

A technikai fejlődés eszkalálódó-logisztikus jellegű törvényszerűségének hipotéziséről

A növekedési jelenségek, ill. általában a fejlődés mint időbeli folyamat - mai tudásunk szerint - jól jellemezhető az ún. logisztikus görbével, ill. annak eszkalálódó változatával. Az életképes rendszerek a fejlődés során "plafonba" ütközve új növekedési görbére lépnek, eszkalálódnak. A telítettségi szintet "nem kedvelő", eszkalációs jelleget mutató jelenségek egész sora figyelhető meg a természetben és az ember alkotta világban.

A gépesítés, az automatizálás jól elkülöníthető szintjei - s joggal vélelmezhetően: a technikában általában a fejlődési jelenségek - ugyancsak jól szemléltethetők az eszkalációs logisztikus görbékkel (megfelelő méret választása esetén).

A növekedési görbe egy-egy - logisztikus függvénnyel leírható - szakasza a normál fejlődésnek-fejlesztésnek, az evolúciónak felel meg, míg az eszkaláció "forradalmi" változást jelent, vagyis az új logisztikus fejlődési jelleg lehetőségét. Olyan lehetőséget, ami az előzőkre épül, de attól minőségileg is különbözik.

A fejlődés és a logisztikus görbe

Az életjelenségek közül a növekedési jelenségek, ill. általában a fejlődés, mint időbeli folyamat - mai tudásunk szerint D. de Solla Price nyomán /1/ - jól jellemezhető az ún. logisztikus görbével (1. ábra).

A logisztikus görbe jellemző független változója az idő /t/, melynek függvényében a vizsgált "méret" /y/ értéke

$$y = \frac{B}{1 + A \exp /-Kt/}$$

szerint növekszik; ahol B a telítettségi szint (a "plafon"), A és K konstansok.

Azaz a "méret" értéke az alapszintből indulva exponenciális növekedéssel, majd az inflexió után, a görbe első szakaszával centrálszimmetrikusan - csökkenő növekedési ütemet mutató - exponenciális jelleggel tart a telítettségi szinthez. A görbe - matematikailag - az időtengely mentén mindkét irányban a végtelenbe tart, így a logisztikus görbe természetesen "csak" matematikai modellje lehet a vizsgált jelenségnek, amely jelenség érdekes számunkra a szükséges következtetések levonásához /2/.

A természetes vagy az ember alkotta világban a fejlődésnek, a növekedési jelenségeknek azonban - általában - nem jellemzője a telítettségi szint (a "plafon") megléte gondolatába való "belenyugvás". Egy-egy fejlődési jelenség gyakran úgy zajlik, hogy a "méret"- mielőtt a telítettségi szintet elérné, sőt gyakran már a növekedési ütem megváltozása, tehát az inflexió fellépte után - "nem akarja tudomásul venni" a telítődéshez való tartás "gondolatát", hanem új logisztikus görbén "folytatja útját" (2. ábra), ún. eszkaláció lép fel. Úgy tűnik, maga a földi élet, az ember megjelenése is ilyen jelleget mutat. Ha "méretnek" a légkör oxigénszintjét vesszük, akkor a földi élet és az ember, mint a fejlődés "terméke", tipikusan eszkalációs görbére (3. ábra) "illeszhető" /3/.

A - logisztikus görbével leírható - telítettségi szintet "nem kedvelő", eszkalációs jelleget mutató jelenségek egész sora figyelhető meg a természetben és az ember alkotta világban. Megfelelő "méret" megválasztásával jól kimutatható az ilyen fejlődési jelleg.

Külön meg kell jegyezni, hogy a valóságos folyamatoknak, jelenségeknek ez az eszkalálódó-logisztikus görbe már csak azért is csak egy-fajta modellje, mivel a fejlődési törvényszerűségek általában tendencia jelleget mutatnak, azaz - az egy-egyértelmű függvény helyett - a determinisztikus függvény mint tendenciavonal, mentén húzott sávot jelentenek ábrázolás-reprezentációban.

x x x

A továbbiak kedvéért vizsgáljunk meg egy konkrét fejlődési jelenséget, a technika jelentős területét adó gépesítést, automatizálást.

A gépesítés történetéből

A technikátörténet, az emberiség történetéről szóló munkák és a korai "szakirodalom" valamint a reális, a megmaradt objektumok bőséges példatárrel szolgálnak a gépesítés történetéhez. Itt nem feladatunk a részletes vagy akár a kronológikus ismertetés, célunk az, hogy a gépesítésből, annak történetéből mai szemmel, mai fogalmaink szerint merítsünk ismereteket az általánosításhoz, a múlt és a jelen értéséhez és a jövőbe tekintéshez.

Mai fogalmaink szerint valamely munka elvégzéséhez munkagépre és energiára van szükség, a munkagép igényelte energiát pedig a motor vagy hajtógép szolgáltatja a munkagépnek a számára megfelelő formában. E megfelelő forma "előállításában" segít a motor és munkagép közötti szerkezeti kapcsolat, a két gép "illesztése". A motor által szolgáltatott energia természetesen nem a motorban "keletkezik", az "csak" átalakítja a környezetéből célszerűen hozzávezetett energiát. Például az elektromotor a hálózatról vett villamos energiát, a belsőégésű motor az üzemanyagban kémiaiilag kötött energiát alakítja át a munkagépnek szükséges formára. A hajtó és hajtott gép célszerű működéséhez az energia mellett információ is szükséges, gépegységet irányítani is kell. A megmunkáló, a motorikus és az irányítási funkció hármas egységének szem előtt tartása vezetheti gondolatmenetünket a gépesítés történetébe való betekintéskor, és ennek megfelelően öt szintet különböztetünk meg a gépesítésben. Ezek a szintek - természetesen - nem választhatók ol' élesen egymástól és a történeti folyamatokban - utólag - kijelölhető lényeges "állomásai" a fejlődésnek /4/.

1. A kézművesség, a tekné, az ősi, közvetlen technika idejében a megmunkáló, a motorikus és az irányítási funkciót együtt és egyszerre maga a tevékenykedő ember látta el, szerszáma és munkagépe a kéz, esetleg a láb volt, de maga az ember volt a motor is és a munkavégzés irányító "egysége" is. Az ember maga volt a "komplex géprendszer".

2. A következő szintet az ún. egyszerű gépek "kifejlesztése" és használata jelentette. Az egyszerű gépek (emelő, csiga, ék, csigasor stb.) szükségessége, kifejlesztésének indoka a nagyobb "termelékenység" (ami persze akkor sem volt öncélú, hanem az emberi lét jobbítását szolgálta). Az "embergép" nyilván nem tudott "tetszőlegesen" nagy sebességgel dolgozni és nem tudhatott "tetszőlegesen" kicsiny helyre vagy "tetszőlegesen" irányba koncentrálni erőt, energiát - ennek saját maga, az izomzata, a felépítése stb. szabott határt. Ezen emberi munkavégzést és korlátait szépen írta le jeles fizikusunk, Fényes I. más célból /5/ ugyan, de ide is jól illeszkedően:

"A mechanikai 'erőkifejtés' alkalmával mind a végtagokat, mind pedig a szerszámokat ún. egyszerű mechanikai gépekként használjuk. Az egyszerű gépek működési elvei: a 'mechanikai erőtávitel' legelemibb módjai. Ilyen elemi folyamatok elvégzésére szolgáló szervek (fog, állkapocs, végtagok stb.) az élet nélkülözhetetlen feltételei, tökéletesebb

formáik pedig a kevésbé tökéletesekkel szemben nyilvánvaló szelekciós előnyt jelentenek... Amikor az ember munkát végez, tevékenységét a fizika szempontjából is munkavégzésnek kell minősítenünk. Az izmokban tárolódott és folyamatosan pótlódó energiát a kéz (láb stb.) alkalmas elmozdításával átvisszük a kívánt helyre. Ilyenkor az energiaátadás mozgásmennyiség átadásával, tehát erőhatással jár együtt. Az időegység alatt közölt impulzus, vagyis az erő, továbbá az időegység alatt közölt energia, vagyis a teljesítmény nagysága nyilván korlátozott attól függően, hogy az izmok milyen sebességgel képesek leadni, majd folyamatosan pótolni az energiát."

"Az emberi (és állati) izmokban felraktározott energia leadása ('izomerővel végzett munka') és az energiának a szervezet többi részéből (és a környezetből) való pótlása csak korlátozott sebességű lehet; az egyszerű gépek működési elvének alkalmazása részben azért szükséges, mert éppen a folyamat lassítására szolgál. Röviden: az egyszerű gép biztosítja, hogy a munkavégzés sebessége ne érje el az 'izomerő' teljesítőképeségének a határát. Ha mégis eléri, akár csak egy pillanatra is, tehetetlenné válunk a folyamat irányításában, és könnyen kárba vész az eddig elért eredményünk is: pl. a felfelé görgetett kő megindul a lejtőn visszafelé. Az egyszerű gépek másik fontos funkciója: az erőhatásnak adott helyre, adott irányba való koncentrálása... A szűrő- és vágószerszámok: kés, balta, tú stb. az 'ék'-ek osztályába tartozó egyszerű gépek, segítségükkel a munkavégzéssel közölt energia kis helyre koncentrálódik, és kis helyen ugyanaz a teljesítmény nagyobb erőhatást eredményez. Az emelők mindkét osztálya lehetővé teszi mind az erőhatás alkalmas irányítását, mind a munkavégzés sebességének kellő lassítását. Ez utóbbi funkció különösen tisztán szemlélhető egy másik egyszerű gép, a lejtő (ferde sík) esetében: a súlyos testek lejtőn való felhúzése, illetve felgördítése hosszabb úton, hosszabb ideig, időegységenként kevesebb energiabefektetést igényel, mint a rövidebb, de meredekebb úton végzett munka."

A "motor" továbbra is az "élőmotor" maradt (emberi, ill. állati energiaforrás) és az irányítási funkció is közvetlenül az emberben testesül meg.

3. Bár az ún. egyszerű gépekkel a munkavégzés jól illeszthetővé vált az "ember-motorhoz" az áttételezés, lassítás (emelő, csigaszor) révén, ill. az erőhatás adott helyre, adott irányba való koncentrálásával (ék, csiga), azonban ez a munkavégzés mégis szakaszos maradt. A nagyobb "termelékenység" folyamatosan működő munkagépeket kívánt meg, amik viszont nem szakaszos energiahozzávetést, hanem folyamatos energiaellátást, energiaáramot igényeltek. Ezen gépek motorja részben az "élőmotor" volt, részben pedig a "könnyen" kihasználható természeti erőforrások (szél, víz) kiaknázására szolgáló szerkezetek. Az irányítás ezen a szinten is még közvetlen emberi, bár már ekkor kimutathatók az irányítás "automatizálásának" csírái.

4. Az "univerzális" hajtógép, a helytől függetleníthető motor (a gőzgép, majd a belsőégésű, ill. az elektromotor) kifejlesztésével jutott a gépesítés arra a szintre, melynél mind a megmunkáló, mind a motorikus funkció ellátásától "megszabadult" az ember. A fejlődésben ennek a korszaknak a beköszöntét forradalminak tekinthetjük ("első ipari forradalom"), szemben a korábbi, inkább evolúciónak tekinthető fejlesztéssel. A "gyors" munkagép-motor együttesénél, a kiteljesedő géprendszernél már az irányítási funkció részleges automatizálására is sor került (lásd pl. a gőzgépek vezérlését). A technikai fejlődés ettől kezdődően - a korábbi időkhöz viszonyítva - általában felgyorsult, olyan (akkor) hihetetlen méreteket öltött, melynél nagyobb fejlődés-változás csak napjainkban tapasztalható a gépesítés, automatizálás kiteljesedé-vel.

5. Az irányítás (vezérlés, szabályozás) fokozatos automatizálása, különösen a logikai "gépek", jelesül a "számítógép" bevezetése a tech-

nikába (a "második ipari forradalom") eljutatta az emberiséget - természetesen az emberi tevékenység által - a komplex automatizált géprendszerig, melynél mindhárom funkció (megmunkáló, motorikus, irányító) ellátásánál mentesülhet az ember a régi értelemben vett munkavégzés alól, és élhet - e korszaknak megfelelő - jobb, emberibb életet. Természetesen ezen - a technika által megteremtett - lehetőség még több területen "csak" lehetőség.

E rövid - célorientált - áttekintés is érzékelteti az ember és technika kapcsolatát, ugyanakkor utal a technika "öntörvényű" fejlődésére is /6/.

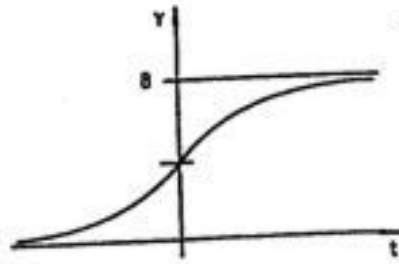
Úgy tűnik, a gépesítés és automatizálás különböző szintjei ugyancsak jól szemléltethetők a fejlődési görbével - megfelelő "méret" választása esetén (4. ábra). Az eszkalációs görbék egy-egy - a logisztikus függvényvel leírható - szakasza a "normál" fejlődésnek-fejlesztésnek, az evolúciónak felel meg; az eszkalációs tartomány "forradalmi" változást jelent: a "megfelelő" eszköz, a "megfelelő" gép, a "megfelelő" irányítórendszer "megtalálását", kifejlesztését jelenti. Például: az erőgép, a motor fejlesztésében evolúciós szakasz az - "ember-motor" kiváltására fokozatosan befogott - állati energia és a természeti (szél, víz) energiaforrásokat kiaknázó szerkezetek alkalmazása. A "megfelelő", a technikai szempontból "igazi" motort azonban a helytől függetleníthető gőzgép megalkotása hozza; s ez - miután a célra ez az "igazán megfelelő" - forradalmi változást jelent (első ipari forradalom). Ugyanígy az irányító funkciót segítő, ellátó mechanikus és/vagy makroelektronikus automatizálás "csak" evolúciót hoz; a forradalmi változást a (napjainkban kibontakozó) mikroelektronikus automatizáció jelenti, az irányítási funkció átvételéhez a "megfelelő", a technikai szempontból "igazi" eszköz a komputer (második ipari - de nemcsak ipari, általában - technikai forradalom). Természetesen ezek a forradalmi változások is sok időt igényelnek, a forradalmat nem az egyik napról a másikra bekövetkező változásokban kell keresni, hanem a minőségi változásban (az újabb logisztikus görbére való átváltásban, az eszkalációval jellemezhető "ugrásban") lehet észrevenni.

(Pontosnak tartom megjegyezni:

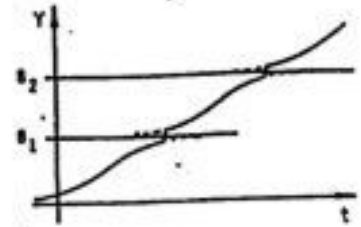
Ha a felvetett hipotézis (kiterjesztve) nemcsak a technikára, hanem például társadalmi folyamatokra is - megfelelő kimunkálással - jó leírást adna: nagyon érdekes és hasznos következtetésekre juthatnánk tudományos és gyakorlati aspektusból egyaránt.)

JEGYZETEK

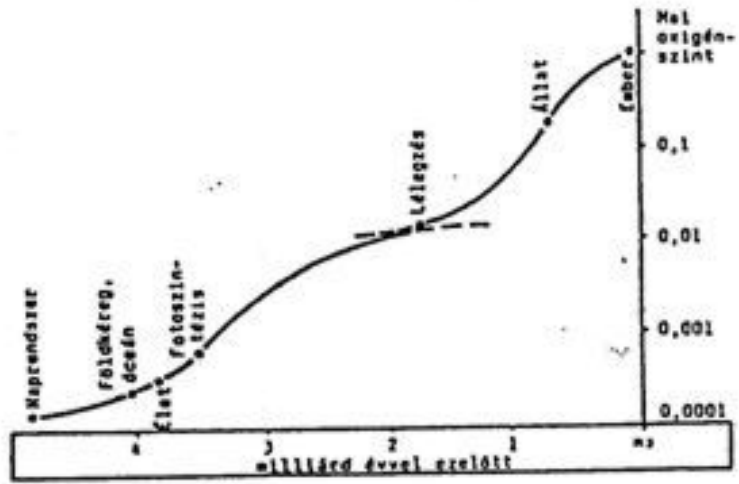
- /1/ D.de Solla Price: Kis tudomány - nagy tudomány, Akadémiai Kiadó, 1979.
- /2/ Déri J.: Műszaki ábrázolás, Tankönyvkiadó, 1984.
- /3/ Marx Gy.: Éltrevaló atomok, Akadémiai Kiadó, 1978.
- /4/ Déri J.: Géprendszertan, Tankönyvkiadó, 1986.
- /5/ Fényes I.: A fizika eredete, Kossuth Könyvkiadó, 1980.
- /6/ Déri J.: Von der Hypothese der logistischen Entwicklung der Maschinerisierung und der Automatisierung, In: A. Melezinek (Hrsg.): Technik lehren - Technik lernen, IGIP'88. Basel, S. 147-153.



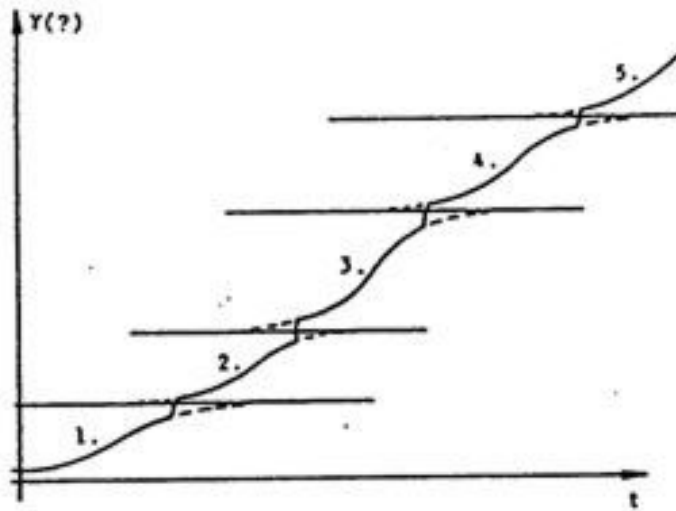
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra