških prog. Seveda pa je visokotlačen parni stroj bil izhodišče za nadaljnji razvoj izrabe parne energije. Tako je Arthur Woolf (1766 – 1837) prvi uporabil tehnologijo večkratne uporabe pare v padajočem tlaku pred končno kondenzacijo oziroma izrabo.

V osemdesetih letih 19. stoletja so potrebe po energiji, ki bi ustvarjala elektriko spodbudile nov način razmišljanja o parni energiji. Problem je bil v doseganju dovolj visoke rotacijske hitrosti, za učinkovito delovanje dinama. Rešitev za doseganje visokih hitrosti je bila parna turbina. Leta 1884 je to veliko tehnološko iznajdbo predstavil Sir Charles Parsons (1854 – 1931), katere bistvo je v prehajanju pare skozi lopatice serije rotorjev, kar je postopno povečalo velikost parne energije, ki se je pretvorila v zelo hitro krožno gibanje, kar je seveda idealno za generiranje električne energije, torej pretvorbo mehanske energije v električno. Ne glede na to, da je ta tehnologija doživela veliko izboljšav in povečanja turbin, so temeljni principi ostal isti, in ta metoda še vedno predstavlja glavni vir pridobivanja električne energije. Celo najmodernejše atomske centrale uporabljajo parne turbine, saj tehnološko še nismo rešili problema neposredne pretvorbe atomske energije v električno. Tudi za ladijski pogon so parne turbine še vedno pomemben vir energije ne glede na konkurenco stroja z notranjim izgorevanjem.

Elektrika

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 281 – 289
- [Otto von Guericke - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Benjamin Franklin - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Michael Faraday - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Alessandro Volta - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Thomas Edison - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [London Underground - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Tramway - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Electrical generator - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nikola Tesla - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Iznajdba elektrostatičnega generatorja ali kot so mu takrat enostavno rekli »električnega stroja« izvira še iz 17. stoletja. Njegov iznajditelj je bil Otto von Guericke (1602 – 1686). Leta 1663 je izdelal svoj prvi primitivni aparat – žvepleno kroglo in z njenim drgnjenjem je nastajala statična elektrika.

Razvoj elektrike kot vira energije pa se je zgodil pred združitvijo s parno energijo v poznih letih 19. stoletja. Pionirsko delo je opravila skupina mednarodnih znanstvenikov, in sicer so to bili: Američan Benjamin Franklin (1706 – 1790), Italijan Alessandro Volta (1745 – 1827) in Anglež Michael Faraday (1791 – 1867). Faraday je 29. avgusta 1831 leta dokazal povezavo med elektriko in magnetizmom s tem ko je odkril elektromagnetno indukcijo – pojav, ko po zaključeni zanki steče električni tok, če se spremeni magnetno polje na mestu zanke. Odkritje je omogočilo izdelavo električnega generatorja in električnega motorja. Tako generator in motor sta šla skozi temeljit razvoj v sredini 19. stoletja. Inženirjem v različnih državah Evrope je uspelo ustvariti diname, ki so lahko proizvedli velike količine električne energije in s tem omogočali tudi njeno komercialni rabo. Iznajdba dinamov, kot generatorja enosmernega toka je zagotovo eden največjih dosežkov na tem področju.

Vendar pa je bilo za to potrebno najti tržišče. V Angliji glede na vzpostavljeno tradicijo uporabe parne energije, premoga in plina, takšno tržišče ni bilo očitno. Zato pa je bilo več prostora za energetski eksperiment v kontinentalni Evropi in Severni Ameriki, kjer je Thomas Edison (1847 – 1931) svojo inovativno genialnost posvetil elektriki in njegov razvoj karbonske nitke v žarnici je pokazal, kako ta nova oblika energije lahko stopi v tekmo s plinom kot virom hišne razsvetljave.

Problem je bil v tem, da je bilo možno elektriko uporabljati le za razsvetljavo velikih enotnih lokacij na lokalnem mestu generatorja, nikakor pa je ni bilo možno distribuirati do manjših enot. To je moralo počakati na velikega genija med iznajditelji – Nikolo Teslo (1856 – 1943). Po drugi strani pa je odkritje plinske mrežice močno povečalo razširjenost uporabe plinske razsvetljave, tako, da je plin ostal pomembna oblika razsvetljave cest vse do sredine 20. stoletja.

Zgolj razsvetljava pa ne more zagotoviti ekonomske upravičenosti proizvodnje električne energije, saj je omejena le na ure teme. Uspešna komercializacija je bila odvisna od razvoja drugih uporabnikov in še posebej od njene uporabe kot vlečne sile. V tem smislu je bil zelo pomemben razvoj tramwaya in londonske podzemne železnice v osemdesetih in devetdesetih letih 19. stoletja. Nadaljnje širjenje te oblike energije je eno od najpomembnejših tehnoloških uspešnic 20. stoletja, toda večina temeljnih tehnik pridobivanja, distribucije in koristne rabe je bila opravljena ob koncu 19. stoletja.

Motor z notranjim izgorevanjem

Viri:

- [Internal combustion engine - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Motor z notranjim izgorevanjem - Wikipediija, prosta enciklopedija](#)
- [Étienne Lenoir - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nicolaus Otto - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Ne glede na to, kako pomembna oblika energije je elektrika, pa ne more postati pogonska moč, dokler je ne ustvari mehanski generator gnan z vodo, paro ali notranjim izgorevanjem. Motor z notranjim izgorevanjem je pogonska moč, ki se je pojavila v 19. stoletju kot rezultat večjega znanstvenega razumevanja principov termodinamike in inženirskega iskanja možnosti zamenjave parne energije.

Glavna problema sta bila, kako najti primerno gorivo in vžig goriva v zaprtem prostoru zato, da bi sprožili delovanje, ki ga je možno enostavno in hitro ponoviti. Prvi problem je bil rešen

že v sredini 19. stoletja z vpeljavo mestnega plina, drugi problem pa je bil težje rešljiv. Prvi uspešen plinski stroj je leta 1859 naredil Etienne Lenoir (1822 – 1900). Oblikovan je bil podobno kot hiorizontalni parni stroj z eksplozivno mešanico plina in zraka. Vžig je bil sprožen z električno iskro izmenično na obeh straneh bata, ko je bil ta v srednjem položaju. Čeprav je bil tehnično zadovoljiv, pa je bilo delovanje motorja zelo drago. Izboljšave je vpeljal šele leta 1878 nemški iznajditelj Nikolas Otto (1832 – 1891) in šele s tem je plinski motor postal komercialno uspešen. Vpeljal je štiritakten motor. Ta motor so na veliko uporabljali v manjših industrijskih podjetjih.

Nafta

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 320 – 322
- [Petroleum - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Petroleum engineering - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Gasoline - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Rudolf Diesel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Thermodynamics - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Gottlieb Daimler - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Karl Benz - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nicolas Léonard Sadi Carnot - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Robert Stirling - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Ob koncu devetnajstega in v začetku dvajsetega stoletja se je rodila cela vrsta novih pomembnih panog kemične industrije in med njimi se je posebno razmahnila naftna industrija.

Ekonomski potencial za motor z notranjim izgorevanjem je bil povezan z potrebo po lahkem premičnem stroju. To seveda ni bilo možno uresničiti z plinskim strojem, ki je bil odvisen od mestne plinske napeljave, in tudi ne z parnim strojem, ki je potreboval velik okoren kotel. Toda uporaba iz olja pridobljenih alternativnih goriv je motor z notranjim izgorevanjem hitro postavila na kolesa. Bitumenozni depoziti so bili v jugozahodni Aziji znani že v antiki in so bili izkoriščani kot gradbeni material in tudi v medicinske namene. Ameriška poselitvena ekspanzija proti zahodu z mnogimi novo nastalimi posestvi daleč v stran od dosega mestne plinske oskrbe je imela za posledico pospeševanje izkoriščanja lahko dosegljivih izvorov surovega olja za pridobivanje parafina, ki so ga uporabljali za razsvetljavo. V Ameriki predstavlja začet izkoriščanja globokih ležišč olja 21 metrov globoka vrtina , ki jo je izvrtal v Pensilvaniji Edwin L. Drake leta 1859.

Najbolj hlapljivi del olja, bencin, je bil le nadležen stranski produkt pridobivanja gorilnih olj vse tako dolgo, dokler ni bilo odkrito, da ga je možno kuriti v stroju z notranjim izgorevanjem in dobili smo pogonsko gorivo za vozila, kar današnji ekologi zagotovo zelo obžalujejo.

Največje izboljšave stroja z uporabo težkega olja so povezane z Nemcem Rudolfom Dieslom (1859 – 1913), ki je prvi patent prijavil leta 1892. Izhajajoč iz principov termodinamike je delal na minimiziranju toplotnih izgub. Tako je razvil stroj v katerem zelo visoka kompresija zraka v cilindru zagotavlja spontan vžig olja, če je vbrizgana natančno določena količina. Z izboljševanjem svojega motorja je »dieselski motor« postal pomembna pogonska moč vozil.

Med tem časom pa so dominirali bencinski motorji. Prvo aplikacijo sta v Nemčiji naredila Gottlieb Daimler (1834 – 1900) in Carl Benz (1844 – 1929). Ko sta leta 1885 sestavila prvo motorno kolo in avtomobil z lastno konstrukcijo motorja. Benzova »kočija brez konj« je postala prototip modernega avtomobila in s tem se je pravzaprav začela transportna revolucija.

Ob koncu 19. stoletja je motor z notranjim izgorevanjem postal izziv parnemu stroju v mnogih industrijskih in transportnih aplikacijah. Opazno je, da so bili iznajditelji parnega stroja večinoma Britanci in da so bili iznajditelji notranjega izgorevanja kontinentalni Evropejci in Američani. To pa odraža tudi splošno spremembo vodilnih v Industrijski revoluciji. Podobna tranzicija se je pojavila tudi v teoretičnem razumevanju toplotnih strojev. To je bilo delo Francoza Sadi Carnot –ja (1796 – 1832) in drugih znanstvenih raziskovalcev termodinamike, ki so imeli več praktičnih izkušenj, kot angleški inženirji, o strojih na katerih je bazirala znanost.

Seveda pa iz tega ne moremo zaključiti, da so bile angleške inovacije pogonske moči ujete le v območje parnega stroja, oziroma, da para in notranje izgorevanje predstavljata edini opazen razvoj na tem področju v času Industrijske revolucije. Prej je uspeh teh strojev vzpodbujal spekulacije o alternativnih virih pogona. Takšen primer je sicer ne do konca razviti koncept motorja na vroči zrak, ki ga je že leta 1816 patentiral Škot Robert Stirling (1790 – 1878). Celo pred odkritjem zakonov termodinamike, je Stirling izumil krožni transfer toplote, ki je bil domiseln in ekonomičen. Konstrukcijski problemi so predstavljali omejitev teh motorjev, zato so bili uporabljani za lahka opravila kot so sušilci za lase, veliko preden so bili na voljo elektromotorji. Vendar so šli v pozabo, vse do zgodnjih sedemdesetih let 20. stoletja, ko so zaradi ekonomičnosti in relativne čistosti bili motorji na topli zrak spet predmet intenzivnih raziskav.

Vsekakor je transformacija energetske tehnologije v Industrijski revoluciji imela povraten učinek na industrijo in družbo. Vedno večje zahteve po gorivu so vzpodbujale razvoj rudniških tehnologij. Stroj z notranjim izgorevanjem pa je seveda pomenil postopno spreminjanje načinov in navad transporta in sploh življenjskih navad. Pospešen razvoj in vedno večja energetska poraba se seveda nista ustavila niti za hip do današnjih dni. Danes vemo, da je Industrijska revolucija pomenila začetek dolgega ekološko povsem neprimerne razvoja človeške civilizacije. Mi, v začetku 21. stoletja se moramo zavedati, da potrebujemo novo pogonsko energijo, vendar tokrat ne zaradi večje produktivnosti, ampak zaradi ekološke katastrofe na pragu katere stojimo, torej zaradi ohranitve lastne vrste.

Razvoj industrije

Metalurgija

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 314 – 317
- [Steel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Henry Bessemer - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Friedrich Siemens - Wikipedia](#)
- [Sidney Gilchrist Thomas - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Razmah gradnje železnic, rast oboroževalne industrije, razvoj pomorskega prevoznitva, gradnja jeklenih ladij, vse to je z rastočimi zahtevami pritiskalo na izdelovanje vse večjih in kvalitetnejših kovin. Načini s katerimi so okoli leta 1860 pridobivali železo in jeklo niso ustrezali novim zahtevam težke industrije. Revolucionarna tehnologija pridobivanja kovnega železa s pudlanjem, ki smo jo že omenili, je postala resna ovira tehnološkemu napredku.

Angleški iznajditelj, ki sicer ni imel akademske izobrazbe, Henry Bessemer (1813 – 1898) je rešil problem kakovosti in količine pridobivanja jekla. Iznašel je namreč nov način spreminjanja litega železa v kovno železo in jeklo tako, da je pihal zrak skozi raztopljeno železo. Ta proces se je dogajal v veliki posodi hruškaste oblike, ki ji danes pravimo »besemerka« in vanjo je pihal stisnjen zrak obogaten s kisikom. Sprememba v jeklo se je dogajala z oksidiranjem silicija, mangana in ogljika, ki jih je železo vsebovalo. Zato ni bilo potrebno dodatno gorivo, ker so potrebno vročino dajali oksidacija železa in njegove primesi. Bessemerjev postopek je bil za razliko od pudlanja bistveno hitrejši, saj je trajal le 10 – 12 minut in ni potreboval dodatnega goriva, kar je bilo v vseh ozirih izjemno ekonomično, če upoštevamo da je pudlanje v sevalni peči lahko trajalo nekaj dni. Njegovega odkritja sprva niso sprejemali z navdušenjem, saj je večina proizvajalcev razpolagala s tehnologijo za pudlanje. Na londonski razstavi leta 1862, pa se je izkazalo, da se jeklo njegovih izdelkov povsem razlikuje od drugih jekel že po vidnih lastnostih. Končno mu je uspelo tehnologijo patentirati leta 1870. To je eden od prvih iznajditeljev, ki mu je patent prinesel tudi veliko zaslužka, saj je dobival za vsako tono proizvedenega jekla po en funt, kar mu je navrglo skupaj okoli 5 milijonov funtov. Okoli leta 1875 je bil njegov postopek v že v splošni rabi in v ZDA so leta 1880 po njegovem postopku pridobili že 86 % vsega proizvedenega jekla. Zaradi prevzema tržnega deleža so bili na tržišču viški pudlanega jekla, trg je bil preplavljen z neprodanim železom.

Problem odpadnega železa je rešil nemški inženir Friedrich Siemens (1826 – 1904) z iznajdbo plamenske peči za pridobivanje jekla, ki ji dodal plinsko kurjavo. Plin pomešan z zrakom je dajal za tiste časa izjemno visoko temperaturo, ki je bila dovolj visoka za kovine z visokim tališčem. Siemensov brat Wilhelm je z francoskim inženirjem Pierrom Martinom na osnovi bratove peči razvil »Siemens – Martinovo« peč, ki je dajala jeklo s taljenjem surovega železa skupaj z dodanim starim železom ter drugimi primesmi. To »martinsko« jeklo je dobro tekmovalo z »besemerskim«, ker je imelo boljše lastnosti, bilo pa je tudi cenejše.

Problem Bessemerjevega in Siemens-Martinovega postopka je bil, da ni mogel iz železa odstraniti nečistoč kot so fosfor in žveplo. Rešitev je iznašel Anglež Sidney Gilchrist Thomas (1850 – 1885). Bessemerjevi hruškasti posodi je dodal topljivo bazično prevleko in za topilo uporabil žgano apno. Izkazalo se je da je za konverter boljša bazična kot kislinska prevleka in da je mogoče odstraniti fosfor, če Siemens-Martinovo peč obložimo z bazično oblogo težko topljive gline. Odkritje je bilo pomembno in je tudi imelo velike posledice, saj so evropske rudnine, še posebej Nemške, zelo bogate s fosforjem. Ta bazični proces je dajal jeklo dobre kvalitete, omogočal je proizvodnjo posebnih vrst jekla, delno pa je izločal tudi žveplo. S tem je produkcija jekla močno prekosila produkcijo železa. Med letoma 1870 in 1900 se je proizvodnja železa pomnožila za 16,6 krat in jekla za 212 krat.

Strojništvo

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 341 -446

- [Mechanical engineering - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [James Nasmyth - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [James Nasmyth - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Joseph Whitworth - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Z industrijo železa in jekla je bil povezan vzpon strojništva, saj je njegov razvoj bil povezan tudi z razvojem parnih strojev in drugih velikih strojev. Prve strojniške delavnice pa so se pojavile v Sohu v Londonu in seveda pri Wattu in Boultonu v Birminghamu, kjer je bila potrebna inženirska natančnost za razvoj in izdelavo znanstvenih inštrumentov in tudi sodelovanje pri konstrukcijskih vprašanjih in njihovih izvedbah.

Strojniške delavnice, ki so dozorele v 19. stoletju so vsekakor odigrale ključno vlogo pri rastoči mehanizaciji industrije in transporta. Niso le izdelovali in dobavljali statev, lokomotiv in druge opreme v rastočih količinah, ampak so tudi spreminjali in razvijali orodja s katerim so te stroje izdelovali. Predvsem je šlo za prehod od izdelovalnih strojev nasploh, k izdelovanju strogo specializiranih orodnih strojev. Nastala je industrijska orodjarska baza za izdelovanje orodij. Kjer so nastajale velike tovarne se je razvijala tudi nova tehnologija obdelovalnih strojev kot so vrtalniki, stružnice, rezkalniki, brusilnike ter gladilniki in brazdalniki. Hitrost rezanja se je recimo zelo povečala s tem, ko so za rezalnike namesto ogljikovega uporabljali hitrorezno jeklo, orodja pa so izdelovali iz zelo trdih zlitin. James Nasmyth (1808 – 1890) pa je iznašel vertikalno parno kladivo. Vsi ti stroji so bili razviti ali izpeljani iz osnov predhodnih modelov za obdelavo lesa. V sredini 19. stoletja je prišlo v strojništvu do specializacije, saj so se nekateri specializirali za izdelavo prevoznih sredstev, drugi pa za potrebe rudarstva, papirne in sladkorne industrije. Ta tendenca k vse večji specializaciji se je še posebej povečala, ko se je strojništvo vzpostavilo tudi pri drugih industrijskih nacijah, še prav posebej v Nemčiji, kjer je zelo napredovalo tudi električno inženirstvo. V ZDA je razvoj potekal v smeri standardizacije in razvoja tehnik masovne produkcije za kar je bil razlog v pomanjkanju delovne sile. To je potekalo na zelo različnih področjih, od kmetijske mehanizacije, ročnega orožja, pisalnih in šivalnih strojev. Tako, da je bilo moderno strojništvo v bistvu vzpostavljeno še pred pojavom koles, avtomobilov in letal, to pa zato, ker se je v drugi polovici 19. stoletja razvila nova panoga teoretskega raziskovanja, ki je izdelovanju obdelovalnih strojev dala znanstveno podlago.

Z vzpostavljanjem strojništva kot panoge se je izjemno povečala tudi natančnost merjenja in tu velja omeniti angleškega inženirja strojništva Josepha Whitwortha (1803 – 1887), ki je leta 1856 postavil standard natančnosti meritve do 0,000001 inch-a (0,000025 mm). Naslednja radikalna sprememba konstrukcije obdelovalnih strojev pa se je zgodila na samem pragu 20. stoletja, ko so začeli stroje snovati tako, da sta bila motor in stroj sam vdela v skupen okvir in sta sestavljala celoto. Predvsem je šlo za vgradnjo vretena na sredi stroja, ki je poganjalo sestav vzratnih koles in podležij, tako, da se je od tega vrtel poglobitveni delovni del stroja, torej njegova os. S tem so odpadli prenosni jermeni, tako gonilni kot transmisijski.

Kemična industrija

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 317 – 326
- [Dmitri Mendeleev - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nicolas Leblanc - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Sodium carbonate - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

- [Ernest Solvay - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Sulfuric acid - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Aspirin - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Frederic_Gerhardt
- [Wilhelm Conrad Röntgen - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nobel Prize - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Photography - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nicéphore Niépce - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Louis Daguerre - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Proti koncu 19. in na začetku 20. stoletja se je močno razmahnila kemična industrija. Njeno rojstvo je prvenstveno povezano z naraščajočimi potrebami tekstilne industrije po kemičnih izdelkih kot sta žveplena kislina in soda. Vendar pa so kemični izdelki postali nepogrešljivi del tudi v drugih industrijskih panogah. Avtor periodičnega sistema elementov ruski kemik in iznajditelj Dimitrij Mendelejev (1822 – 1904) je dejal, da brez sode ne bi mogla obstajati nobena od naših industrij. Za industrijsko izdelavo sode je bil zaslužen Francoz Nicolas Leblanc (1742 – 1806) ki je postopek patentiral leta 1791. Odkril je, da je sodo možno pridobivati iz morske soli. Soda je bila nujna substanca pri izdelavi mila, stekla, papirja, belil in barvil, v živilski industriji, pri izdelavi usnja, lesnih izdelkov in še bi lahko naštevali. Petinpetdeset let po Leblancovi smrti je belgijski inženir Ernest Solvay (1838 – 1922) odkril donosnejši postopek pridobivanja sode. Po tej metodi je možno sodo dobivati iz navadne soli. Žveplena kislina je kemični produkt velikega pomena. Okoli leta 1870 so jo začeli v industriji vsesplošno uporabljati. Postopek njenega pridobivanja v »svinčenih komorah«, ki je bil v veljavi v začetku 19. stoletja je nadomestil donosnejši »stolpni proces«.

V tem razdobju so tudi začeli pripravljati žvepleno kislino za industrijske namene tako, da so uporabljali rudninske vire: žveplo, cinkovo svetlico, mavec, železov sulfit itd. Uporabljali pa so tudi pline iz plavžev za barvne kovine. To so bili plini, ki vsebujejo žveplo in še posebej pirit. Prvo mehanično peč za praženje piritov sta iznašla brata MacDougall iz škotske leta 1876. Žveplov dioksid, ki se je pri tej reakciji sprostil so uporabljali za pridobivanje industrijske žveplene kisline. Za spreminjanje žveplovega dioksida sta bila v rabi dva načina – ogljikov proces in kontaktni proces.

»Kontaktno metodo« so razvili proti koncu 19. stoletja način. Ker so v kontaktni metodi potrebni platinski katalizatorji je bila za nekaj časa zaradi cene ta metoda zavržena v prid ogljikovemu procesu in šele proti koncu 19. stoletja so platinske katalizatorje nadomestili s cenejšimi vanadijevimi. Prednost kontaktnega procesa pred ogljikovim je ta, da z njim lahko pripravimo žvepleno kislino v željeni koncentraciji.

Že v sredini 19. stoletja pa se je zgodil v kemični industriji premik k organski kemiji. Predvsem je šlo za pionirsko delo nemških znanstvenikov na področju premoga in njegovih derivatov. O destilaciji nafte na tem mestu ne bomo govorili, čeprav spada v to področje, ker smo ji že namenili dovolj posebnega prostora.

Do srede 19. stoletja so v industriji uporabljali le barve živalskega in rastlinskega izvora, po tem obdobju pa je sledil čas odkritja umetnih barvil.

V tem času so odkrili tudi nekatere pripomočke proti telesni vročini in anestetike. Nemška družba Bayer je poslala na tržišče eno najpopularnejših zdravil - aspirin.

Leta 1895 pa je Wilhelm Conrad Röntgen (1845 – 1923) odkril elektromagnetno valovanje v valovni dolžini, ki jo danes poznamo kot X žarki, za kar je tudi leta 1901 prejel Nobelovo nagrado. Pozno 19. stoletje pa je tudi čas nastanka nove smeri v kemiji, elektrokemije.

Seveda pa je to stoletje zahvaljujoč kemiji in fiziki prineslo še eno veliko iznajdbo – fotografijo.

Kmetijstvo

Viri:

- Zgodovina človeštva V/1, str. 276 – 280

Splošna rast prebivalstva, tovarn in mest od poznega 18. stoletja naprej, je pomenila velik razmah notranje trgovine v posameznih državah in še posebej v Angliji, ki je bila vodilna sila Industrijske revolucije, kar je imelo za posledico dvig cen in slabše življenjske razmere za večino urbanega prebivalstva, torej industrijskega proletariata. Nove kulture in njihova povečana proizvedena količina so bile osnova za nadaljnji tehnološki razvoj v 19. stoletju, ki je bilo razdobje razvoja kmetijske mehanizacije. Ker je bila Anglija domovina mehanizacije so jo najprej začeli razvijati in izdelovati prav tam. Novosti in razvoja so bili deležni predvsem naslednji kmetijski obdelovalni stroji: plug, mehanični sejalniki, mehanični žetveni stroji in mlatilnice.

Gradbeništvo

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 306 – 313
- [Portland cement - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Aspdin
- [Concrete - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Reinforced concrete - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Joseph Monier - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Joseph Paxton - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [The Crystal Palace - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Royal Albert Hall - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Grand Palais - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Eiffel Tower - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Gustave Eiffel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Thames Tunnel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Isambard Kingdom Brunel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Mountain Railroad - THE MOUNT CENIS RAILWAY AND TUNNEL](#)
- [Thomas Telford - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Bridge - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Suspension bridge - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Menai Suspension Bridge - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Marc Seguin - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Robert Stephenson - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Brooklyn Bridge - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Suez Canal - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Ferdinand de Lesseps - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

- [Panama Canal - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Corinth Canal - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Manchester Ship Canal - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Kiel Canal - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Izredna rast mest in industrije je pred gradbeništvo postavila velike nove probleme in seveda tudi razvojne spodbude. Pojavilo se je veliko novih stavbnih oblik, ki se pred tem še nikoli niso gradile: tovarne, velike trgovske hiše, banke, pokrite tržnice, blagovnice, železniške postaje, stanovanjski bloki, hoteli itd. Za to je bil potreben novi gradbeni material in tudi nove tehnologije gradnje.

Proti koncu 19. stoletja so opeko izdelovali že v enormnih količinah, zaradi izboljšane kvalitete pa jo je bilo možno uporabljati pri vseh vrstah gradnje. V teku stoletja se je tehnologija izdelovanja zidakov velikokrat izboljšala. Sama izdelava opeke poteka v več fazah: kopanje, drobljenje, čiščenje z drugo vrsto gline, mešanje s peskom, oblikovanje, sušenje in žganje. Kar je pomembno je to, da so vse te operacije v drugi polovici tega stoletja več ali manj mehanizirali. Nemški inženir F. Hofmann je leta 1858 iznašel krožno žgalno peč, ki je omogočala nenehno delovanje. Svetovna produkcije opeke je do leta 1913 zrasla na 30 milijard opek. Ob koncu stoletja so razvili novo vrsto opeke iz odpadnega gradiva. Primešali so zdrobljeno žlindro iz plavžev in lepilno snov. Ostanke koksa ali premoga so predhodno odstranili. Sušili so jo na zraku. V vseh ozirih je imela prednosti pred klasično opeko. Bila je cenejša, odpornejša in boljša kot stavbni material, ker ni zadrževala vlage.

Železo je pomembnejšo vlogo v gradbeništvu dobilo šele po letu 1850. Pred tem so ga uporabljali sicer le pri gradnji mostov, kar smo že omenili. Širša raba železa v gradbeništvu je bila odvisna od kemijskih analiz, ki so pokazale njegove prednosti in slabosti. Pomembna je bila iznajdba ploščjenja v letu 1862, ki je olajšala množično izdelavo profiliranega železa in pa seveda že omenjena Bessemerjeva iznajdba novega načina pridobivanja jekla v letu 1856.

Portlandski cement je že leta 1824 iznašel John Aspdin (1779 – 1855), vendar se je njegova raba razširila šele okoli leta 1875. Prvotno je bila to mešanica gašenega apna in gline, ime pa je dobila zaradi barvne podobnosti s portlandskim kamnom. Danes uporabljamo cement le pomešan s peskom, gramozom in vodo, ko ta mešanica počasi utrdi dobimo umeten kamen – beton, ki je postal v gradbeništvu proti koncu stoletja pglavitni gradbeni material za stanovanjske zgradbe, uradna poslopja, predore in tudi za podvodno zidavo kot so mostni oporniki, pristaniški nasipi in jezovi. Za podvodno gradnjo je bila pomembna uvedba podvodnih železnih zvonov.

Armirani beton je naslednja pomembna tehnologija iz 19. stoletja. Ideje o združevanju cementa oziroma betona z kovino so se pojavile že v začetku tega stoletja, vendar je bila praktična izvedba možna šele z pojavom portlandskega cementa. V sredi stoletje je bilo več eksperimentov z armiranim betonom, vendar pa za iznajditelja velja francoski vrtnar, ki je to tehnologijo uporabljal za izdelavo velikih cvetličnih posod – Joseph Monier (1832 – 1906). Iznajdba je bila patentirana leta 1867.

V gradbeništvu pa se je na veliko začela uporabljati tudi kombinacija stekla in železa. Nastajale so prave stavbarske mojstrovine. Za prvo svetovno razstavo v Londonu leta 1851 je bila po načrtih Josepha Paxtona (1801 – 1865) postavljena Kristalna palača, ki je bila vsa narejena iz stekla in kovine. Ta tehnologija in estetika gradnje je zelo vplivala na zidavo trgovinskih poslopij. Tako je bila 1870 leta postavljena v Londonu Royal Albert Hall, V

Parizu za svetovno razstavo leta 1900 Grand Palais in vrhunec takratne jeklene konstrukcije Eifflov stolp postavljen leta 1889, ki so ga dobesedno sestavili po načrtih inženirja Aleksandra Gustava Eiffela (1832 -1932) in je dosegel za tiste časa izjemno višino 300,5 metrov.

Devetnajsto stoletje je prineslo pravo revolucijo v gradbenih konstrukcijskih novostih, resničen tehnološki premik. Nove zahteve sta gradbeništvu postavljala gradnja železnic in naraščanje železniškega prometa, bila je potrebna nova gradnja mostov in predorov, v Londonu pa so leta 1818 pričeli z gradnjo prvega podvodnega predora pod reko Temzo, ki jo je izvedel Isambard Kingdom Brunel (1769 – 1849). Njegova tehnika vrtanja predora je bila splošno sprejeta. Leta 1857 so pričeli delati znameniti železniški predor Mont Cenis v Alpah, ki je z dvotirno progo povezal Italijo in Francijo. Predor je dolg 14 km. Najdaljši predori na svetu so bili izkopani za pretakanje vode, tako ima New York iz tistih časov dva vodna predora v dolžini 28,5 in 33 kilometrov.

Darbyev , že omenjeni prvi železni most s svojim 30 metrov dolgim železnim lokom iz leta 1779 je v uporabi še danes. Thomas Telford (1757 – 1834) je proučeval možnosti za postavitve visečih mostov s kabli iz kovnega železa. Prvi viseči most pa je postavil leta 1801 Američan James Finley čez reko Jacob's Creek v Pensilvaniji. V letih 1819 – 1826 pa je Telfordu uspelo postaviti čez ožino Menai v Severnem Welsu viseči most z 177 metrov dolgim lokom v višini 32 metrov. Most je v uporabi še danes, le da so ga razširili in nadomestili kable iz kovnega železa z jeklenimi. Prvi francoski železni viseči most je postavil, sicer tudi iznajditelj večcevne parnega stroja in konstruktor prve francoske lokomotive, Marc Seguin (1786 – 1875) na reki Rhone blizu Liyona. Joseph Chalet pa je postavil v Švici čez reko Saane 300 metrov dolg viseči most. Ti mostovi so utrli pot visečim mostovom dvajsetega stoletja.

Robert Stephenson je v letih 1846 -50 čez ožino Menai v bližini Telfordovega mostu postavil železniški cevni most. Most je še vedno v uporabi, vendar je ta tehnologija gradnje hitro preživela. Problem cevnih mostov so bile velikanske količine železa, ki so bile potrebne za njihovo gradnjo. Po letu 1850 so ta problem rešili z uporabo traverz. Seveda pa je bilo z mostovi v tistem času povezanih kar nekaj katastrof, kar je bilo dobro opozorilo načrtovalcem, ki so postavljali veliki viseči Brooklynski most v New Yorku.

V gradbenih tehnikah je bil tudi velik napredek v praktični uporabi hidravlike in zaradi potrebe po skrajšavah pomorskih poti so v tem stoletju pričeli s kopanjem morskih prekopov. V letih 1859-69 so kopali Sueški prekop, ki ga je zasnoval in vodil izgradnjo francoski inženir Ferdinand Lesseps (1805 – 1894). On je zasnoval tudi Panamski prekop, ki pa so ga z odkupom koncesije dokončali Američani. V 19. stoletju so bili še zgrajeni: Kielski prekop, Korinstki prekop in Manchesterski prekop.

Promet in komunikacije

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 289 – 305
- [Steam locomotive - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Rail transport - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Transcontinental Railroad...Experiments](#)
- [Liverpool and Manchester Railway - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

- [George Stephenson - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Stephenson's Rocket - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [World War I - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Steamboat - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [William Symington - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Robert Fulton - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [North River Steamboat - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [PS Comet - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [No. 550: Steam across the Atlantic](#)
- [Josef Ressel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Isambard Kingdom Brunel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Tudi v prometu je rast industrijske proizvodnje in povečanega trgovanja zahtevala izboljšave na vseh področjih. Promet po cestah je pretežno potekal z vozovi. Prve ceste s trdno površino so bile grajene že v 17. in 18. stoletju. V zvezi z utrjevanjem površin je bilo veliko eksperimentov, bile pa so se tudi žolčne razprave v zvezi z podlago in glede materialov, ki se naj uporabijo za površine. Nastal je znani način posipavanja, ki ga poznamo pod imenom makadamizacija. Vendar vse do iznajdbe cestnega parnega valjarja v letu 1860 ni bilo opaznega napredka, saj je s tem prišlo do kvalitetnejšega zbijanja cestnega gramoza, ki je bil pomešan s peskom in vodo, kar je dalo razmeroma enovito in trdno površino. S pojavom avtomobilov leta 1900 in ko so ta vozila presegla hitrost 40 km/h ta površinska obdelava ni bila več primerna, ker so zaradi obremenitve koles nastajale jame na cestah, ki so lomile avtomobilske vzmeti. Rešitev so našli šele leta 1907, ko so ceste začeli polivati s tekočim katranom.

Najprej so se prometno razvile železnice: kombinacija parne lokomotive in stalnih železniških tirov. Poizkusi s to kombinacijo v prvi četrtini 19. stoletja so dosegli svoj prvi višek z odprtjem Stokton&Darlingtonske železnice leta 1825. Naslednjih pet let razvoja parnih lokomotiv pa je pripeljalo do medmestne železniške povezave med Liverpoolom in Manchestrom. Predstavljala je prvo redno z voznim redom urejeno potniško in tovorno železniško povezavo na svetu. Železnico je načrtoval George Stephenson (1781 – 1848). Lokomotive pa so bile njegovo skupno delo s sinom Robertom. Prva lokomotiva je bila znamenita Rocket. Odprtje te redne proge lahko štejeemo za začetek železniške ere, ki se je nadaljevala vse do začetka Prve svetovne vojne leta 1914. Med tem časom so gradili železnice po vseh deželah sveta na vseh kontinentih – odpirale so veliko območje trgov industrijske družbe. Z razvojem so lokomotive dobivale večjo moč, vendar so bistveni principi delovanja, ki jih postavil Stephenson ostali nespremenjeni. So pa z razvojem lokomotiv doživljali spremembe tudi tiri: kovno železo in delno tudi jeklo sta zamenjala lite tračnice, ki so pogosto pokale pod težo kompozicij. Seveda pa je za kvaliteto položenih tirov bilo odgovorno gradbeništvo.

Naslednje področje v prometu, kjer je bila uporabljena parna energija, so bile cestne lokomotive, vendar pa zaradi ljubosumja drugih prevoznikov, in slabih cest, ta stroj nikoli ni imel možnosti za razvoj, ki bi bil vsaj približno podoben železniškim lokomotivam. Predvsem so ji uporabljali za vlečenje težkih tovorov.

Tretja aplikacija parne energije je spremenila vodni promet. Začetni poskusi uporabe parnega stroja na ladji so se dogajali na reki Sieni v Franciji že leta 1775. Na prehodu v 19. stoletje pa je nekaj eksperimentalnih ladij zgradil William Symington (1764 -1834) v Angliji.

Američan Robert Fulton (1765 – 1815), ki je neuspešno prepričeval Francoze za investicijo v parnike je s svojimi nameni uspel v Ameriki. Tako je leta 1807 izdelal parnik z dvostransko delujočim Wattovim strojem, ki je poganjal dvojne lopatastih vodnih koles. To je bila prva komercialno uspešna ladja na parni pogon: North River Steamboat, parnik, ki je sicer bolj znan po imenu Clermont. Zelo hitro je ta parnik vozil kot redna linija na 270 km dolgi poti med New Yorkom in Albanyem.

Prvi uspešni parnik v Evropi je bil Comet zgrajen v Glasgowu leta 1812. Seveda so bili vsi zgodnji parniki relativno majhne ladje z lopatastimi kolesi in jih niso uporabljali za dolge plovbe, saj so se ustavili pred problemom velikosti skladišča za gorivo. Seveda pa je povpraševanje po parnikih zelo naraščalo tudi zaradi vse večje svetovne kolonialne ekspanzije. Prva ladja ki je združevala jadra s parnim pogonom in je tudi prva pod ameriško zastavo leta 1819 preplula Atlantik je bila Savannah, in sicer je v Anglijo prepeljala tovor bombaža.

Razvoj parnikov pa se je dejansko razmahnil šele po letu 1830, saj je bilo potrebno za oceansko plovo spremeniti konstrukcijo ladij, počakati pa je bilo potrebno tudi na odkritje ladijskega vijaka, ki ga je izumil Čeh Josef Ressel (1793 – 1857). Z njim je leta 1829 splavil prvi parnik Civetta, ki je bil na redni plovi med Trstom in Benetkami.

Inovacijski konstrukcijski prispevek, ki je razrešil probleme oceanske dolge plovbe parnikov pa pripada že omenjenemu angleškemu inženirju I. K. Brunelu (1806 – 1859). Vsak od njegovih treh velikih parnikov je predstavljal velik napredek v razvoju ladijske tehnologije. S konstrukcijo leta 1837 splavljenega parnika Great Western, ki je bil zgrajen posebej za plovo po Atlantiku je dokazal, da se z povečanjem volumna ladje zmanjšuje prostor potreben za gorivo. Parnik Great Britain, ki je bil splavljen leta 1843 je bila prva velika železna ladja z vodnim vijakom. Ko se je po tridesetih letih plovbe vrnila v domači Bristol in bila razstavljena, se je pokazala velika kvaliteta njene konstrukcije. Leta 1858 splavljeni parnik Great Eastern je bil s svojimi 18,918 tonami največja v 19. stoletju zgrajena ladja. Imela je dvojni železni trup in dva stroja, ki sta poganjala vijak in lopatasto kolo. Ta ogromna ladja ni sicer izkazala ekonomske upravičenosti, vendar pa je predstavljala tehnične možnosti velikih železnih parnikov za bodoči razvoj. Proti koncu 19. stoletja so parniki v večini že povsem nadomestili jadrnice na vseh glavnih pomorskih trgovskih poteh sveta.

Tehnološki napredek ob koncu 19. stoletja

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 335 – 350
- [George Westinghouse - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Nikola Tesla - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Phonograph - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Cinematograph - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Electrical telegraph - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Charles Wheatstone - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [William Fothergill Cooke - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Samuel F. B. Morse - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Telephone - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Wireless telegraphy - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

- [Guglielmo Marconi - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [The Foundations of Radio, Telegraph, Morse Code](#)

Ob koncu 19. stoletja je možno zaznati nov napredek na različnih področjih tehnologije. V električni energiji se je bil boj med privrženci enosmernega in dvosmernega toka, pri čemer so prevladali slednji, saj je George Westinghouse leta 1891 uporabil izmenični tok, pri hidroelektričnih instalacijah pri Niagarskih slapovih. Pri tem se je zanašal na izračune Nikole Tesle, ki je dokazoval, da je za praktične namene primernejši dvofazni tok. Vendar pa se uporaba dvofaznega toka ni mogla prav razširiti vse do odkritja trofaznega toka, kar je prineslo nove poglede na prenašanje električne energije na sploh. Zasluga za to iznajdbo pripada Rusu Mihailu O. Dolivo- Dobrovolskemu, ki je dokazal, da je mogoče s trofaznim tokom dobiti enako rotacijsko magnetno polje, kot sta ga Ferraris in Tesla dobila z dvofaznim sistemom. Na teh načelih je izdelal trofazni motor, ki je znan kot asinhroni motor, ki ga je prvič predstavil leta 1891 v Frankfurtu.

To je tudi čas iznajdbe fonograma in kinematografa, električne in radijske telegrafije in enega najpomembnejših komunikacijskih izumov – telefona. Vse velike inovacije v komunikacijski tehnologiji izvirajo iz elektrike.

Električni telegraf sta izumila oziroma uporabno razvila za razvijajoče se Britanske železnice Sir Charles Wheatstone in Sir William Cook in ga skupno patentirala leta 1837. Tako rekoč istočasno je ameriški iznajditelj Samuel F.B. Morse razvil kodni signalni sistem, ki je bil postopno sprejet po celem svetu. V naslednji četrtini stoletja so bili svetovni kontinenti medsebojno povezani s transoceanskimi kabli, kar je omogočalo hkratno in trenutno komunikacijo.

Telefon je izumil Aleksander Graham Bell leta 1876. Bil je hitro sprejet in v zelo kratkem času je postal govorno komunikacijsko sredstvo v ameriških mestih.

V tem času je znanstveno raziskovanje elektromagnetnih lastnosti svetlobe prineslo izjemne eksperimentalne rezultate, ki so omogočili brezžično telegrafijo. Guglielmo Marconi, ki je že ob koncu stoletja uspel prenesti brezžična sporočila več milj daleč, je pripravljaval napravo s katero je 12. decembra 1901 vzpostavil prvo trans atlantsko radijsko zvezo. Leta 1909 je za brezžično telegrafijo prejel Nobelovo nagrado za fiziko.

Seveda pa velja ob tehnoloških napredkih konca tega stoletja še enkrat omeniti razvoj električnih motorjev, toplotnega stroja, parne turbine, razvoj strojne industrije, plinske in dieselske motorje in začetke letalstva.

Vojaška tehnologija

Viri:

- Zgodovina človeštva, V/1, str. 327 – 334
- [Henry Shrapnel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Christian Friedrich Schönbein - Wikipedia, the free encyclopedia](#)
- [Alfred Nobel - Wikipedia, the free encyclopedia](#)

Vojaška tehnologija je bilo edino področje 19. stoletja, ki ni bilo dramatično pod vplivom aplikacij pare in elektrike. Parni stroji so se na vojaških ladjah pojavili šele po letu 1840. Razlog za to je bil v dejstvu, da so pogonska lopatista kolesa preveč ranljivo vitalno mesto za

sovražne izstrelke, tako, da se je parna tehnologija na bojnih ladjah lahko pojavila šele po iznajdbi ladijskega vijaka. So pa vojaški strategji sprejeli gradnjo železnih ladijskih konstrukcij. Ne glede na to, da se je velikost vojska od leta 1750 do 1900 zelo povečala, je bilo relativno malo tehnoloških inovacij, seveda glede na druga področja.

Razvoj je zelo uspešno potekal predvsem v boju za vse večjo ognjeno močjo oborožitve. Šrapnel je bil novi topniški izstrelak, ki so ga hitro sprejele vse vojske sveta. Iznašel ga je angleški častnik Henry Shrapnell. Nemški kemik Christian Friedrich Schönbein je leta 1846 iznašel novo razstrelivo piroksilin (kolodijski bombaž), ki je veliko močnejši od smodnika.

Topništvo je doživelo, glede na razvoj metalurgije, pomembne spremembe. Za risane topovske cevi so pričeli uporabljati jeklo, ki je zaradi svojih izvrstnih mehanskih lastnosti postalo glavni material pri izdelavi orožja. Prusko topništvo je imelo prvo topove iz litega jekla, kar je bila nemška odločilna prednost v Francosko-Pruski vojni leta 1870-71. V drugi polovici devetnajstega stoletja se je pojavila strojnica. Izboljšala sta se natančnost in domet vseh orožij. Iznajdena pa so bila tudi nova močna razstreliva. Pojavil se je nitroglicerina in ko je Alfred Nobel iznašel način zažiganja nitroglicerina z živosrebrnim fulminatom, je leta 1865 iznašel vžigalko in s tem veliko močnejšemu razstrelivu našel tudi poseben način vžiganja. To je seveda spodbudilo raziskave in razvoj tudi drugih močnih razstreliv. Nobel si je s svojimi 129-ti patenti in odkritiji prislužil veliko denarja. Večino tega imetja je z oporoko zapustil Nobelovi ustanovi, ki vsako leto podeli nagrade za različna znanstvena področja, književnost in mir.

Zaključek

Razvojni tokovi 19. stoletja se med drugim dobro odražajo v nekaterih primerjalnih statističnih podatkih. Kot posledica tehnološkega, znanstvenega razvoja in napredka beležimo v tem stoletju enormno rast svetovne produkcije. Tako se je produkcija železa iz 0,5 milijona ton v letu 1800 zvišala na 40,7 milijona ton v letu 1900. V samo obdobju dveh let, 1905-7, se je število vsako leto izdelanih parnih lokomotiv iz 5500 povečalo na 7300. Če so v letu 1775 po vsem svetu nakopali vsega 65 000 ton bakra, cinka, aluminija in neželeznih kovin, so jih v letu 1900 2 milijona ton.

Izjemno se je povečalo svetovno prebivalstvo. Nastala so velika mesta. V Londonu se je število prebivalstva povečalo iz 865 000 tisoč v letu 1800 na 4 714 000 v letu 1900. Hitri prehod prebivalstva iz podeželja v mesta je povzročil veliko eksistenčnih problemov in revščine. Zaradi razvoja velikih tovarn in spremenjenega načina proizvodnje je propadlo veliko obrti, hišnih dejavnosti in podobnega, s čemer so se ljudje preživljali. Te dejavnosti, ki so do leta 1830 še predstavljale dve tretjini evropske produkcije, so do leta 1880 skoraj izginile. Za nameček je leta 1833 izbruhnila epidemija kolere, ki je bila skoraj tako uničujoča kot kuga v Srednjem veku. Nastale razmere so strukturno spremenile človeško družbo. V mestih se je močno razpasel organiziran kriminal, vlada je revščina in beda industrijskega proletariata, kar sta dobro opisala v svojih delih Charles Dickens in Victor Hugo in pozneje v Beraški operi Berthold Brecht.

Izjemno se je povečala produktivnost v tovarnah, seveda na škodo delavcev: moških, žensk in otrok. Realne mezde so se dejansko zmanjševale. V Angliji se je dnevna produkcija v obdobju sedemdesetih let, od 1770 – 1840, povečala za 2700 odstotkov. Delavskemu razredu seveda zato ni šlo 27 krat bolje, nasprotno bilo mu je še slabše. V Angliji je bilo v začetku 20. stoletja

93 odstotkov narodnega bogastva v rokah 13 odstotkov ljudi. Za konec 20. stoletja pa pravijo, da je ta odstotek koncentracije svetovnega kapitala še hujši – 5 odstotkov.

Zaradi izjemnega razvoja tehnologije prometa, predvsem železnic in vodnih prevozov, ter zaradi socialnih stisk v prenatrpanih mestih so postajale vse pogostejše migracije, predvsem pa imigracije prebivalstva iz Anglije, Irske in Nemčije, večinoma v Združene države in tudi v kolonije imperialnih držav.

Zaradi potreb po izobraženi delovni sili je v letih med 1870 in 1895 v velikem delu Evrope začela izginjati nepismenost. Bile pa so tudi velike potrebe po višje izobraženih kadrih, kot so inženirji, zdravniki, učitelji ... Zato so pospešeno nastajale nove univerze in izobraževalni inštituti.

Ker so tovarne postajale vse večje z vedno več zaposlenimi so se iz razvojno kapitalskih razlogov podjetja spreminjala v novo obliko gospodarske organiziranosti – nastale so delniške družbe. To je imelo za posledico rast upravne strukture podjetij in v skladu s to rastjo in vedno slabšim ekonomskim položajem proletariata je rasla tudi organiziranost delavskega gibanja.

V letu 1873 je izbruhnila prva svetovna gospodarska kriza, ki je zajela Anglijo, ZDA, Nemčijo in Rusijo. Posledica je bil gospodarski zlom velikega števila malih podjetij, kar je vodilo v branžno koncentracijo proizvodenj, ki jo je vzpodbujal tudi razmah delniških družb. Takšne koncentracije pa ob doseganju kritične točke vodijo v monopole, ki so podlaga za nastanek kapitalskega in s tem tudi političnega imperializma. V vodilnih kapitalističnih državah so imeli monopoli v rokah težko industrijo, železniške in vodne poti, banke, notranjo in zunanjo trgovino in delno tudi nekatere panoge lahke industrije, prodirali pa so tudi v področje kmetijstva.

Vse to pravzaprav ni bila nič kaj dobra popotnica prihajajočemu dvajsetemu stoletju, ki je že na svojem začetku kot rezultat zaostrenih odnosov postreglo z Prvo svetovno vojno, s politično-kapitalsko prerazporeditvijo sveta, torej s spremembo geopolitičnega zemljevida planeta. Bila pa je na razpolago tudi relativno bogata znanstvena dediščina iz katere so črpali največji raziskovalni duhovi iz prve polovice 20. stoletja.

Dvajseto stoletje predstavlja popolno prevlado znanosti, ki je že v prvi tretjini prišla do odkritij, ki so nenehno in vse do danes presegale tehnološke zmožnosti človeške vrste. To je bilo stoletje Einsteinove Posebne in Splošne teorije relativnosti, Bohrove moderne utemeljitve atoma, kvantne mehanike s Heisenbergovim Načelom nedoločenosti, genetike in odkritja DNK in na koncu stoletja razkritja človeškega genoma. Na teh osnovah se je skozi vso stoletje dogajal pospešen tehnološki razvoj na vseh področjih človeškega bitja in žitja.

Stoletje je šlo skozi fazo Druge industrijske revolucije, atomske dobe, vse do današnje informacijske dobe. Bila sta dva svetovna vojaško-politična spopada, v drugem od obeh sta bili povsem brez potrebe odvrženi atomski bombi na japonski mesti Hirošimo in Nagasaki. Bilo je dolgo obdobje hladne vojne med dvema politično-ekonomsko antagonističnima sistemoma: kapitalizmom in komunizmom. Lokalni vojaški spopadi mednarodnih razsežnosti so se in se še vedno vršijo na različnih koncih planeta. Uspeli smo pristati tudi na luni. Vesoljske sonde pošiljamo na raziskovalne misije znotraj našega sončnega sistema in upamo, da bomo našli pogoje kamor se bomo morda lahko preselili, ko bomo do konca uspeli izčrpati svoje naravno okolje, ki mu pravimo modri planet – Zemlja.

Dvajsetemu stoletju, njegovim znanostim in tehnologiji se bomo vsebinsko izčrpno posvetili v okviru predavanj Zgodovina tehnoloških iznajdb.