

HAJNAL ISTVÁN: A TECHNIKA FEJLŐDÉSE
(1937)

„A kérdés az, hogy a helyes értelemben felfogott történeti feldolgozás nem tehetné-e reálissá a törekvést, hogy a technika mai szerepét bensőbbben megérthessük, az aktualitásra való tájékozódásra is?” – írja Hajnal, első technikátörténeti dolgozatának kérdésfeltevéseit formázva. Már az újkori egyetemes történeti szintézis első fogalmazványainak elkészítésekor feltűnő volt, mennyire izgatták őt saját korának szociális és politikai stratégiai ellentmondásai. Az egész újkori fejlődés rajza egy válaszkeresés arra, hogy hol az ideális társadalomképlet – a szerves, szociális feszültségek nélküli állapot –, miért nem valósulhatott meg az újkori fejlődés során. „Fejlődésmagyarázat: nem bekapcsolódás az aktuális politikába. De mégis vonatkozás a mai problémákra. Én pl. a szabadverseny, az egyéniség – s másrészt a közösségnek való teljes alárendelés, s totális ellentétének megoldását keresem, de persze nem elméleti úton, hanem a társadalomfejlődés módjainak történeti vizsgálatával” – írja vallomásszerűen célkitűzéseiről Domanovszky Sándornak. A vallomás egy hosszú esti beszélgetés után kelt terjedelmes levélben beszél Hajnal újabb történetirői elképzeléseiről, 1940 novemberéből. A Társadalomfejlődés magyarázata címmel füzetesorozatot kíván kiadni, melynek darabjai „Európai város”, „Az írásbeliség az emberiség fejlődésében”, „A technika fejlődése”, „A történelem fejlődésének szociológiája”. „...mindig valami konkrét történeti képződményt akarnék tárgyalni, vázolni, leírni szerepét a nagyobb korszakokon keresztül – de energikus, nagy vonásokkal értelmezni összefüggését az általános fejlődéssel. Nem tiszta elmélet, de szerves magyarázat. Bizonyos mértékben visszatérés a pozitívizmushoz, adatok, tények felsorolásával – de ezeknek strukturális összefüggésbe hozása.” (Hajnal István–Domanovszky Sándor 1940. nov. 10. MTAKK)

A szerény, visszahúzó, a politikától magát távol tartó filológus egyéniségtől szenvedélyes jelen-értelmezés vágy. Míg kortársai közül Hóman azzal politizált, hogy pozíciót vállalt, miniszterséget az adminisztrációban, Szekfű Gyula a jelen magyar politikai konfliktusok stratégiai feloldódásainak lehetőségeit kereste történetpolitikai tanulmányaiban, Hajnal a nagy, korát feszítő világtörténelmi problémákat kívánja bemutatni. „Fejlődésmagyarázat” – azaz megmutatni, hogy a jelen-konfliktusokhoz milyen út vezetett. De a témák nem a napi pártpolitikai, nemzetpolitikai összeütközések, mint Szekfű Gyula esetében, hanem a társadalom mélyén feszülő, az emberiséget általánosan érintő konfliktusok (ember–technika; település–társadalom; közösségszerveződés–egén stb.) A „strukturális összefüggések felderítése”!

Valóban, az újkori európai történeti fejlődés elemzése vezetett az aktuális kérdésállításhoz, és a francia forradalomhoz érve a szerző nem hagyott fel a „folytatással”: nagy tanulmányokban elemzi a következő esztendőben a kortörténeti világnézeti kérdéseket. 1937 és 1949 közötti nagyobb tanulmányai – technikáról, szociológiáról, településről, gépekről – mind telítve vannak aktuális politikai mondanivalóval. A német Leopold von Ranke nevével fémjelzett államtörténeti iskola kidolgozta a történetpolitikai tanulmányok műfaját, melynek legnagyobb formátumú hazai művelője a kortárs Szekfű Gyula volt. Hajnal most a „fejlődéstanulmányokat” hasonló értelemben kortörténeti stúdiumként alakítja ki. Csak más a témakör: nem az állami–nemzeti élet, hanem ember és természet, ember és közösség viszonyának általános válsága; mások az eszközök: szellemtörténeti-eszmetörténeti előzmény-történelem helyett strukturalista társadalom és technikátörténeti–termeléstörténeti elemzések. Mindez a szociológia tudományának az évezredek összefüggéseket nagyvonalúan kezelő módszerével.

Hajnal technikatörténeti tanulmányának szinte mindegyike aktuális problematikát tárgyal. Hová tehetnénk: ma sem tagadható aktualitással, ha – éppen politikai kicsengésű – megoldási kísérletei nem is bizonyultak helyesnek. Éppen ezért minden ilyen tárgyú lényegesebb írást felvettünk a válogatásba.

A technika – éppúgy, mint a korábbi években az írás a középkori társadalmakban – az újkorban a társadalmat szervező tényezővé nő Hajnal gondolkodásában. Mint láthatjuk, kirándulásokat tesz az ókortól napjainkig, különböző korszakokba, különböző megközelítésekkel élve: a konkrét termeléstechnikai eljárásokat, hol a technológiai folyamatokat rekonstruálja, máskor az újíto mozgalomról, az 1945 utáni üzemszervezési alapelvekhez szól hozzá...

Röviden, utalásszerűen a technikatörténeti érdeklődés felkeltésének historiográfiai körülményeiről.

Domanovszky Sándor, a korszak nagy tudományszervező egyénisége, és mint erről a kötet bevezetőjében szoltunk, a Hóman és Szekfüj névvel fémjelzett átértékelő történetírással szemben a régi, pozitivisták iskola védelmezője. Tanítványai körét a mezőgazdaságtörténeti tanulmányok tették híressé, de kiadott disszertáció-témáinak tanulmányozása mutatja: milyen erős volt a „Professzor Úr” gondolkodásában a termeléstörténeti, általános gazdaságtörténeti irány. (Éppen ezekben az években készíti kedves tanítványa, Paulinyi Oszkár a 16. századi bányászattörténeti munkáit, amelyeknek technikatörténeti vonatkozásait, Agricole-elemzését Hajnal ezen, 1937. évi tanulmányában is használja.) És ekkor, 1936–37-ben van jelen a Domanovszky-összejöveleteken Hans Freyer, a többször említett német történész-szociológus, a házigazda jó barátja, akinek egyik „központi ideája” a technika története. Érdeklődését a technika és társadalom általános témája iránt a németországi világnézeti vitákból hozta magával. Összehasonlító Európa-története mellett ekkor dolgozik nagyszabású és később nagy sikert aratott technikatörténeti összefoglalásán. Szinte ugyanazokat a világnézeti kérdéseket állítva, mint Hajnal István...

Glatz Ferenc

*

„A technikán alapszik korunk civilizatorikus magaslata” – mondják egyrésztől, és nincs senki, aki kénytelen ne lenne elismerni, hogy a modern világ csodálatos fölénye minden más kultúra fölött elsősorban a technikában nyilatkozik meg. „A technika lélektelenné tette az embert és a munkát, oly szociális bajokat idézett fel, amelyek katasztrófa felé viszik a kultúrát és az emberiséget” – mondják mások, és a XX. század kezdetétől ismét alig van valaki, aki ne érezne e kérdés végzetszerűségét. Sőt bizonyára ez korunk alaphangulata; a bámulat és elismerés az új találmányok iránt gyorsan szétfoszlik, vagy egyáltalán közömbösen-ellenségesen vétetik használatba a technika egy-egy csodaszerű új vívmánya.

A társadalomtudományok, gazdaságtudományok kénytelenek valósággal központi jelentőségre emelni ezt a kérdést. Vizsgálják-számítják a jelent, igazítani akarván a jövőt. A filozófiának szintén nagy kérdése ez, elemzi az embert és a gépet, magasabb rendszereket konstruál, amelyek szerint valami megváltozott lelkiületnek kellene megváltoztatnia a jövő gépkorszakát. A lelkiület nem változik, a technika irlgalmatlanul rohan tovább a maga szerkezetében. A nemzetársadalmak és nemzetgazdaságok a technika fantasztikus versenyével akarják legyőzni egymást; éppen a győztes társadalmakban éri el aztán szélső feszültségét a technika és az élet ellentéte.

Az aktualitásokat vizsgálva, a jövőt jóslgatva sohasem juthatni el a technika lényegének megértéséig. A szociológia és a közgazdaság inkább politikum, mint tudomány, amíg csak a jelenből akar magyarázni és irányítani. A filozófia a modern technika elemzése alapján a technika fogalmába az ideák világából csöpögtet transzcendens elemeket, tájékozódásra a valóságok között használhatatlanokat.

A modern történettudomány pedig szinte csődöt mond a technika fejlődésének kérdésében. Nem is gondol senki arra, hogy a történettudományokhoz forduljon a technika szerepének megértésére. A kultúrfejlődés történeti leírásába szinte kívülről, készen lép be időről időre egy-egy technikai vívmány, s kívülről borítja át aztán az egész kultúrát, a társadalmiasból, szellemiből, vallásosból, művésziből – tiszta technikai kultúrává. Vannak technikatörténetek; ezekben a kicsiny kezdet nő nagygyá, elvek jelennek meg, s robbanásszerűen alakítják át a régít, természettudományos törvényszerűségek osztják parancsaikat az emberi munkának. Csaknem kivétel nélkül szakértő technikusok írnak erről; a tulajdonképpen értelemben vett történettudomány legfeljebb a természettudományok fejlődésének megismerésére szánja rá magát. A technika múltjának mélyén rejlő szételemezhetetlen összefüggést társadalomélet és külső természet között legfeljebb sejtelemszerű általánosságban igyekszik kifejezni. A technikatörténész is megérti ma már, hogy nem minden kultúrfejlődésben nőtt a kicsiny nagygyá, vált az elv megvalósíthatóvá, a természettudományos törvény modern technikává; ő meg a történettudományokhoz kiált át e dolgok magyarázatáért. Végül többnyire a gazdaságtörténetre hárítódik át e feladat; de minthogy kitűnik, hogy a „gazdasági erők” semmiféle megfeszítése sem teremtett még önmagában technikát, ez a tudományág is mindinkább más, számos fejlesztőerőből szerkeszti össze elméletét; a faji, vallásos, szellemi erőktől egészen, s különös szeretettel, az Európát egy évezreden át dúlt háborús erőkirobbanásokig.

Így képzel el a modern ember minden nagy kultúreredményt: erők konstrukciójának. Modern naivitás, hasonló az antikéhoz; a középkor nem így gondolkozott, nem tudott ily érthetőnek, okszerűnek látni mindent. Modern „specializálódás”: mindent csak a maga sajátos okszerű szerkezetében látni meg, s más szerkezetekkel való kölcsönös erőhatásában. Mihelyt összefoglaló, az emberiség történetén végighaladó technikatörténetet kísérelnek meg, száználmas kronológiai adathalmaz lesz belőle – amíg a modern technikához érve végre valóban mindinkább beválik a csupasz gazdasági erők hatásának elmélete. Addig azonban hiábavaló minden mohó szerződésösztön, hatalomvágy, tudományos elmélet, leleményes ötlet; ellenkezőleg, csaknem úgy tűnik fel, hogy minél céltudatosabb gazdaság, állam, gondolkodás, annál terméketlenebb a korszak valódi értelemben vett technikai alakításokban. Az a sejtelem ébred fel, hogy a modern technika már nem tartalmazza mindazon elemeket, amelyek fejlődését oly csodálatosra vitték. A modern technika elemzése sohasem vezethet a technikai fejlődésképeségnek benső megértésére; áldásainak és átkainak üres szólamainál tovább nem visz el bennünket.

„A technikai újítás: egy idea realizálódása.” Ez a filozófiai elképzelés lehet helyes, ha annyira kiszélesítjük, hogy például a primitív ember rátalálását valamely kissé könnyebben kielégethető agyagfajtára is idea-megvalósulásnak fogjuk fel. Mindenesetre veszedelmesen közeleg így az ideák rengeteg sokasága – változata az egyszerű emberi alakítókézség földi vonalához. Az idea fogalma azonban legalábbis valami sejtelemszerű céltudatosságot rejt magában, ami az újítások túlnyomó részénél a cél nélküli alakítóösztön mellett talán még az utolsó pillanatban sem villan át az agyon. Ez áll a hasznosság céljaira is; kétségtelen, hogy még ma sem a hasznosíthatóság ösztönzi a legmélyebb újításokat. A technika fejlődése mögött nem a célratoró, hanem az egész

embert kell elképzelnünk. Talán éppen olyan embert, akinek lelki struktúráját ma specifikusan „technikaellenesnek” szokás nevezni.

Önmagában a legzseniálisabb ötlet, a legjobb kivitel sem technikai haladás.^a Nem „előzi meg korát”, hanem nincs meg benne a meglévő emberi készségeknek egyszerű, vagy megrendítő mély átértéke. Mert technika: az emberi alakítóképeség fejlesztése; ha nem fejleszti ez általános készséget, még megvalósulásában is üres ötlet marad, a problémának ügyes, ideiglenes megkerülése. Nem is a hasznosíthatóság a mérvadó itt; keletkezhetnek új eljárások az egyszerű alakítókedvből is, amiket a társadalom kedvtelve utánoz, s csak ez általános gyakorlatból kinövő, valamely újabb alakítás hozza a hasznosíthatót. Az igazi újítás tehát általában az emberi készségek fejlesztése. Társadalmiasnak kell lennie, legelemibb értelemben; ha nincs is közvetlen haszna, emeli az ember öntudatát, készségeiben való bizalmát. Csak az ilyen újítás terjed el, kerül beható, minden oldalról való gyakorlat alá.

Hiábavaló tehát a mai technikának megvalósult gondolatait keresni végig az emberiség múltjában. A technikatörténetek jórészt ilyen kuriózumoknak szentelik lapjaikat, az erőfelhasználás, a mozgás, a repülés ötleteinek, az erőátvitel módjainak, emeltyűvel, fogaskerékkel, csavarmenettel stb. Egyáltalán a szerkezetiség érdekli őket, a mai gondolkodás visszavetítésével. S szinte maguk cáfolnak rá mindennek jelentőségére, amikor már igen primitív korszakoktól kimutatják az ily fogások kezdő használatát. Az újabb korszakok történetében is az úgynevezett „találmányokra” központosul a figyelem. Holott nyilvánvaló, hogy az ötlet, a lelemény szinte örök, megvalósításához elsősorban megfelelő anyag szükséges. Fából készült fogaskerék, csavarmenet sohasem vezethet bonyolult szerkezetekre. Az anyaggal való bensőséges megismerkedés mindig megelőzi az ötletet, a célszerű formára való alakítást.

Már a kőkorszaktól kezdve így kellett ennek lennie, a kövek anyagának hosszú kitanasztalása megelőzte a kőeszközök különféle hasznos formálását. Nem csupán specifikusan technikai követelmény ez, mélyebb társadalmias értelme van: az emberi természetben rejlő vágy az anyagi világ megismerésére. Van „technika”, ami az egyéni ügyességtől-gyakorlattól függ, mint például a kőhajításnak technikája, vagy például ma a hegedűjáték, a versenyautózás technikája. Ezek önmagukban a legnagyobb bravúr mellett sem technikai eredmények, nem jelentenek technikai haladást. Csak akkor, ha az ügyes fogás valamiként valami anyagban-formában „objektíválódik”, amely átveszi az egyéni képességet és mindenkiévé áruházza; a készség elválasztása az embertől, tárgyiasítása, azaz mindenki, jelen s jövő emberiség közkincsévé tétele. Annyira, hogy idővel egyszerűen természetes emberi készségnek tűnik fel, amikből kiindulva „kezdődik” az újabb „találmány”, hasonló sorssal. Nem a káprázatóan ötletes és ügyes ember a „technikus”, hanem a természet anyagának külső-belső alakítója, irracionális emberi ösztönszerűséggel. A fának, bőrnek, csontnak, kőnek, agyagnak hatalmas tapasztalati alakítása volt szükséges ahhoz, hogy a célszerű alkalmazás „gondolata” egy-egy kicsiny fokkal „szabadabban” érvényesülhessen. Mély, lassú, széles rendekben kellett világtájaknak dolgozniuk azon, hogy ily emelkedettebb készséggel-igénnyel valami új lehetőségeket lássanak a véletlenül tűz alá került kőből kiolvadó fémanyagban, amit bizonyára régóta ismertek, de talán némi játékos kedvtelés mellett többnyire bosszúsán dobtak félre, rontja a tüzet és a tűz által végzett munkát. Hosszú tapasztalat kellett, hogy a természetállapotban is előforduló s a kőből aránylag könnyen kiolvasztható rezet ne csak hidegen kalapálják, hanem új hevítéssel, anyagának többszörös átváltoztatásával; s hogy a szintén könnyen kiolvasztható cinnel megfelelően vegyítve, bronz

^a Ez az alapgondolat, amely Vierkandt tanaira vezethető vissza, már Az újkor történetében is megfogalmazódik. Vö. Anglia: az imperializmus és az ipari forradalom kora c. fejezettel e kötetben.

keletkezzék, az első mai fogalmaink szerint való technikai fémanyag, amely keménységre, szilárdságra, ruganyosságra, alakíthatóságra felvehetette a versenyt a csontnak-fának-kőnek természettől adott tulajdonságaival. S mily akadály a ritkán előforduló réz-cink annak, hogy az aránylag úton-útfélen heverő vasércköre felfigyeljenek; igazi kő, csak óriási hőfoknál olvad ki belőle a vas, s ez is tisztátalan, szivacszerű, törekeny massa, használhatóságára semmi jel sem mutat. Épp a hasznosság gondolata, a „fejlett”, célratörő társadalomszervezet a legnagyobb akadály a vas szerephez jutásának.^b Megfigyelhető, hogy ahol virágzó kultúra, valóságos ipar és kereskedelem hatott primitív népekre, réz- és bronzkészítményeivel elnyomta azok kezdődő vashasználatát. Ahol a társadalomélet időt, nyugalmat enged, s elismerést juttat az emberi készségek elmélyülő gyakorlásának, ott a kialakított anyag, a vas, átveszi magába mindazon fáradozásokat, ügyeskedéseket, amelyekkel előbb az anyag tökéletlenségeit pótolni kellett. A jó vasban benn van az ütés szilárdsága, keménysége, a vágás töretlen éle, a teherbírás szívóssága, ruganyossága. „Objektiválódik” benne mindez, az emberből tárgyiasan az ember elé kerül, az emberi készség természetes színvonalává lesz, amelyből új elmélyüléssel haladni lehet tovább. Mint a gondolkodásban a fogalmakká való objektiválás által, a hang, majd az írás segítségével. Örök emberi képesség ez, ami megkülönböztet az állattól; az emberi aktivitás, tapasztalat nem vész el az egyén elmúlásával. Az anyagi világgal való elbánás készségeinek objektiválása: a technika. Az igazi technikai újítás, haladás nem tör célokra, hanem az emberből indul ki, az emberi készségek tökéletesítése önmagában gyönyörködteti. A legkisebb anyagi-formai újítás is megmagyarázhatatlan boldogságérzet lehet, mihelyt valami emelkedettebb készség sejtelve van benne.

Nem annyit jelent ez, hogy az újítás most már mindenkinek közvetlenül használható készsége. Mi minden rejlik már a csont- és kőkorszak eszközei mögött is! Lehetetlenség, hogy kinek-kinek saját készítményei legyenek mindezek, sokféleségük, kivitelük már feltétlenül valami mesterségszerű „specializálódásra” mutat, s erre mutatnak a kovakőfejtő és feldolgozó telepek maradványainak nagy arányai is, pl. Nyugat-Európa egyes vidékein. E specializálódást nem az egyszerű érdek teszi lehetővé, sokkal mélyebb, társadalmiasabb fejlődés ennél. Embercsoportot és egyént az érdek zsákmányra, harcra viszi; a technikai készségek tökéletesítése odaadó és a közvetlen érdeket félretelő munka. Hiába feszítette volna meg például erejét a primitív ember, hogy kőbe fával lyukat fúrjon. Önmagában oktalan gondolat és célszerűtlen. Hosszas, lassú, jelentéktelenségében is megbecsült tapasztalat vezethetett rá arra, hogy a tenyerek közt forgatott fadorong alól nem távolítandó el a kőpor, mert az dörzsöli ki a követ; majd dorong helyett kicsiny pálcát fúrtak bele a kiképzendő lyuk kerületén a kőbe, végül pedig csőre kivájt fadorong finom élei alá helyezték a megfelelő minőségű kőport, nagy felületek fáradságos kikoptatása helyett így egyszerűen kilökhették most végül a szabályosan körülvájt lyuknak kőmagvát – amilyen magvak, s félig végzett munkák maradványai ma is találhatók. Az idétlen-töredező kiolvadt vasból sem születhetett meg okszerűen a fát-követ vágó szerszámnak „ideája”. Ilyesmire a haszonratörő társadalomnak nincs kedve, ideje; még ha cserekereskedelemben értékesítheti is technikai fölényét, akkor sem tudja áthaladni az igazi újításnak hosszú, sokáig gyümölcstelen útját. Az „emberi készségek tökéletesítése” nem jelenti mindenki készségét minden téren, hanem mély társadalomszervezet kialakulását, a hivatásmunka alapján. Oly társadalom kell hozzá, amelynek nincs lehetősége az emberek és a természet nyers kizsákmányolására, adott viszonyai

^b A „hasznosságra” törekvés elvének káros hatásairól a technika és általában a társadalomfejlődésben már Az újkor történetében (Anglia: az imperializmus és az ipari forradalom kora)

között kell megélnie, csak a maga képességeinek fejlesztésével lehet emelkednie. A történetírás nem operálhat a biológiai fejlődés félállat-képzeteivel, az ősember nem fogait vicsorító, bunkót forgató szörnyeteg; a munkaszpecializálódás, tehát az otthonos atmoszféra, az elmélyülő foglalatosság alapfeltétele már a primitív eszközök kialakulásának is. Hivatás: nem célszerű, érdekszerű munkamegosztás a társadalomban, hanem sokkal mélyebb, emberibb. Tudatos cél s kézenfekvő haszon nélkül is bámulja-tiszteli mindenki az anyagot alakító ember készségeit. Eredményeit a babonáig megbecsülik, az eljárás mód minden részletét valósággal a varázsszabály pontosságával, fegyelmezettségével őrzik meg, széles terjedésében is. Minden közbenső, egyelőre hasznosíthatatlan újítást is, sejtelemszerű értékkel. A hivatás tehát feladatainak élhet; s a társadalommal az érdeknél bensőbb kölcsönösségben. A hivatásmunka készsége, úgy érzik, mindenki másnak készsége is. De épp ezért kell megmaradnia az élet közelségében, olyasmin dolgoznia, amit mindenki a maga emelkedésének, készségei fejlődésének érezhet át. Mihelyt csakis hasznáért értékeli a hivatást, a kézműves érdekfélé lesz, a készcikkre, az „árura” irányul a figyelem, maga a munka, kísérletezés nem kelt tiszteletet, hanem hasznos siker nélkül inkább kárörömet.

Minden embert bensőleg érint, mindenki sorsának szól a technika, az egész emberi sorsnak; mihelyt, a társadalomszervezet kellő elmélyültsége híján, üzletszerű, „gazdasági” alapokra tér át, gyors hasznosítás jöhet, meglepő hirtelen fejlődésiramban, a legtökéletesebb eredményeknek célszerű összefogása, kombinációja, – s utána csakhamar sivár közömbösség, mint amilyen a modern technikát is fenyegeti. Számtalan ily kisebb-nagyobb kultúrtragédián ment át az emberi fejlődés. Az árucikket a gazdagok-hatalmasok veszik birtokukba, a kézműves elsősorban luxusigényeknek dolgozik, nem elemi alakítókedvvel, elmélyülő odaadással. Ha bámulatosak is eredményei, a technika elveszti általános emberi jelentőségét. Az „elsietett” újítás nem haladás, módszerei, eszközei nem a társadalom talajából nőnek ki; ha érvényesül is, nem igazi megoldás, egy újabb kultúrfejlődés bebizonyíthatja, hogy ugyanazt a problémát egészen más módszerekkel lehet és kell megoldani. Ki tudja, igazi megoldás-e a modern gép, elég széles alapokat foglalt-e össze gondolata? Régen hódítás, rabszolgamunka az ára a technika nagyszerű szerepének, ma gazdasági uralom más népeken, szociális igaztalanság az otthoni társadalomban.^c Ha nem dobott volna félre minden „babonás” tradíciót a legújabb fejlődés, lassúbb menetre kényszerülve talán még csak kialakulóban lenne a gépek kora, de talán más anyagok, eszközök, erők használatában, s mindenki csöndes együttérzésével.

Hogy miként, azt elképzelni nem lehet, az talán egy jövőendő új kultúrfejlődés titka. A modern technika minden más régít messze felülmúló új szinten dolgozik, mély alapokból emelkedve fel; mindenki életét is magasra emelve. Jövőendő eredményeit illetőleg is szinte végtelennek látszik pályája. De bizonyos, hogy máris felélte a társadalom termékeny talaját, amely már kezdettől mégiscsak bizonyos határokig rejtette magában a fejlődés lehetőségeit. Minden kultúrszervezet sorsa ez, egyik sem tudja kimeríteni teljesen az emberben és társadalomban öröktől fogva megteremtett irracionális erőket, mindegyik bizonyos egyoldalúsággal szökken magasba. Kétségtelen egyedül az, hogy minden fejlődésben két vonal húzódik egymás mellett, az egyik az eredményeknek, a másik magának a fejlődésképességnek ábrázolója. Az igazi talaj már mélyen hanyatló vonal lehet, amikor az eredmények még magas íveléssel kápráztatják el korszakukat.

^c Ehelyütt is Az újkor története, XVIII. századi Anglia fejezetére kell utalnunk.

Mindez azonban ismét elmélet, s elméletileg mindenki hangsúlyozza már a technikai fejlődés összefüggését az egész társadalom és kultúra fejlődésével. A kérdés az, hogy a helyes értelemben felfogott történeti feldolgozás nem tehetné-e reálissá a törekvést, hogy a technika mai szerepét bensőbbben megérthessük, az aktualitások között való tájékozódásra is? A technikatörténet adatainak új interpretálására van szükség, kellő mértékben szállítván le mindazt, amit eddig túlzottan jelentősnek tartottunk, s kiemelve mindazt a látszólagos jelentéktelenséget, amit csak mélyen társadalmias munka hozhatott létre.

Főként azt kell megértenünk, hogy a szabad tervszerű elképzelés csak akkor vezethetett valóságos technikai alkotásokra, amikor a társadalomban új anyagok alakító készsége fejlődött ki, olyanoké, amelyek sokkal hatásosabban, egzaktabban viselhetik a reájuk bizandó elvont gondolatokat. Kőépítmények, facsövek, börtömlők sohase foglalhatták volna hasznos szerkezetbe a gőzerőt, még ha ez erő minden törvénye rég ismert is lett volna. De nem is alakulhatott volna ki ily tudományos törvényszerűség ily anyagok alapján; s végül nem alakulhatott volna ki még a bronztechnika alapján sem, holott ez az anyag már csaknem magában viseli a vasnak minden főlényes tulajdonságait. Anyagelbánás: nemcsak az általános értelemben vett minőséget jelenti, hanem a társadalmiasítást is, oly anyag kiképzését, amely általános új technizálódást tesz lehetővé, ami a réz ritkasága miatt nem következhetett be. A kvantitás kvalitatív haladást is jelent, mihelyt nem nyers tömegesítéssel érik el, hanem oly beható módszerek kialakításával, amelyek a reájuk fordítandó munkát eredményeikkel sokszorosán felülműlják. Ilyenkor lehet beszélni az emberi készségek új emelkedéséről.

Bármily nehéz is technikailag iskolázatlan történetíró számára a feladat, megkíséreljük a vas szerepének ily értelemben való futólagos áttekintését. Igazi vaskorszakról voltaképpen csak a legutolsó évszázadokban lehet szó, amióta a minőség és mennyiség szinte ez anyagot tette az egész anyagba foglalt emberi kultúra szerkezeti vázává. Már igen primitív fokon ismerték a legjobb kovácsvasat és az acélt is, a minőségnek szinte korlátlan előállítása azonban hosszú, súlyos fejlődésnek eredménye.

A vastermelésnek, feldolgozásnak feltételei már a legkezdetlegesebb fokon is oly körülményesek, hogy csak elmélyülő és megbecsült, szilárdan megrögzített tapasztalatok juthattak hozzájuk. A számító észnek, ötletnek alig volt ebben valami szerepe, csaknem a legújabb időkig; s még ma is sok szempontból ingadozó-változó a processzusnak teóriája. A régi idők némely sikerrel alkalmazott eljárás módját sem tudják még tudományosan megmagyarázni. A vasérc különböző fajtáiban foglalt sokféle anyag, a faszén, a levegő bonyolult és hosszadalmas kémiai–fizikai kölcsönhatása a legegyszerűbb vasolvasztás is, százaléknyi eltérések már haszontalanná tehetik a kikerült vascipót. A primitív népek ezért szertartásszerű pontossággal végzik az anyag kiválasztását, előkészítését, tisztogatását; tradicionális méretek, formák, anyagok a kicsiny kemencék építésénél is, az ércnek-szénnek arányos adagolásában is. A méretek bármily arányos túllépése sem lehetséges, az ércrészecskék hosszabb útja a kemencében már egészen megváltoztathatja a folyamatot. Meghatározott erejű-tartalmú fúvók szorítják át az oxidáláshoz szükséges levegőt a kohó súlyos tartalmán. Egyébként, a szabályoknak pontosan eleget tévén, alul a szenet meggyújtván, a kohót befalazzák, a folyamatot magára hagyják, elzárva külső, esetleges hatásoktól. Vidékenként, az érc minősége s a kialakult tradíció szerint, más-más az eljárás; lényeg, hogy az ember szinte tehetetlen a megindított folyamattal szemben. Mindig csak körülbelül azonos súlyú-mennyiségű vascipó ülepszik le a kohó fenekén. Ha véletlenül túl nagy a hő vagy a fújtatás, a vas folyékonyra olvad ki, nem maradnak benne szénvegyületek, amelyek pedig, igen finom arányokban, szükségesek ahhoz, hogy a cipó kovácsolható legyen, a kihült folyóvas rideg s törékeny. Tehát csak lággyá szabad olvadnia, és

nagyobb súlyánál fogva a vasérc egyéb, különvált alkatrészei alá süllyednie. Egy-egy olvasztás teljes napig vagy tovább is eltart; az afrikai négereknél az egész falu ünnepe ez, a vándorló kohászt, aki örökli mesterségét, közös munkával segítvén. Az általában 10–20 kilónyi vascipót rögtön szakértő kikovácsolás alá kell venni, ez ugrasztja ki belőle a tisztátalan alkatrészeket s alakítja át, mint ma tudjuk, az anyag molekuláris szerkezetét, továbbdolgozható minőségé. A vascipó csak kicsiny része még a vasanyagnak, amit a vasérc tartalmaz; egyes részei különbözők minőségre, néha acélnak is sikerülnek egyes darabjai, anélkül, hogy tudnák, miért. A mennyiség korlátozottsága, a minőség véletlensége megakadályozza a vas általánosabb használatát, főként fegyverek részei, esetleg békés szerszámoké is, készülnek belőlük.

Afrika néger népei valószínűleg csak átvették módszereiket, bár sokféle hagyomány a földrész északkeletére helyezi a vastermelés kezdetét. Ázsiának éppen legradicionálisabb társadalmi, Kínában és Indiában, tökéletesítették oly fokra a vastechnikát, amit a racionális antik, görög-római kultúra sem tudott igazi újításokkal előrevinni. Kína és India az eljárások oly változatait alakította ki, amelyek kicsinyben szinte a modern módszerek mindegyikének csíráját viselik magukban. Tudatosan gyártották az acélt, nem a kohóból, hanem tégelyekben, az érc és a szénpor pontos adagolásával – az acél a kovácsvastól a szénvegyülék bizonyos igen finoman meghatározott nagyobb arányával különbözik. Vagy kovácsvasdarabokat hevítettek a tégelyekben acéllá, szenesítő hatású szerek, növények hozzáadásával. Finom pengék acélját sokféle vasfajta botocskáinak egybecsomagolásával, csavarásával, izzításával tökéletesítették; a merev és ruganyos részecskéknek, vonulatoknak változatos, egymást kiegyenlítő anyagszerkezete. Ez a damaszkolt acél, nevét Damaszkusztól csak kereskedelme, legfeljebb végső edzése miatt nyerte Európában. Az antik és jó ideig a középkori Európa is ily indiai acélban vásárolta a tökéleteset, a felülmúlhatatlant. Néha évekig készítik elő ily célra az ércet s vasat, a finomságot oly tökélyre viszik, hogy némely penge állítólagos milliónyi vonulatából tevődik össze; a külső felületnek s különösen a penge élének keménységét új és új edzéssel, hirtelen hűtéssel s ismét lassú hevítéssel fokozzák. A nemes kard szinte legendás egyéniség, öröklődő családi alapítvány, áruba bocsátása szentségtörés. Szerkezeti figuráiból jósok mondanak jövőndőt. A hősi-vallásos énekek a vasművességből veszik át legmegrázóbb képeiket, hasonlataikat. A kardműves titkos képességekkel megáldott mester. A szanszkrit „aya” az eredete valószínűleg a vas minden indogermán elnevezésének; s jellemző, hogy az ebből származott német „ehern” egyúttal az „Ehre”, a becsület fogalma is.

A kohóból kikerült vas most már jelentékenyen nagyobb mennyiségű. Egyáltalán mutatkozik a feszülő vágy, hogy a vasat univerzális jelentőségű anyaggá emeljék. Apró eszközökre való feldolgozás mellett az anyag hatalmas méretű arányainak gondolata: egy óriási, héttonnás oszlop Indiában, amelyről ma sem állapíthatni meg bizonyosan, miként készült; a vascipóknak egymásba kovácsolása, úgy, hogy egyenletes anyagszerkezet keletkezzék, bizonyos méreteken túl szinte kivihetetlen technikai feladat, minden hevítés, mechanikai hatás, különböző hőfokú és minőségű részek érintkezése, a tűznek és az atmoszférának változása kiszámíthatatlan átmódosulással jár az anyag tulajdonságaiban. Egyes hatalmas kapukeretek és más tárgyak is bizonyítják a vassal végzett ily küzdelmes, lényegében sikertelen kísérletező munkát. Mindez azonban már inkább az okszerű tömegesítés dolga lehetett, mint ahogyan a vastermelés fokozása is csak mind számosabb bányának, kohónak és embernek dolgoztatása. Amit e kultúrák elértek, azt ma már legendás merevségűvé változott, egykor élettelenen tradicionális társadalomszervezetük által érték el. Mindenesetre sajátos közös vonásuk ma is: a technika mindenki életének közelségében maradt, nem emelkedett üzletté, a paraszti élet is elég erősen megalapozott arra, hogy a maga szolgálatára vonja le. A hivatás egyik legerősebb eleme volt a

kasztképződésnek, sokkal inkább, mint a római társadalom osztályképződéseinek. Ez ázsiai kultúrfejlődéseknek is megvoltak a maguk végzetes szerkezeti hibáik, bár Európában még ma is alig elért népsűrűséget tudtak fenntartani a területükön. Bármily nehéz feladat is lenne, bizonyára ki lehetne dolgozni a régi társadalomképleteknek és a technikának benső összefüggéseit, közössé olvadó főbb jellemvonásait – ha az ilyen technikatörténet a teljes életet igyekeznék átérteni, a technikától látszólag egészen távol eső jelenségeiben is.

A görög-római kultúra nagyban emlegette a beteljesedett vaskorszakot. A görögök kezdő, még tradicionális korszaka vallásos legendával övezte a mesterségeket, nemsokára csak konvencionális szólásmód lett ebből. A kézművességet alacsonyságnak látja az antik racionalizmus: a szellem nem szárnyalhat szabadon az anyaghoz kötöttség fáradtságai mellett. A bányá rabszolgaság; a kohászat, világtól távoli völgyek patakjainál, mocsokkal-füsttel bajlódó mesterség. A római társadalom valóban racionális; érdekszerű felső szervezettel politikai-gazdasági hódításokra tör, amiknek zsákmányaiból az államérdek juttat valamit a népnek is, csaknem kizárólag a városoknak. „Gazdaság” és „munka” élesen elkülönült. Nincs igazi őserőmű technika; csak a fegyverkezés céljaira, a városi központok és a vezetők ellátására-kényelmére hatalmas „indusztrializálódás”. Építkezések, utak, vízvezetékek; nagyszerű eredmények, semmi fejlődés az emberi készségekben. Átlagformák, átlageljárások, pontosan méretezett tömegáruk, eszközök, alkatrészek; simán s gond nélkül beszerezhetők, amíg ki nem meríti külső hódító, belső rabszolgatartó erejét a birodalom. Sima a menete e technikának, nincsenek töprengései; a kicsiny, változatos munkát eltüntette, az élet általános képét megváltoztatta. A tömeggyártás a legcélszerűbb kész módszerek általánosításán, fegyelmezett, parancsolt és megvásárolt munkán alapult, s nem új módszerek embert kímélő kialakításán. Hatalmas vízvezetékek, óriásviaduktokkal, a házakba vezető sok kilométeres ólomcsövekkel: nagyarányúak, épp azért, mert megmaradtak a már Elő-Ázsiában is alkalmazott módszereknél, kőcsatornáknál, amiknek a talaj szintkülönbségeit ki kell egyenlíteniök, nincs oly anyag, amelyből a nagy víznyomásnak ellenálló csővezeték lehetne készíteni. A városi vezeték ólomcsövei, tökéletlen illesztékei sem bírják el a víznyomást, a csövet nem lehet csappal elzárva kezelni, állandóan folyik-fecsérlődik a kutakból a víztömeg. Mai apró problémák, amikért hajlandók vagyunk az antik haladottságot elismerni: vízfogyasztásmérő szerkezet a házakban, s e vízmérők hamisítása a lakók által, a díj megtakarítására. Kivihető ötletben semmi sem maradt felhasználatlanul; ismerték a drótot, szöveget, de nem oly anyagból-gyártásmóddal, hogy mindennapi eszközzé lehetett volna; a fogaskeréknek, a csavarmenetnek még matematikai elmélete is kialakult, s ismét az anyagelbánás „társadalmiatlansága” miatt nem készülhettek mégis közkeletű, munkaerőt kímélő mechanizmusok. Szellemes szerkezetek igen, pl. kocsira szerelt útmérők fogaskerék-áttételekkel, vagy pl. bronzból hangerősítők a színházakban; ismerték a betűformáknak fémből öntését is, feliratok s iskolások céljaira, megpendítették a könyvnyomtatás gondolatát is, de mégis a rabszolgáknak való diktálásnál maradtak. Kísérleteznek a mai páncéloshajók elődeivel, ólomlapokkal fedve. A hadigépekre rászánták a lehető legjobb anyagot-kivitelt; a kényelmet s a tömegellátást szolgáló mechanizmusok – malmok, építődaruk, felvonóművek a palotákban, fürdők gőzfűtései, játékos szökőkutak s illatos folyadékok szórói, víziorgonák stb. – kényesebb részeikben bronzból készültek, csapok, tengelyágak számára nem alkalmas még a vas. A népi életben kinek-kinek a maga kezére kellett tovább is bízni magát, ha rabszolgával nem dolgoztathatott. Feltűnő, hogy még a lovak patkolása sem általánosodott. Vasedény még nincs, s a nagyobb felületű edények, tartályok, ha szükséges, ólom- és bronzbádógból készülnek. De mindezeknek árucikként való beszerezhetősége már felébreszti a gőzerő szerkezetbe fogásának gondolatát is, Heron sokat

emlegetett kísérleteiben, játékos automataiban. Semmi szerepe sem lehetett volna ennek a gőzgép jövődjő kialakulásában még akkor sem, ha el nem felejtették volna később e játékokat; egészen más problémákat kellett előbb a fejlődésnek megoldania, mint amiket Heron tudós elgondolása problémáknak tartott. Az anyaggal való elbánás legkisebb haladása is többet jelentett a gőzgép megvalósulására nézve az ő okszerű megfontolásainál. Az antik korszakok az anyagalakítás készségeiben semmi újat sem hoztak, s mihelyt elmúltak az „indusztria” társadalmi feltételei, a nagyszerű eredmények a valójában technika nélküli alapokra omlottak vissza.

Az Alpokon túli népeknek nem volt oly racionális társadalomszervezetük, hogy a keleti nagy kultúrák minden technikai eredményét uralmuk alá vehették volna. Rezet-bronzot nem vonzhattak magukhoz a világ minden tájáról; a vashoz kellett fordulniok, keserves munkával, kezdetleges eljárások tökéletesítésével. A gallok nagy vaskardjait nehéz csapások után a lábbal kellett újra egyenesre igazítani. De a rómaiak elbámultak az első összetalálkozásoknál a gallok vaseszközeinek sokaságán; ők maguk ekkor még inkább a bronzkornál tartottak. Van valami mélyebb tanulság ebben a technika fejlődésére nézve: az igénytelenebb, magának kielégítésére felépült társadalom nem nyúlhat a tökéletes, a készenlévő után, oly anyaggal-módszerekkel kénytelen próbálkozni, amely egy általánosabb érvényű fejlődésnek az alapja lehet.

Nem tudni, mennyire gyökeresedtek meg a hódító rómaiaktól ide is áthozott módszerek; általánossá aligha válhattak, miután nem a mindennapi gyakorlat készségeiből nőttek fel, hanem egy földrészekén uralkodó szervezet irányította a kellő helyekre a legjobb felszerelést, anyagot és szakmunkát. A korai középkornak technikailag is primitív félezer éve kezdődött. De sajátos, ugyanekkor támad fel újra a mesterségnek heroikus felfogása is. Legendás hősök maguk készítik fegyverüket. Amit a mondák erről elbeszélnek, abból ki-kicsillan, csodálatos furcsaságok között is, a gyártásmód egy-egy finom részletének az értelme.

Kicsiny, helyileg kötött, csak szokásokon alapuló társadalomképletek változatos sokasága nőtt ki az Okcidenten, a rómaiakhoz viszonyítva szellem, ráció, lendület nélküli. Különbő társadalmi-terészeti körülmények szerint alakultak ki a mesterségek, a társadalommal s maguk között szokásszerű kölcsönösségben. Nem nőttek fel „gazdasági” szervezetté, szorosán meg kellett maradniok a hivatásmunka szervezeteinek. Amikor az írásos kor beköszöntött, s a szokásokat jogviszonyokká fogalmazta, a céhek formájában jelentek meg e szervezetek. Az első korszak az emberiség történetében, amikor a „szellemi technika”, az írást-használó intellektualizmus, már eleven betűírással, egészen primitív alakulásaiban ragadhatja meg az életet és a munkát. Az eredményeknek közvetítője lehetett, de a helyi társadalmak igényei s lehetőségei maradtak mérvadók. Ha valahol silányabb az ércző és keserveőbb a feldolgozás, gyatrább a készáru, idegen gyártmány beözönlése mégsem teheti tönkre e kézművességet, megmarad a munkának s tapasztalatnak nyugalma. Lehet, hogy éppen az ily nehéz feltételeken kialakított anyagok és eljárások válnak később alapvető jelentőségűekké a fejlődésre nézve.

Nem ideális társadalom ez, csak oly, amely nem tudta elsietni a maga dolgát. Kinek mi a hivatása, az az egzisztenciája; semmifőle elvont „közérdek”, még a gyors haladás, tökéletesedés ideája sem ronthatta ezt meg. Sohasem alakult még ki azelőtt a hivatás ily határozott körvonalakkal, egyre finomabb specializálódással; ha a munka valamely részlete egész embert kíván, új szakhivatás lesz belőle, a kézműves biztosított jogaival. A vastermelés, a bánya és kohó, nem tartozott a tulajdonképpeni céhies szervezetekhez. De míg a nemesfém termelése, s a réz-bronzé is, nagymértékben a vagyonok és hatalmasok uralma alá került, a vastermeléshez sok apró gond, tapasztalat kellett, amelyek változatosságát nehéz egy közös jó hasznú szervezetbe összefogni. Kicsiny önálló üzemek, műhelyek sokasága tehát, még akkor is, ha külsőlegesen

valamely nagyérdekeltség is részesült hasznukban. És a városi vasfeldolgozó céhek folyton finomodó specializálódása az anyagalakítás folytonos ösztönzése volt a termelőmesterségek számára is, anélkül, hogy a szakmunka szempontjain kívül más kölcsönös függésbe kerültek volna a várossal. Vidékenként lassan és társadalmiasan fejlődtek ki a készségek, emelkedett az élet színvonala. A vásárlóközönség akkor tágult, a paraszt akkor cserélte fel magakészítette eszközeit a kézműves árujával, ha a tömeggyártást, a minőség megtartásával, új módszerek tették lehetővé. A parasztnak is megvolt a biztos egzisztenciája a földesuraság szervezetében, szegénysége mellett is; nem kényszerült arra, hogy fejlettebb eszközökkel művelje minden áron földjét, hozza be annak bérét. Ismét ellenállás a „haladással” szemben – amely azonban ismét arra készítette a technikát, hogy mélyebb alapokhoz nyúljon, általánosan befogadható eszközöket gyártson, amelyeknek haszna azután növeli a paraszt vásárlóképességét.

Kétségtelen, hogy a bányatechnika már a középkor derekán felülmúlta a rómaiakét. A mélyebb aknavágás és a víztelenítés a legfőbb feladat itt. A középkori társadalomban nem lehet az embereket helyükből kimozdítani, tömegmunkássággá összeterelni; a természeti erőkhöz kell folyamodni, főként vízzel hajtott mechanizmusokhoz. Tette ezt már az antik is; de a szerkezetiség fejlődése sem a csupasz számításoktól függ. A középkor szerkezetépítői generációkon át ismerték az adott körülményeket, figyelték a kezdetleges mechanizmus funkcionálását, fa- és fémanyagának magatartását, a teherbírást, a sűrűlódást-kopást; nagy elvi újítások nélkül is jelentősen fokozhatták teljesítményét. Az erő, többszörös áttétellel, a víz partjától az akna szájáig, csak úgy dolgozhat, ha közben az egymásba szerkesztett alkatrészek mozgatása nem emésztí fel. Ki lehetne itt térni a fúró és a szivattyúzó mechanizmus térhódítására is; mindez azonban jórészt visszavezetne a vas közkeletű anyaggá alakításának problémáihoz, a kényesebb alkatrészek, beagyazások, surlódófelületek lassanként vassá változtak.

A középkor intenzív helyi üzemeinek fel kellett használniok a silány ércfajtákat is, amelyekre az antik ügyet sem vetett, vagy amelyeket sokáig nem ismertek fel vasércekként. A fölfedezések állandó sorozata ez; mihelyt vas jelentkezik a kőben, szívós munkával igyekeztek különleges eljárásokat kidolgozni kitermelésére, hasznosítható átalakítására. A középkor végén Agricola bányászkönyve már valósággal tudományos közzétant ad, végigvezetve az anyagismeretet egészen az ipari alkalmazásig. Ez az anyagismeret tette lehetővé a vas teljesebb kivonását az ércből, mert a kohóba adagolás az ércfajta természetéhez igazodhatott, változatos tapasztalati szabályok alapján. Helytelen tehát a vízerő-fúvómechanizmusoknak tulajdonítani ez intenzívebb termelést; a fúvást azért lehetett erősíteni, mert biztosabb s pontosabb lett a kohóban végbemenő processzus ismerete. A vascipók lényegesen megnöttek, rögtöni kialakulásukra nem elég már az emberi erő: a vashámor brutális és mégis az anyag teljes, egyenletes átalakítására változatosan felszerelt vízerő-mechanizmusát kellett megszerkeszteni. Mechanizmus zúzta szét előzőleg már az érckövet is, készülékek mosták, szűrték, hogy kiválogatása és adagolása minél pontosabb lehessen. Mesterség volt már a szénégetés is, a lassú és egyenletes égésfolyamat mindenféle szabályával, hogy a fa nyersen ne maradjon, de ne váljék hamuvá sem. S némely ércző talán évekig tartó előkészítést kívánt, levegőn oxidáltatást, esővel kilúgozást; lassú megfigyelések ezt is mesterséges eljárásokkal helyettesítik. A legváltozatosabb anyagpótlékok, homokon, mészen kívül minden ércfajtánál külön kipróbált vegyületek segítik a vas és a salak tiszta különválását egymástól, oly receptek, amelyekben nem elvont tudomány, hanem évszázados tapasztalat rejlik. Végül megkísérelhetik már a kohó méreteinek növelését is, ami tehát szintén nem a fúvómechanizmusok vívmánya, mint csaknem minden technika- és gazdaságtörténet hirdeti. Nem is nagy gondolat a XIV. századtól megjelenő „magaskohó”, ázsiai népeknek is sikerült már egyes sajátosan kitapasztalt eljárásoknál alkalmazniok. Nem is a

„gazdasági” fejlődés, a tőkeképződés tette most lehetővé a nagyobb üzemet, hanem a lassú, odaadó, kövek-mocskok természetét is alakító hivatásmunka. Tiszta ércfajtákból most már néha párszáz kilónyi vascipó is kerül elő, az egész falunak össze kell csődülnie, hogy a kemencéből sebtében a hámorba vonszolhassa. Már oly speciális irányokat tudtak adni a kohó-processzusnak – bár még mindig magára kellett hagyniok, befalazniok a begyújtás után –, hogy a kikerült vascipó minőségére s egyenletességére is dolgozhattak, a belőle készítendő tárgyak kívánalmi szerint. Az acélt is így olvasztották ki, közvetlenül az ércből, a szénnek gondosabb előállításával, az ércnek-szénnek pontos adagolásával, a salakképző pótlékok finom kiválasztásával, erősebb, de egyenletesebb tüzzel, külön készülékekkel egyenletessé szabályozott, óvatos fújtatással, s végül a kikerült cipónak széltől-légtől óvásával, míg a hámor el nem végzi rajta munkáját.

Nemcsak a tömeggyártás nő ezzel, hanem a sokszerű alkalmazhatóság is. Egyáltalán, megváltozik a vas szerepe a társadalomban, az egykor kicsiny eszközökre s véletlenül keletkezett minőségekre korlátozott anyag most már mindenütt megjelenik az életben. A hatalmas vascipó egyenletes anyaga az eddig méreteik miatt nem gyártható cikkekre is kiterjeszti a vas felhasználását. Az antik csak kézzel kovácsolva tudott kisebb vasbádog darabokat előállítani, a középkor utolsó századaiban már bádogverő vízimechanizmusok dolgoznak; nem a brutális erő, a szétlaposítás problémája ez, hanem a kellő minőségű anyagtermelésé s a bonyolult műveleteké, amelyek a hő és az ütés hatásait szabályozzák, az egymásra terült vaslapok összeizzását vegyi hatású folyadékokkal megakadályozzák. Az anyagelbánás teszi lehetővé a különféle minőségű-rendeltetésű bádog előállítását, üstök, edények, kannák céljaira is. A páncél acélbádogja önmagában is műremek volt, nem csupán díszítése miatt, amit a történetírás egyedül szokott emlegetni. A pikkely- s gyűrűpáncélt váltotta fel az acélpáncél, acél- s vasrétegek bonyolult egymásba dolgozásával, hogy ragyogó keménysége mellett is ruganyos és azonkívül testformára kialakítható legyen, s mégis hibátlan anyagszerkezetű s viselésre könnyű. Tudunk oly egész testet fődő páncélról, amely a sisakkal együtt mindössze csak 15 kilogrammot nyomott. De nem a fegyverkezés minden áldozatra hajlandó céljaira készült műreemek a fontosak a haladásra. Megjelent mindennapos cikként, a bádog mellett, a vasdrót is. Az antik, ha ismerte, csak hosszadalmas kialakalással tudta előállítani. Szinte komikusan hat, amikor a technikatörténetek a dróthúzás középkori kialakulásánál csak az erőfeszítés szerkezeteit vizsgálják, például a kezdetleges hintázást, amivel a kézműves lendületet ad magának a vaspálcának a vékony lyukon való áthúzására. Holott nyilvánvaló, hogy az újítás egyrészt a dróthúzó-lyuk finom és mégis minden mechanikai és hőhatást megbíró acélszerkezetének bonyolult előállításában rejlik, amely már a modern öntés, acélgyártás kezdeteit jelzi; másrészt pedig a drót vasanyagának külön e célra kiképzett minőségében, hajlítható s mégis szívós anyagszerkezetében. Az anyagnak, s nem az ötletnek és szerkezetnek dolga a vasszög hirtelen általánosulása is, legkülönbözőbb fajtákban-formákban; a varrótú hasonló módon terjed el finom eszközzé, most teszi lehetővé egzakt anyaga lyukkal való ellátását is, eddig csak hasíték tartotta a fonalat. A nagy, masszív darabok előállítása még nehéz, ha anyagszerkezetüktől nagy s megbízható teljesítményt kívántak; ezt csak az öntésvas kora hozta meg, amely a folyóvasat is csaknem tetszés szerinti tulajdonságokra tudta kiképezni. Az ágyúgyártásnak ezért kellett visszatérnie egyelőre a bronzanyaghoz. A puskakovácsolás azonban kismesteri kézművesség volt; kicsinyben alakított ki oly módszereket, amiket ma a géperő iszonyú vastömegekre alkalmaz. Például a csőhúzást, a vasnak acélkaliberen és acélmagvon áterőszakolását, a cső kikovácsolása-összeforrasztása helyett, mesteri anyagelőkészítéssel, anélkül, hogy a kovácsvas minősége szenvedne ezáltal.

A középkor végén az igazi vaskorszak alapjai már készen állottak, széles-változatos lehetőségekkel. A „gazdaságnak”, a „tudománynak” önálló szerepe volt ebben, mindegyik az

odaadó, társadalmias munkának függvénye ekkor még, s épp ezért lett belőlük modern, hatalmas üzemiességgel dolgozó gazdaság és tudomány. A technika nem rekorderedményekkel, hanem az általános emberi készségek fejlesztésével emelte az élet színvonalát.

Mintha mindinkább a tömegre ment volna ezután a dolog. A magaskohó különös „találmány”, emeletmagasságra nő meg, a megerősített fűvök mérföldekre hallatszók bögésével, a kohó égre világító lángjával, füstjével, fenn a peremen az adagoló munkások kísérteties árnyékaival. A nagyotakarás azonban a minőség kárával jár, a processzus mégsem szabályozható pontosan, a kikerült vascipó bizonytalan minőségű. Ilyen tömegesítésre mégsem térhet vissza a céhies Európa. A magaskohóval először a kontinens kísérletezett, aztán Anglia lett igazi hazája, ahol a céhszerűség elejétől hajlamos az üzletszerű átalakulásra.^d A kontinensen még sokáig az aknáskohó maradt túlsúlyban. Az angol vas csaknem rosszhírűnek mondható a kontinensen egészen a XVIII. századig, az állami megrendelésekből eleve ki volt zárva. De épp a kontinens hatására a tömegesítésnek szakszerű eljárásokat kellett kiképeznie, a rossz vascipót utólagos javításoknak alávetnie. A magaskohó intenzívebb hője-fűvése gyakran egészen folyékony vasat produkált, ami régen katasztrófa volt; most a kohótermék hosszú tanulmányozása-javítása után végre rászánhatta magát a szakmunka arra, hogy ne közvetlenül kovácsvasra, ipari feldolgozásra alkalmas anyagra törekedjék, hanem közbenső féltermékre: a megmerevedett folyékony „nyersvasra”. A zárt akna helyett, amely mintegy megszülte a kovácsvas-cipót, most „mocsárkohó”, a fenékmedencébe csurgó vassal. A kohász a munkaboltzatban most már állandóan figyelheti a folyamatot, próbákat vehet a képződő anyagokból, vegyi hatású pótlékokkal segítheti a jó salakképződést, úgy a salakot, mint a folyóvasat időnkint lecsapolhatja. A kohó tehát akár állandóan is üzemben maradhat, felül folyton adagolható, a vas alul folyton kivonható. A XVI. században már többhónapos folytatólagos munkát is végzett némely kohó, néha napi ezer kilónyi nyersvastermeléssel. De a befektetés nagy, már csak nagytőke bírja, s csak állandó tömegüzem mellett nyereséges. Az üzemben megszűnik az ácsorgó-ünneplő várakozás, állandó szolgálattá változik, pontos szereposztással. Igazi „modern” üzem, az állandó piac, állandó nyersanyagbeszerzés, állandó fizetett személyzet feltételeivel; a technikai üzem kezd úrrá lenni az emberen. A kohó munkáját „finomító” „frissítő” eljárásoknak, berendezéseknek kell kiegészíteniük, a nyersvasat kisebb kemencékben gondos és az anyag természetéhez idomuló folyamatok alá kell vetni, hogy használható kovácsvassá alakuljon. De a nyersvas könnyű olvadákonysága mellett ez már elvontabb művelet, az olvasztást-vegyítést már inkább a híg vasba fűvott-erőszakolt levegő végzi, a kellő anyagokkal telített atmoszféra. A nemesérc és nemesfém vizsgálatáról már a XV. századtól, a könyvnyomtatás őskorától jelentek meg munkák; most a vasra is valóságos próbaművészet fejlődik ki, amely az anyagmegmaradásnak és a kémiai elemek átalakíthatóságának tudós elvi felfedezése előtt következetesen ez elvek alapján dolgozott. A munka így specializálódott, húzódtott szét szakszerű, önállósult és mégis egymásba szervesen kapcsoló részletekre, a kézi munkától a tudományig. Ez a középkori alapvetés következménye. Egyúttal lassan, finoman határolódott el a teljes emberi élettől, önmaga elvont szerkezetévé lett. Özönlött belőle a mindenkire áldásos gyártmány; de nem kellett odatapadnia a legelemibb emberi szükségletekhez, a piac elvont gazdasági szerkezete, a tudomány elvont munkája a luxustól, fantáziától kitűzött célokra irányíthatta.

De még sokáig nem ily elvont régiókból diktálhatták a fejlődés menetét; amíg a régi társadalomszervezet, a francia forradalom után, meg nem bomlott a kontinensen is, a tömeg- és a minőségtermelés erősen szociális értelmű eljárás módok kialakítására kényszerült. Régóta

^d Angliában az ipari forradalom kihatását – más összefüggésben – tárgyalja Az újkor történetének angol fejezete.

megkísérelt probléma a kovácsolás helyett a folyékony vasnak formába öntése; a bronz tiszta fémjével régóta sikerült ez, az öntöttvas-szerszám alig volt több a törekeny cserépnél. A processzusok beható ismerete által, részben kellőleg feljavított kovácsvasdarabok átolvasztásával, részben egyenesen a kohóból már a XV. századtól sikerült nem túlságos igényes használati tárgyak öntése, mint csöveké, súlyoké és bájos figurákkal, többnyire a kohászatból vett képekkel díszített kályhalapoké. A piacra való tömeggyártás készítette ki a kőszén felhasználását is. A magaskohó, főként Angliában, óriási üzemigényével kiirtotta a faszenet termelő erdőket. A kőszén ismerete primitív időkre nyúlik vissza, de tisztátlan, igen vegyes összetétele alkalmatlanná tette a kohászat céljaira, megfertőzte az érzékeny folyamatot. Hosszas kísérletek után a XVIII. század elejétől kezdtek eredményes eljárások kialakulni, vegyi pótlékokkal, a káros alkatrészek szakértő kitüzelésével; a század hatvanas éveiben már általános a „kokszolt” kőszén használata az angol kohászatban, bár még sokáig csak egyes vasminőségekre. Ugyancsak a század derekán oldották meg a vasöntés kérdését a jobb minőségre is. Egy angol órásmester laikus gondolata volt az acélöntés, a szakemberek elszörnyedtek rajta, a kellő hő előállítása, a megfelelő edény készítése lehetetlenség. Évek titkos-fantasztikus munkája sikerre vezetett. S most már valóságos öntésvas mánia tört ki, hatalmas gerendák, oszlopok, tengelyek készültek fa helyett vasból, az ágyúgyárok is rátértek a vasöntésre, a XVIII. század végén megépültek az első vashidak; de mindent, templomi szószéket, koporsót, sok tonnányi síremlékeket is öntésvasból gyártottak a nekibuzdult angol nagyiparosok. Még akadály a nyersvas „felfrissítésének” szükségessége, amihez mégiscsak a tisztább faszén kell; az 1780-as években a „kavarás” („Puddeln”) eljárás megkerülte a problémát, a nyersvasat egy „kádban” olvasztják, a tüzelőanyaggal való érintkezés nélkül, a tisztító oxidációt a folyton kavart vassfürdőre roppant erővel fúvott levegő végzi el, a fürdő lassú kihűlése után még sokféle gondos kezelés szükséges, hogy valóban tiszta ipari vas keletkezzen. A gondolat nem új, inkább csak tömegre alkalmazása; az ötletnél lényegesebb a feldolgozóeszközök, tartályok anyagának kialakítása. Ez a módszer döntötte el végleg a vastermelő országok küzdelmét Anglia javára. Egy angol nagyiparos – boltosinasból lett „vaskirály” – szinte egyik évről a másikra 500 tonnáról 10 000-re emelte az eljárással évi kovácsvastermelését. A kohászat ezután a vegyi folyamatoknak és a hőgazdaságnak tudományává lett, a kézművesség teljesen eltűnt belőle. A XIX. század derekán szobanagyságtartalmú cilinderekkel dolgozott a fűjtatógép; a fúvott levegőt hevítve óriási hőfokokat értek el a kohóban, az eltávozó kohógázak hőjét visszavezették a kohó és a hámor üzemének hevítésre-hajtására, minden mechanikai erőt bonyolult készülékek használtak fel újra: lassankint eltűnt a láng, a füst, a zaj, az üzem félelmetesen csendes automataként végezte iszonyú feladatait toronymagasságra emelkedett kohóiban, épületeiben. Minden a megszakítatlan folytonosság jegyében történik, az ember csak kiszolgálja a processzust. Bessemer, Siemens, Thomas, Martin újításai óriási edények, eszközök, gépezetek laboratóriumává tették a minőségvasgyártó üzemet, a kovácsvas korát teljesen a folyóvas korszaka váltotta le.

A tömeggyártás már mindenütt, a bányáktól kezdve a készáruig, gépekkel dolgozott. Watt évtizedekig dolgozott gőzgépén, amit az angol szénbányák víztelenítésére szánt, mint az előző, a XVII. század végétől kezdődő más próbálkozások is. A gőznek hasznos szerkezetbe készítése üres gondolat lett volna az anyagelbánás fejlődése, mégpedig társadalmias fejlődése nélkül: a vasnak előbb közkeletű, idomítható, anyagszerkezetében módosítható anyaggá kellett válnia. Watt elgondolása készen volt, s mégis csaknem csődöt mondott, kellő vasanyag és szakértő vasműves hiányában. Végül tulajdonképpen a minőségvas-öntés kialakulása tette lehetővé a matematikailag biztos kazánok, cilinderek tömeges gyártását. A gőzvasútnak is a csöves kazánszerkezet és a vassín anyaga volt a központi problémája. Az óriási vastömegek feldolgozása

hatalmas gépi erőt kívánt; a vasat ez erőszakolja át a hengerműveken is, amelyek kaliberformái közül készárúként bújik elő; géperő keni rá a modellekre a lágyított vasat, géperő fúrja, vájja, gyalulja a legerősebb páncélacélt is. Primitív gondolatok, az eszköz és a gyártmány anyagának ismerete alapján brutálisan megvalósítva. Hihetetlenül finoman részletezett mérnöki tervek alapján pillanatok alatt kész alkatrészek teremnek elő a gyárüzemből, hogy talán órák alatt összeállítva óriásteljesítményű gépekként működjenek maguk is.

Hirtelen szerkesztődött össze mindazon célszerű–üzletszerű elem, ami az európai társadalom változatos, életteljes szerkezetében kínálkozott, egyetlen világgazdasággá. A gépek úgy ülnek e végtelen szövedék központjain, mint az évezredekken át kialakult készségeknek anyagba átvitt hordozói. Az emberiségfejlődés perspektíváiból nem is racionális képződmények, hanem lecsapódások, amilyeneket a természet emberen kívüli világa is kitermel. Képződmények, a termőtalaj határozza meg módjukat-sorsukat. S ha már nem a teljes emberi természet készségei viszik fejlődésüket, hanem az elvont ráció, a képződmény siváran ágazódik fel a magasba, hirtelen felszökkenése nem igazi fejlődés már.

A modern technika abszolút megoldásának tűnik fel előttünk. Csodája: a szerves természet kihasználása helyett a szervetlen anyagok kihasználása. De, hogy rohanó útját folytathassa, nem kell-e visszatérnie a legrosszabbra, az ember kihasználására?

Nem a gazdasági életnek, vagy a munkásosztálynak problémája ez, hanem az ember problémája.

De nem ily ma már megszokott bánatos melódiák fúvása a történetírás célja. Bizonyos, hogy a múlt fejlődés igazi megismerése végül is kibontakoztathatja a modern technika valóságos körvonalait, abszolút érvényessége helyett egyénies korlátozottságát. A régi társadalomképletek ezreinek benső megértése, apró munkájuk, szabályaik, eredményeik életteljes interpretálása, összehasonlító értékelése a haladás fogalmának új meghatározására vezethet; s ha van még ősi erő a modern korban, az ilyen tudatos tájékozódás ez erőnek újabb teremtő utakat nyithat meg.

A technikaellenes szellem épp a technika szakértő hivatásait érinti legfájdalmasabban, az ő irodalmuk küzd a leghevesebben ellene. A mérnöki hivatás azonban lassan bontakozott ki a múltban a mesterségek szakmunkájából, sajnos, már csak akkor, amikor a társadalmi–céhi kötöttség bomlóban volt; a hivatás önállóságát biztosító szabályozás kevéssé alakulhatott ki. A munka nyugalmat s áhítatát, az emberi sorsot megértő életközelségét nem örzi-gondozza mély intézményesség a gazdaság és a hatalom céljaival szemben. A technikus-szakember közreműködése a múlt fejlődés valódi megismerésén magának a hivatásnak új megalapozását is elősegítheti.

Megjelent: Emlékkönyv Domanovszky Sándor születése hatvanadik fordulójának ünnepére. Bp. 1937. május 27. 227–250. p.)

Újraközölve: Hajnal István: Technika, művelődés. Tanulmányok. (Válogatta, sajtó alá rendezte, a bevezető tanulmányt, a jegyzeteket és az összekötő szöveget írta Glatz Ferenc.) Budapest, 1993. 139–157. p.