

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

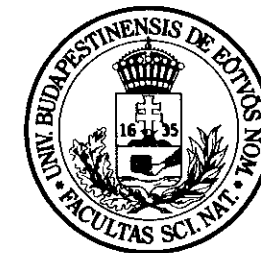
# Technikatörténet 1760 — 1960

Az ipari forradalom határainkon túl és Magyarországon

Egyetemi és főiskolai jegyzet

Szerkesztette

Endrei Walter és Jeszenszky Sándor



Szerkesztette: Endrei Walter és Jeszenszky Sándor

### Szerzők:

*Amaczi Viktor* mérnök alezredes  
*Bajnay László* c. egyetemi tanár  
*Endrei Walter* c. egyetemi tanár

*Gáll Imre* dr. okl. általános mérnök  
*Greguss Ferenc* szakíró  
*Jeszenszky Sándor* c. egyetemi docens

*Kiss László* múzeumi főigazgató helyettes  
*Szabadvány Ferenc* egyetemi tanár  
Szerkesztői munkabizottság  
*Szűcs Ervin* egyetemi tanár  
*Thernesz Vilmos* ny. egyetemi docens

14. fejezet: Haditechnika

11. fejezet: Építészet

Előszó

1. fejezet: Az ipari forradalom

2. fejezet: Textilipar

15. fejezet: Az ipari forradalom hatása

10. fejezet: Mélyépítés

12. fejezet: Mérés és automatizálás

4. fejezet: Erőgépek

5. fejezet: Kohászat és gépipar

6. fejezet: Géphajtású járművek

7. fejezet: Elektrotechnika

15. fejezet: Az ipari forradalom hatása

16. fejezet: Múzeumok

8. fejezet: Vegyipari technika

3. fejezet: Bányászat

13. fejezet: Számítógéptechnika

9. fejezet: Mezőgazdasági és élelmiszeripar

### Lektorálta:

Ács Tibor, Endrei Walter, Faller Gusztáv, Fábián Tibor, Jeszenszky Sándor, Szűcs Ervin

Műszaki szerkesztés: Haász József és Szűcs Ervin

### Előszó

Az eredeti szándék szerint egy egyetemi jegyzet második kötetét tartaná a kezében az egyetemi-főiskolai hallgató illetve az érdeklődő olvasó. A technikatörténeti jegyzet (Endrei-Makkai-Nagy-Szűcs: *Ember és technika I.*, Technikatörténet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988) ugyanis csak az ipari forradalom kezdetéig követte a fejlődést.

Amikor azonban a PRO RENOVANDA CULTURA HUNGARIAE ALAPÍTVÁNYnak köszönhetően lehetőség nyílt a folytatás kiadására, a több helyről jelentkező igények arra készítették a szerkesztőket, hogy a munkát szélesebb alapokra építsék fel. A fent említett jegyzet korszakos beosztású és az ELTE Általános Technika Tanszékének oktatói írták. Ezúttal az egyes ágazatok 1760-1960 közötti fejleményeinek taglalására a szóbanforgó szakma technikatörténetének legjobb hazai művelőit igyekeztek megnyerni a szerkesztők. Ebből következik, hogy az Olvasótól megértést várnak el az egyes szerzők stílári és felfogásbeli különbözősége tekintetében; tizenkét kutató kezelési módszerének — és tegyük hozzá ugyanennyi szakmának — egységessé tétele nem is állt a szerkesztők szándékában. Ennek megfelelően az irodalomra történő hivatkozás módját sem változtatták meg.

Az itt tárgyalt egész korszak során Magyarország a ma is oly aktuális műszaki modernizáció, a fejlett ipari országok technikai eredményeihez való felzárkózásának feladatával küszködött. Ezért minden fejezet utal a hazai műszaki fejlődésre, az elmaradás okaira, kivételesen (malomipar) az élvonalba jutás körülményeire; külön fejezet foglalkozik ipari és műszaki emlékeinkkel is.

Meggyőződésünk, hogy napjaink társadalmi, gazdasági problémái nem oldhatók meg széleskörű technikai általános műveltség nélkül, amelynek alapvető eleme a történeti szemlélet, a technikatörténeti tájékozottság. Ezért reméljük, hogy szolgálni, hanem széleskörű, a technikatörténet iránt fogékony olvasóközönségnél is kedvező fogadtatásra talál.

Budapest, 1993. július

Készült a Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány és az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatásával, az ELTE TTK Általános Technika Tanszékén.

## 1. Az ipari forradalom

### 1.1 Az ipari forradalom fogalmának meghatározása

Azt a korszakot, melyet vizsgálunk *ipari forradalom* megjelöléssel szokás emlegetni, jöllehet mind *időbeli*, mind *földrajzi* kiterjedése vitatható. Egyrészt 1760 körül csak Angliában gyorsult fel a technika fejlődése számottevő mértékben és sokan a 20. sz. eseményeit már a tudományos és technikai forradalom részének tekintik, másrészt az ipari forradalom jellemzőnek tartott változásai a föld számos országában sokkal később (vagy mindmáig egyáltalán nem) mentek végbe, végül vannak nézetek, melyek szerint számos ipari forradalom zajlott le a történelem során (pl. a középkorban vagy a 17. sz.-ban). Minthogy azonban a közfelfogásban meghonosodott a kifejezés, jegyzetünk igazodik hozzá.

Erre a magyar nyelv — a nyelvújításnak hála — több joggal ruház fel bennünket, mint bármely más nemzeté. Ugyanis a forradalom szó egy olyan *állapotváltozásra* (a víz forrására) utal, mely a folyékony fázisból a gőzfázisba való átmenetként gyökeresen más minőségi paraméterekkel jellemezhető. Az idegen nyelvekben használatos latin eredetű *revolutio* szó revolvo töve „visszagörgetést”, esetleg az égitestek forgását jelentette, társadalmi — gazdasági változás értelmében csak az angol polgári forradalom óta használatos. Az első (polgári) forradalom elnevezése ugyanis a „*glorious revolution*” záróakordját a Stuart-ház 1660-beli *restaurációját* jelölte meg s így inkább kompromisszumra mint fordulatra emlékeztet.

Mai felfogásunk szerint az emberiség története gazdasági tekintetben három periódusra osztható: túlnyomóan

- vadászó-gyűjtögető,
- földművelő és
- az ipari foglalkozással jellemezhető időszakra.

Az első szakasz évmilliókra tehető és benne az ember tisztán biológiai lény, jóformán csak eszközei különböztetik meg más állatok életmódjától. A második szakasz csak évezredekig tartott és számos társadalom (pl. India, Kína) ma is ebben él. A harmadik korszak — Anglia kivételével — alig több mint száz éve honosodott meg Európában és Észak-Amerikában, több fejlett országban (pl. Japán) ennél is fiatalabb.

Ezek után célszerű az ipari forradalom meghatározására kísérletet tenni. Míg ugyanis a vadászó ember földművelő paraszttá válása *évezredek* alatt ment végbe (kb. i.e. 10...8 000), addig a mezőgazdasági súlypont feladása az iparosítás javára csak *évtizedekig* tartott és ezért sokkal inkább rászolgál nevére, mint a neolitikus „agrárforradalom”. A bekövetkezett *társadalmi változás*

általában azzal jellemezhető, hogy a lakosság munkaképes részének kevesebb mint fele van a mezőgazdaságban foglalkoztatva, illetve a nemzeti jövedelemben a mezőgazdaság részaránya kisebb mint 50%. Néhány ország példáján ez jól érzékelhető:

	1850	1900	1950
Nagy-Britannia	22	9	5
Hollandia	44	31	20
Franciaország	52	42	30
USA	65	38	13
Oroszország (SZU)	90	85	56

1.1. ábra. A mezőgazdaságban foglalkoztatott lakosság %-os aránya (Cipolla)

	1770	1870	1960
Nagy-Britannia	45	15	4
USA		30	4
Németország		30	8
Franciaország		45	10
Oroszország (SZU)		55	25
Kína			50

1.2. ábra. A mezőgazdaságban termelt javak %-os aránya a nemzeti jövedelemben (Cipolla)

A társadalom gazdasági szerkezetének átalakulása azonban csak úgy mehet végbe, ha

- a csökkenő számú földművelő el tudja tartani a megnövekedett ipari foglalkozású lakosságot, vagyis
- megelőzően és párhuzamosan a mezőgazdasági technika nagymértékű racionalizálása következik be,
- az alapanyag és energiaellátás lépést tart az iparosítás ütemével és végül
- az áruelosztás, tehát a közlekedési feltételek is megjavulnak.

Ebből következik, hogy az iparra jellemző módon végbemenő *gépesítési folyamat* nem

szorítkozik a *gyárak* termelőszközeire, hanem megköveteli a *földművelésben, energiaellátásban, közlekedésben*, sőt más területen (pl. *híradás*) való alkalmazását is. Csak amikor a gazdasági élet egészét alkotja az átalakulás, amikor láncreakcióra emlékeztető módon váltják ki egymást újabb és újabb találmányok, beszélhetünk az ipari forradalom sikeréről. De ez a jelenség nem ment végbe sematikusan, vagyis az angliai példa (textilipar, gőzgép) nyomán. Magyarországon pl. a vasúti hálózat és a malomipar létrehozása indította meg a fejlődést. Másutt ez a kezdeményezés sem eredményezte a

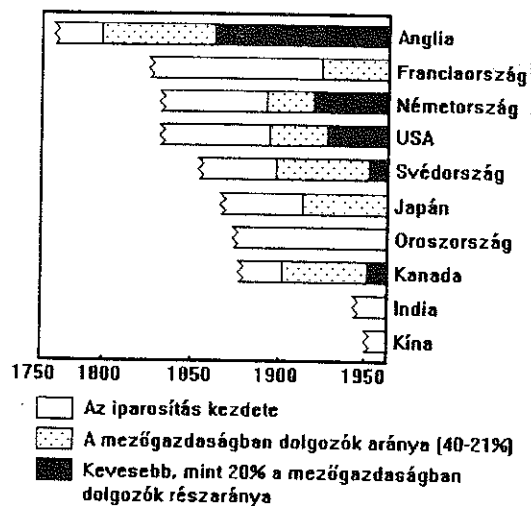
tervezett kibontakozást: Indiában korán megépítették a földrész legsűrűbb vasúthálózatát, mégsem valósult meg az ipari forradalom.

Ahogy a neolitikus agrárforradalom Mezopotámiából terjedve évezredek alatt érte csak el Eurázsia távoli tájait (pl. Britanniát i.e. 3000...1800), azonképpen az ipari forradalom is csak lassan, tétovázva hódított tért Angliából kiindulva Európában és Észak-Amerikában:

Amennyiben a lakosság túlnyomó részének iparban és szolgáltatásokban való foglalkoztatásának kritériumából indulunk ki, Németország és az USA csak a 19. sz. vége felé érte el Anglia 1800 körül kialakult gazdasági szerkezetét. Magyarországon a múlt század végén gyorsult fel az iparosodás, de csak 1960-ban süllyedt a mezőgazdaságban foglalkoztatottak száma 40%, 1987-ben 20% alá. A harmadik világ legtöbb országában ez ma sem történt meg, jellemző, hogy a 400 millió ott élő fogatos állat mindössze 33 millió kW teljesítménye alig több az NSZK traktoraiénál. (Igaz tejet, húst, bőrt és trágyát is szolgáltatnak.)

A technikai fejlődés felgyorsulásának az emberiség több ízben is tanúja volt, pl. a kínai Handinasztia (Kr.e. 3...Kr.u. 3. sz.) korában, vagy a középkori Nyugat-Európában (10...14. sz.) Míg azonban ezek kivétel nélkül fokozatosan lassultak és visszaesés vagy stagnáció követte őket, addig az ipari forradalom — bár helyszíne változott és diverzifikálódott — mindmáig mondhatni egyenletes gyorsulással folytatódik. Ez számos tudóst a jelenség *megmagyarázásának* kísérletére csábított.

Volt aki a puritán kálvinista üzleti szellemnek tulajdonította (*Max Weber*), volt aki a



1.3. ábra. Az ipari forradalom terjedése 1760...1960.

tőkeakkumuláció és tömeggyártmányok iránti társadalmi igény szerencsés találkozásának (*Jánosy Ferenc*), de egyben szinte minden szerző egyetért: Angliát gazdasági és társadalmi szerkezete predesztinálta arra a szerepre, melyet az ipari forradalom elindítójaként játszott.

Miért éppen Anglia?

A kérdés jogosan vetődik fel, hiszen a szigetország műszaki színvonal tekintetében aligha minősült fejlettebbnek más nyugat-európai országoknál. Számos iparágban rászorult a kontinens know-how-jára: Németalföldről textilkészítők és kohászok, Franciaországból hadiipari, Olaszországból selyem, Németországból bányászati szakemberek behívására kényszerült. A társadalmi viszonyokat is szokás indokként felhozni: lezajlott a polgári forradalom, a polgárság megerősödött és a gyarapodó gyarmatbirodalom révén meggazdagodott, a céhek elhaltak, szaporodtak a manufaktúrák. Ám mindez elmondható Hollandiáról is. Ismét mások a kálvinista-puritán szellem hatásának vagy éppen az angol kézműves precizitásának tulajdonították, hogy ott kellett legelőbb kialakulniuk az ipari forradalom feltételeinek. Egy kortárs, *Samuel Ryhiner* svájci pamutnyomó egyenesen így fogalmazott:

„Ha valamely dolgot tökéletessé akarunk tenni, Franciaországban kell feltalálni és Angliában kell kivitelezni.”

Mind e magyarázatokban van igazság, de további, legalább egyenrangú tényezőkről is szólni kell.

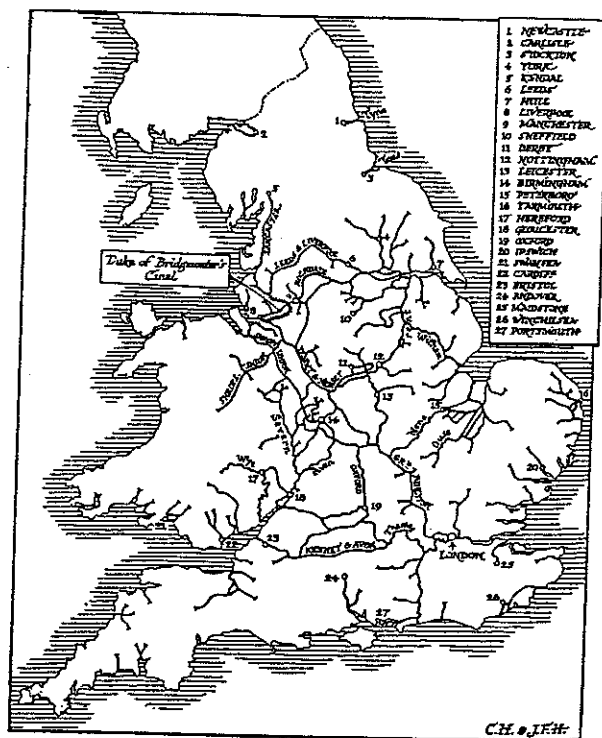
Ezek közé tartozik mindenekelőtt egy újabb ún. *agrárforradalom*, amely legkövetkezetesebben Angliában valósult meg. A négyes-vetésforgó bevezetése, mellyel az ugar teljes elhagyása járt együtt, norfolki változatában pl. így festett:

trágyázott tarlórépa  
árpa/lucerna  
lóhere  
búza

A takarmánynövények túlsúlya az állattartás megnövekedett szerepére is fényt vet, emez pedig a trágyázására. Természetesen teljesen új, nagy táperejű növények bevezetése is a 17...18. sz.-ban vált általánossá: a burgonya, a tengeri, majd a cukorrépa említendő meg. Ehhez járult a mezőgazdasági eszközök tökéletesítése, pl. *Jethro Tull* vetőgépe (1701) vagy a *Rotherham* eke (1730), mely már egyfajta mélyszántást tett lehetővé.

A másik figyelembeveendő előny, mely Anglia kezdeményezését magyarázza a szén- és vasbányászat fejlett volta, egymáshoz való közelsége. Elég talán két, az ipari forradalmat megelőző angol találmányra emlékeztetni: *Abraham Darby* kokszolási eljárására (1709) és *Newcomen* gőzgépére (1712), mely majdan Watt találmánysorozatát váltja ki.

Azonban arról sem szabad megfeledkezni, hogy Nagy-Britannia nagy és egységes piac, melyet — a kontinensnél színvonalasabb — úthálózat és azt a 18. sz. közepe óta kiegészítő csatornahálózat tett hozzáférhetővé a kereskedelem számára, az ország sziget volta amúgy is kedvezett az áru tengeren való olcsó szállításának. Az ún. csatornakorszak (kb. 1750...1830) csúcspontja idején 7200 km hosszú volt a hajózható belvizek hossza, évi 30 millió t árut szállítottak rajtuk. Nem kétséges: példaként szolgálhatott az 1666...81 között Dél-Franciaországban épült Canal du Midi, mely 240 km hosszával, 100 zsilipével az Atlanti-óceánt a Földközi-tengerrel kötötte össze. De az angliaihoz hasonlítható sűrűségű, jórészt máig is használható hálózat a kontinensen sehol sem jött létre.



1.4. ábra. A legjelentősebb hajózható folyók és csatornák Angliában, 1858 körül

Végül nem közömbös az a létkör, mely Angliában a technikai fejlődés eszméje körül kialakult. Az első igazi szabadalmi törvényt (Statute of monopolies) már 1623-ban kibocsátotta az angol parlament. A szabadalmaskok közt főrangú arisztokraták is előfordultak, mint pl. *Rupprecht* herceg, aki több, acélgártásra és rézötvözésre vonatkozó eljárást helyezett oltalom alá. Ilyen jelenség a kontinensen elképzelhetetlen volt a 18. sz.-ig. Kétségtelen, hogy ez a mentális nyitottság

hozzájárult Anglia vezető szerepének kialakulásához.

## 1.2 Az ipari forradalom mint „láncreakció”

Az események korai leírói, mint *Babbage* (1832) vagy *Ure* (1835), azok sorrendiségéből ok-okozati kapcsolatokra próbáltak következtetni, és így egyfajta *láncreakció képzete* alakult ki. Ennek a valóságban lezajlott történéshöz olykor kevés köze van és főleg nem illeszthető a korszak gazdasági és politikai miliójébe.

Ezt egy példával világítjuk meg. Az ipari forradalmat kiváltó textilipari szabadalmak elsődjeként *John Kay* repülő vetélőjét (1733) szokták felidézni azzal, hogy az általa okozott termelékenység növekedés nyomoztó fonalínséghez, ez pedig a fonógép feltalálásához vezetett. Ez az okoskodás — bármely tetszetős — a tényekkel szöges ellentétben áll. Már a találmány és az első fonógép keletkezésének időpontja közti 31 év is gyanút kelthet, de az 1731 és 1770 közötti angliai fonalimport csökkenő tendenciája is kizár egy ilyen összefüggést. Ráadásul tudjuk, hogy a *Kay*-féle vetélő oly mértékben nem keltett érdeklődést, hogy amikor fia támogatást kért annak továbbfejlesztésére 1764-ben, azt a választ kapta, hogy nem ismernek „egyetlen embert, aki érti ezen vetélők használatának módját”.

Hasonló a helyzet a szövőgép vagy gőzgép használatbavételével; utóbbi pl. egészen 1840-ig költségesebbnek bizonyult a vízerő alkalmazásánál, s ezért a gyárak csak vonakodva kezdték gyakorlatba venni 1800 után, eleinte csak ott, ahol nem állt rendelkezésre folyóvíz.

Mindazonáltal ok-okozati összefüggések olykor jól kimutathatók. Itt is példával szolgálunk. Az első gyárak épületeinek földemei, gépei és hajtószerkezetei fából készültek; a fonógépeknek csak az orsói és fogaskerekei voltak acélból. Viszont a pamutfonal-gyártás oly magas profittal kecsegtetett, hogy a gyárosok hamarosan áttértek a két (12...12 órás) műszakra. Ez több esetben tragikus következményekkel járt: az éjszakai műszakban a gyertyákkal vagy olajmécsesekkel megvilágított termekben szálldosó gyapotpihe lángot fogott, és az egész gyár leégett. Ennek nyomán kezdték öntött vasból előállítani a gépeket, transzmissziós tengelyeket, sőt a földemeket, lépcsőket stb., ami a vaskohászat fejlődését nagymértékben előmozdította. Az első tűzbiztos, teljesen kőből és vasból épült fonógyárat *Jedediah Strutt* építette 1792-ben.

Ugyanakkor azonban tudatosra kell tenni, hogy a bányászatban és kohóiparban megvalósított nagyberuházások és fejlesztések finanszírozását az a virágzó *hitelrendszer* tette lehetővé, mely a távkereskedelem, a mezőgazdaság és nem utolsósorban éppen a textilipar felhalmozott *nyereségéből* táplálkozott. Amiképpen növények és gombák valaha kialakult egymásrautaltsága megállapíthatatlanná teszi a szimbiózis keletkezésének körülményeit, azonképpen az ipari forradalom óta

felgyorsult műszaki fejlődésben is csak bonyolult *kölcsönhatások* együtteséről beszélhetünk.

### 1.3 Az automata fogalomváltozása

Önműködő szerkezetek a történelem előtti időben is léteztek (csapdák) és nevüket a hellenisztikus korszakban nyerték, amikor *Ktesibiosz* és *Heron* tucatjával szerkesztettek játékos és kivételesen szolgáltató (pl. boradagoló) automatákat.

Ilyen, kifejezetten szórakoztató vagy a hatalmasok presztizsét növelni hivatott műszaki játékokkal az egész középkorban és korai újkorban találkozunk, ám igazi virágkorukat a 18. sz. derekán élték. Ekkor mutatta be *Jacques Vaucanson* híres fuvolajátékosát, lépegető, magokat csipegető és emésztést imitáló kacsját, a két *Jaquet-Droz* pedig író-rajzoló bábuikat.

Ezeknek az automatáknak nem elhanyagolható érdeme, hogy az ipari forradalom feltalálóiiban megerősítette a hitet: végső soron minden emberi tevékenység gépesíthető. Flagráns példa erre *Edmund Cartwright*, a szövőgép első feltalálója, aki találmánya keletkezéstörténetét így rögzíti:

„1784 nyarán Mattlockban tartózkodtam, s néhány manchesteri úrral *Arkwright* fonógépéről beszélgettünk. Egyikük megemlítette, hogy amint *Arkwright* szabadalma lejár, annyi fonoda létesül és annyi fonal készül majd, hogy nem lesz elég munkaerő, mely leszője. Erre azt feleltem, hogy *Arkwright*nek fejét kellene törnie egy mechanikus szövőgép tervezésén.

A jelenlevők egyértelműen úgy vélték, hogy ez a probléma megoldhatatlan. A felsorolt érveket nem értettem, mert az ideig még nem láttam senkit szőni. Mindenesetre kétségbe vontam a feladat kivihetlenségét, megjegyezve, hogy nemrég sakkozó automata volt látható Londonban. Nos, uraim, mondtam, csak nem akarják azt állítani, hogy nehezebb olyan gépet építeni, amelynek szőnie kell, mint egy olyat, amely azt a sok bonyolult mozdulatot végzi sakkjáték közben.

Röviddel utóbb egy különleges körülmény folytán felidőződött bennem e beszélgetés emléke, s mivel tájékozódtam időközben a szövés tekintetében — feltűnt nekem, hogy sima szövetek készítésénél csak három mozdulat (nyüst-, vetülék-, bordamozgatás) követi egymást. Végiggondoltam, milyen egyszerű eszközökkel tudnám mechanikailag pótolni ezeket a mozdulatokat. Gondolataim végrehajtására egy asztalost és egy kovácsot szerződtettem...”

Eltekintve attól, hogy *Kempelen* híres sakkautomatája szemfényvesztés volt, a lényeg az *automatának* nevezett szórakoztató eszköz fokozatos átalakulása *termelőeszközzé* az emberek tudatában. A feltalálók elkezdték gépeiket — különösen, ha egy bonyolultabb műveletsort vettek át az embertől — automatának, önműködőnek, angolul „self-acting”-nek elnevezni. A sort az 1799...1825 között kifejlesztett szelffaktor, a mule-jenny utóda nyitotta meg, és az automata távírón

(1846) keresztül az automobilig (1877) tucatnyi elnevezés hirdette az elv tudatos bevonulását a termelő technikába. A kor is tudatában volt annak, hogy a játékos automaták bővületének milyen sokat köszönhetnek a modern termelőgépek alkotói.

Egy kortárs így ír erről: „Az automata-kiállítások iránti szenvedély, mely a 18. sz.-ot jellemezte, igen szellemes mechanikai szerkezetek... igényes gépek szerkesztésére ösztönzött. Gépelemek ugyanazon kombinációja, mely a pókot mászni és a varázsló pálcáját mozgatni készítette, későbbi években nagyobb jelentőségű célok szolgálatába állt. Azok a kerekek és áttételek, melyek csaknem megtévesztették érzeinket aprólékos pontosságukkal, most újra feltűnnek elképesztően nagy formában fonó- vagy gőzgépeinken.”

### 1.4 A technológia transzfer

Ha az ipari forradalom létrejöttének körülményei, az egyes találmányok keletkezése és egymásra hatása bonyolult és némelykor már kibogozhatatlan is, az *innovációk terjedéséről* az ún. technológia transferről sok adatunk van. Műszaki eljárások terjesztésének legfontosabb tényezője korábban az *emigráció* volt. Túlnépesedés vagy vallási üldözés miatti *kivándorlás* egyben termelőeszközök és ismeretek kivitelét is jelentette. Csak luxusjavak előállításának technológiája képezte ipari kémkedés tárgyát (selyem-, tükör-, porcelángyártás). Az ipari forradalom találmányainak elterjedésében érezhető súlyponteltolódásnak lehetünk tanúi.

Mindenekelőtt az Anglián belüli transzfer módszereit kell megvilágítanunk. A Society of Arts and Manufactures, műszaki fejlesztést támogató, kereskedők által létrehozott alapja már az 1750-es évek eleje óta pályázatokat írt ki, jutalmakat osztogatott és kiállításokat szervezett. 1770-ben publikálta, és szép metszetekkel hozzáférhetővé tette az általa kitüntetett pályamunkákat. Ám hiába keresnénk benne az akkor már működő első fonógépeket vagy Watt első gőzgépét; ugyanakkor nincs tudomásunk arról, hogy az ismertett száz körüli találmány valamelyike bevezetést nyert volna. Az írásos know-how terjesztésnek nem jött még el az ideje, jellemző, hogy a szabadalmi hatóságnál is modelleket kellett letétbe helyezni.

Itt kell felemlíteni, hogy míg a kontinensen több jelentős kísérlet történt a kor műszaki ismereteinek szintetikus feldolgozására, — Franciaországban elég a *Diderot-D'Alambert* által szerkesztett Nagy Enciklopédiára, Németországban *Beckmann* Technológiájára utalni, — addig Angliában ilyen igény később sem merült fel.

Ezzel szemben kitűnően működött a *szabadalmi intézmény*. Aki idejében bejelentette szabadalmát, *licenclíjat* szedhetett, mint *Watt* és társa *Boulton* vagy *Arkwright* ebből is jelentős hasznot húzhatott.

A szigetországban az oltalom alá nem helyezett találmányt egyszerűen ellesték, ellopták mint *Hargreaves* és *Crompton* esetében, vagy elcsábították a feltaláló ill. licencbérlet szakembereit.

Az Anglián kívüli innováció-terjedés kelléktára igen gazdag volt. Minthogy törvények tiltották gépek, modellek, alkatrészek és műszaki rajzok kivitelét immár 1696 óta, csak illegális lehetőségek kínálkoztak, vagy — ami ritkán járt sikerrel — az önálló próbálkozás a rendelkezésre álló adatok alapján.

Puhatolózó utazások az 1770-es évek óta napirenden voltak, számos német, francia és persze magyar útibeszámoló közül találmányokról műszaki részleteket. Kivételes eset *Vay Miklósé*, aki hazatérte után *Arkwright* fonógépeire azonnal szabadalmi bejelentést is tett.

De szép számmal akadtak, akik kifejezetten azzal a céllal utaztak Angliába, hogy egy-egy eljárás minden csínját-bínját megtanulják. Ilyen volt *Lieven Bouwens*, a belga pamutipar megalapítója, aki nem csak megtanulta Angliában a szakmát, hanem egy részre bontott mulejennyt és szakembereket is kicsempésztett. *Samuel Slater* angol volt, de a pennsylvaniai kormány pályázatának (siker) elnyerésére kiképezte magát, majd rajzokkal és gépekkel átkelt az óceánon.

Hivatásos kémeknek nem volt se szeri, se száma. Legismertebb képviselőjük *John Holker*, aki francia szolgálatba lépett, többször álnéven Angliában járt és gépeket csempésztett, embereket csábított át; érdemeiért a francia manufaktúrák felügyelőjévé nevezték ki.

A gépcsempészet a 19. sz.-ban már egyes gépgyárak tudtával történt, hiszen a belföldi piac lassan telítetté vált és a vámórség sem volt megvesztegethetetlen; emlékezzünk arra, hogy *Széchenyi* sem átalotta áthozni a vámon ilymódon a — hazai elsőként — Nagycenken felszerelt világító gáz fejlesztő készüléket. 1825-től enyhítették, 1843-ban a gépgyárosok nyomására megszüntették a kiviteli tilalmat.

### 1.5 A gyáripar keletkezése

Az ipari forradalom legpregnansabb társadalmi változásaként a *munkásosztály* keletkezését szokták emlegetni és ez persze a gyári üzemforma kialakulásának következménye volt.

A gyár előfokozata a *manufaktúra*, bár ritka az olyan manufaktúra, mely egyedileg megérte volna az átalakulást. A szórt, bedolgozóakra alapozott termelés a fejlett iparral rendelkező középkori városokban, elsősorban Flandriában tűnik fel. A koncentrált üzemforma viszont az újkor elején, elsősorban az angol gyapjúiparban honosodik meg. Míg ezek az egy tető alatt valamennyi művelet végrehajtását egyesítő üzemek itt spontán alakultak ki a kereskedelmi tőke vállalkozásaiként, addig a kontinensen a kormányzatok merkantilista irányzata szorgalmazta létrejöttüket. Nagy részük luxuscikkeket (gobelin, tükör, porcelán) állított elő, és sokszor kincstári támogatásra szorultak.

Jellemző a Sasváron 1737-ben *Mária Terézia* férje által alapított kartonnyomó manufaktúra sorsa, mely végül is bécsi kereskedők kezébe került, és állandóan a csőd szélén állott.

Az angol gyapjúmanufaktúrák jól prosperáltak és így fokozatosan létrejött a gépesítés előfeltétele, a munkafolyamatokra lebontott specializáció, és az az üzemi fegyelem, ami a folyamatos gyári munka feltétele volt, de a céhes kézművességből teljességgel hiányzott.

A gyár: egyetlen erőgép (vízkerék, gőzgép) által hajtott munkagépek együttese, melyben a munkás feladata a termelőeszközök felügyeletére és folyamatos anyagellátására szorítkozik. Ilyen üzem kicsiben a malom, de nagy kivitelben is létezett a 13. sz. óta: a Lucca-i eredetű selyem-cérmázó.

Nem meglepő, hogy az első gyáros, *Richard Arkwright*, számos pamutfonoda építetője és tulajdonosa, találmánya (a water-fonógép) szabadalmaztatása előtt felkereste az egyetlen ilyen Angliában működő gyárat, a Derbyben álló 25 000 orsós cérmázómalmot. Innen származtathatjuk azt a szóhasználatot is, mely Arkwright fonodáiról minden textilgyárra mindmáig ráragadt, jóllehet régóta nem víz hajtja őket: „mill” (vagyis fonó-, szövő- stb. „malom”).

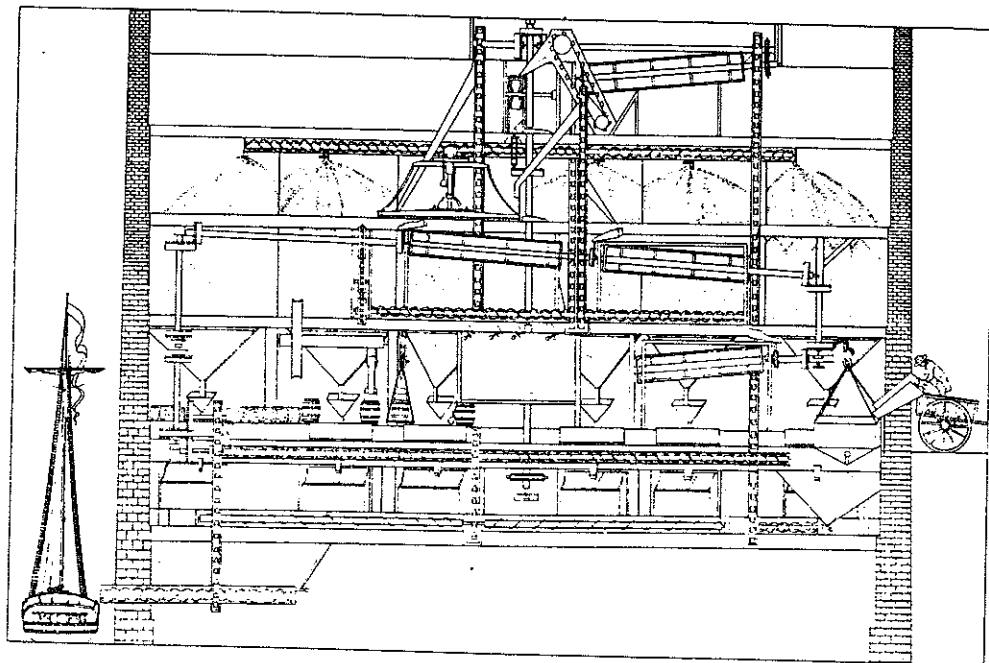
A selyemcérnázók sokemeletes épületek voltak, (az óbudai pl. 5-elemeles volt), mert a cérmázó orsók meghajtásukat egy függőleges, a földemen áthaladó tengelyről kapták. *Arkwright* átvette ezt a szerkezetet, azzal a különbséggel, hogy az épületet a folyóra építette ill. csatornát vezetett el alatta: ezáltal a hatalmasra növelt, fémből készülő vízkerék az épület belsejébe került. A gőzgép bevezetése lassan valósult meg; eleinte néha csak a száraz időszakban járatták, olykor csak a lefolyó vizet pumpálták vele vissza a kerék fölötti víztározó medencébe. (Arkwright egyik gyára e módszerre rendezkedett be, de a Gácsi Posztógyár még 1836-ban is csak nyáron üzemeltette gőzgépét, ha a Tugar patak elapadt.)

A pamutfonodák zöme 4...6 szintes volt, az anyag alulról felfelé haladt, 1000...2000 orsó pörgött bennük. Gombamódra szaporodtak el: 1780-ban kb. 20, 1787-ben már 143 ilyen *Arkwright*-típusú gyár működött. A 19. sz.-ban azután nemcsak textil-, hanem gép- és vegyigyárak, őrlőmalmok és öntödék vették át a többszintes gyártípust. A legnagyobb angol gépgyáros, *James Nasmyth* (a gőzkalapács feltalálója) 1834-ben egy elhagyott 6-szintes fonodában hozta létre vállalatát.

Az automatizált gyár eszméje is felsejlett igen korán egy amerikai mérnök, *Oliver Evans* terve között. Malmot szerkesztett, melyben őrlést, szitálást és anyagszállítást emberi beavatkozástól mentesen önműködő berendezések láttak el.

Azonban ennek az ideje még nem jött el. Igaz, az első igazi szabályozó műszer, — mely ugyancsak a malomiparból származott, — a centrifugális regulátor már létezett, de komplex

rendszerek önműködő üzemelésének feltételei még hiányoztak. Ehhez mélyreható változásokra, tudományos felismerésekre volt szükség.



1.5 ábra. Önműködő automatizált malom.

### 1.6 Szerephez jut a tudomány

A természettudományok ezideig haszonélvezői voltak a technika fejlődésének. Ha nincs gőzgép, a termodinamika tudománya a 19. sz. első negyedében nem jön létre.

Amikor *Robert Stephenson* szobrát avatták, *William Rankine*, a termodinamika kiváló tudósa így méltatta a vasút nagy úttörőjét: „A vasutat... az iskolázatlan tehetség, a nép gyakorlatias gondolkodása, a munkás kérges keze egyedül alkotta: a tudománynak nincs része benne. Korunk legnagyobb vívmányához egyetlen képlettel sem járult hozzá, egyetlen egyenletet sem oldott meg.”

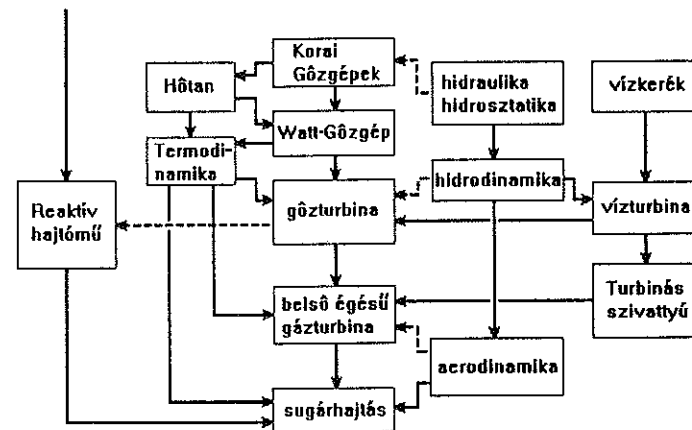
Ez igaz ugyan, de ezzel egy korszak lezárult. *Werner Heisenberg* találóan jellemzi ennek technikáját azzal, hogy gépei, akár fontok, akár terheket emeltek, a régi kézművesség mindenki számára érthető, érzékletes folytatásai voltak, de ezután már olyan erők felhasználása következett, „melyeket az ember közvetlen természeti tapasztalásból alig ismert.”

Az elektrotechnikáról és a vegyészetéről van szó, ezek szolgáltatták a tudomány első nagy

horderejű hozzájárulását a technika fejlődéséhez. Közös töről fakadtak. Általában elfelejtik, hogy *Humphrey Davy* és *Michael Faraday* kémia professzorok voltak: *Davy* ugyanabban a laboratóriumban fedezte fel a kálium, nátrium, kalcium, stroncium, bárium és magnézium elemeket, ahol az ívfényt mutatta be; *Faraday* pedig nemcsak az elektromágneses indukciót dolgozta ki a Royal Institution-nál, de itt alkotta meg az elektrolízist és az elektrokémiai egyenérték fogalmát is, s itt cseppfolyósította a klórt.

Mindeddig a technika volt a donor, a természettudomány a hasznosító, most termékeny kölcsönhatás kezd kialakulni. A feltaláló, bár továbbra is távol áll a teóriától, keresni kezdi a hasznosítható részleteket a tudományos publikációkban. A természettudós ír, a mérnök olvas — állítja *Derek de Solla Price* — hiszen az előbbi kutatási eredményének közzétételével, a feltaláló műszaki elképzelésének megvalósításával érzi célját elértnek. *Henrich Hertz* felfedezése nélkül nincs szikratávíró, rádió és televízió; *Friedrich August von Kekulé* benzolgyűrűje nélkül nincs mesterséges indigó és Salvarsan. Azután egy harmadik, még elvontabb tudomány csatlakozik a technikát megtermékenyítő diszciplínákhoz: az atomfizika. Ennek hozzájárulása a technikai fejlődéshez az általunk tárgyalt korszak legutolsó évtizedeihez kötődik. Ugyancsak ebben a rövid időszakban születik a tudományokból a matematika és fizika tudományának gyermeke, az információs technológia, megtermékenyítve a technika valamennyi ágát.

Végül is a tudomány és technika szinte áttekinthetetlen, egymást kölcsönösen megtermékenyítő szövevényét a II. világháború utáni legfontosabb repülőgép hajtómű, a sugárhajtású turbo-jet keletkezését bemutató diagram érzékelteti.



1.6 ábra. A sugárhajtású hajtómű kialakulása



### 1.7 A technika fejlődésének felgyorsulása és az utópia

A technikai fejlődés felgyorsulásában szerepet vivő sok további jelenségre hivatkozhatunk, de csak egynek az említése kívánkozik még ide, amely a mentalitástörténet körébe tartozik. Ez az emberiség növekvő hite a technika és tudomány társadalmi problémákat megoldó képességében. *Werner von Siemens*, a dinamó elvét gyakorlatba vevő mérnök 1886-ban tartott beszédében abban jelölte meg a természettudományok feladatát, hogy az emberiséget erkölcsi és anyagi tekintetben „létének magasabb fokára emeljék”. Ám a jelenség pregnánsan az utópiák jellegének tökéletes átalakulásában nyert kifejezést. Az utópia valaha egy ideális államformát, társadalmi berendezést vetített az olvasó elé, most, a 19. sz. utolsó harmadától a műszaki csodák birodalmába vezet; egyidejűleg a múltból vagy távoli tájakról a jövőbe teszi át a színhelyt, amivel a tényleges megvalósulás lehetőségét csillogtatja meg. Az irodalmi műfaj — 1930 körül a film is átvette — népszerűségét növelte, hogy prognózisai sorra beváltak. *Verne* tengeralattjárójától és Hold-utazásától *Hans Dominik* atomeróművéig és *H. G. Wells* (1953-ra elképzelt) atombombájáig.

És most térjünk vissza röviden azon állításunkra, mely szerint az ipari forradalom első szakasza az emberiség elsődleges szükségletei kielégítése céljára adekvát technikát hozott létre. Ezt igazolja, hogy 1860-1960 között a Föld lakossága megduplázódhatott, igaz viszont, hogy az időközben kivirágzott új technológiák tevékeny segítsége nélkül ez nem sikerült volna.

Nem kétséges, hogy az elektrotechnika először a hírközlés és világítás módját forradalmasította és a vegyészet vállalkozói textilfestékek előállításával halmozta fel mesés vagytonokat. Azonban századunk közepére gyárainkat — s így malmainkat is — már szinte kizárólag elektromos áram hajtja; műtrágya nélkül nem lehetett volna az élelmiszer termelést olyan mértékben növelni, hogy az elegendő legyen a megduplázódott népesség ellátására, márpedig a festékekből kifejlesztett gyógyszerek a népesség gyors növekedését tették lehetővé. (Csökkent a gyermekhalandóság és nőtt az átlagos életkor.)

És vajon elértük volna a mai civilizáció — olykor vitatható értékűnek tűnő — színvonalát, ha a csökkenő termő- és legelőterület miatt kieső gyapot és gyapjú pótlására mesterséges szálakat, a fa, csont és fém helyett műanyagokat nem találtak volna fel?

*Lord Kelvin* 1896-ban kijelentette: „Molekulányi hit sincs bennem, hogy léggömbön kívül másképp is lehetne repülni.” Időközben már nincs józan ember, aki bármely — a természeti törvényekkel nem ellenkező — műszaki eszme megvalósíthatóságában kételkednék. Inkább a túlzott derűlátás és a fejlődés árnyoldalainak bagatelizálása kapott lábra. A technikai fejlődés utolérte az utópiát, helyesebben fogalmazva talán: az utópia a műszaki fejlesztés előmunkálatává, tereprende-zéssé vált.

Így látta ezt az a mozgalom is, amely az 1919-ben alkotott új fogalom, a „*technokrácia*” zászlaja alatt a felgyorsult technikai fejlődéstől remélte az 1929-33-as világválság megoldását. A New York-i Columbia Egyetemen létrehozott bizottság a 30-as évek elején feldolgozta a fontosabb iparágak termelékenységének alakulását, és kimutatta, hogy pl.: egy hagyományos téglavető napi 450 téglájával szemben a modern téglagyár egy munkása naponta több mint 100 000 téglát termel; egy vízimalom naponta 0,13 t, a korszerű malom 2670 t lisztet őröl egy munkásra számítva; egy autó legyártásához 1904-ben még 1291 munkaóra kellett, ekkor (1932) már csak 92.

Tetszés szerint folytathatnánk a sort mai felismerésekkel bővítve. Azonban — bár a termelékenység változása döntő mutató — a technika fejlődését más karakterisztikák olykor jobban megvilágítják. Az óragyártásra pl. a pontosság mértékének növekedése jellemző: a 19. sz. közepén barométeres kompenzációval sikerült napi 1 mp alá zsugorítani a pontatlanságot, 1900-ban már egy század-, a 40-es évekre a kvarckristály-órával napi egy ezred-mp eltérést értek el. A közlekedés-technikában az erőgép tömegének és teljesítményének aránya fejezi ki legjobban a műszaki szintet: a lovaskocsi 7...800 vagy a kerékpár 400 kg/LE indexével szemben *Karl Friedrich Benz* motorkocsija (1885) már 190 kg, az 1945 körüli autók motorja 10 kg/LE alá csökkentette a mutatót. Egy világítótest hatékonysága a fényerő és az energiafelhasználás arányában jut kifejezésre: a *Thomas Alva Edison* és *Joseph Swan* által előállított izzó (1879) 1,5 lm/W értéke elenyésző az 1930-as években elterjedő higanygőzlámpák 30...50, a nátriumgőzlámpák 60...100 lm/W fénykinyeréséhez képest.

A technokraták felfogása szerint ez az *exponenciális* fejlődés beláthatatlan perspektívával rendelkezik. Ma már józanabban ítéljük meg a haladás ütemét: *logisztikus* görbe jellemző rá inkább, amely a kritikus exponenciális szakasz után a *teltség* állapotába jut, míg újabb impulzusok hatására — más szinten vagy közegben — új *lendületet* kap.

De számot kell vetnünk azzal is, hogy a technika hegemoniája számtalan *veszéllyel* jár, olyanokkal is, melyek az emberiség pusztá létét fenyegetik. Ezt egy múlt századi elfelejtett utópista „*Darwin a gépek között*” (1863) és *Erewhon* (az angol „*nowhere*” = seholsem játékos megfordítása 1872) c. munkáiban érzékletesen megfogalmazta. Ő mutatott rá először, hogy mialatt az ember biológiai fejlődése stagnál, a gépeké rohamos fejlődésnek indult. Az ember csak úgy véli, hogy ura a technikának, a gépek észrevétlenül átveszik a hatalmat.

*Bulter* figyelmeztetése e könyv szerzői által bemutatott technikai fejlődés két évszázadának közepén hangzott el. Ő az első száz év tapasztalatából extrapolált elkövetkező évszázadokra: rajtunk is áll, igaza lesz-e.