

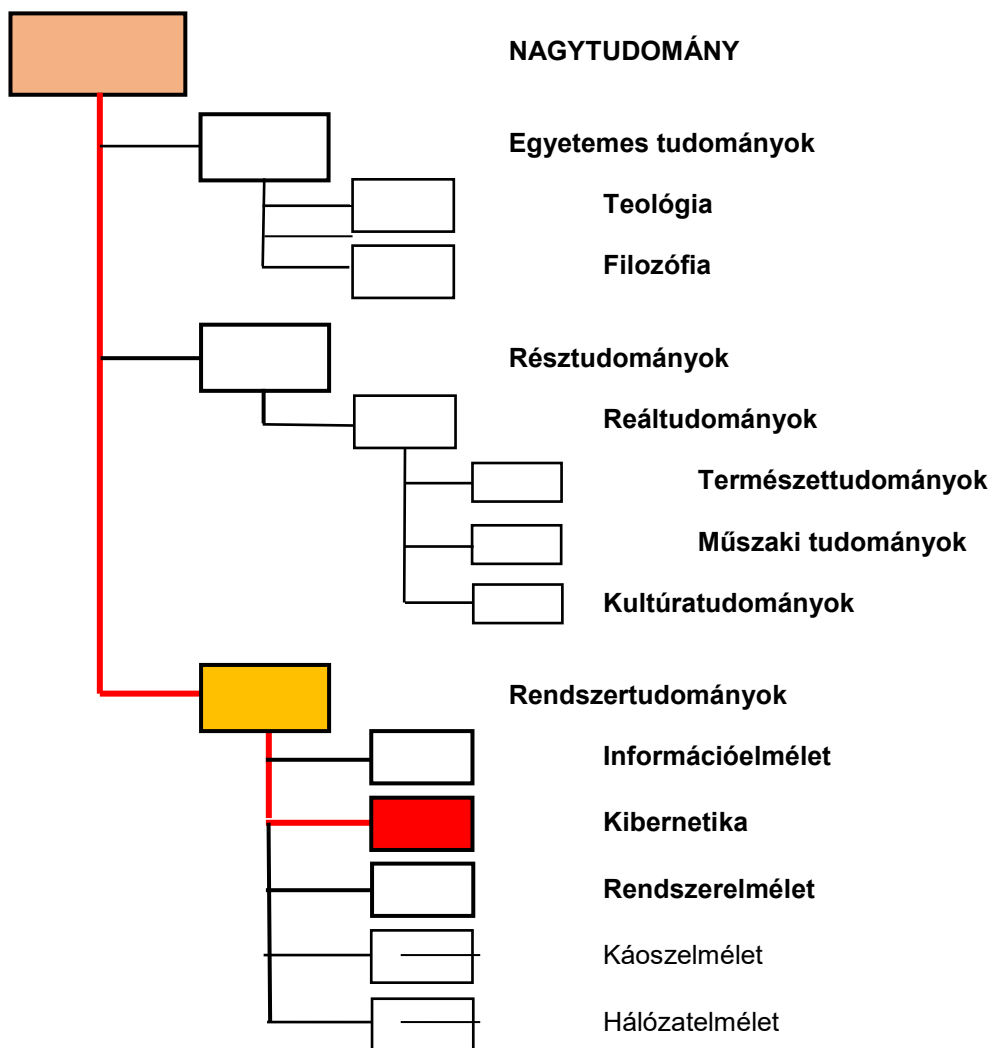
A magyar erdőmérnöktan – 5

A magyar erdőmérnöki tudomány alapjai, és az erdőmérnöki szabályozástan. 5. rész

32. A szabályozás tudománya: a kibernetika

Tóth Imre Zoltán *Szervezés- és vezetélmélet* című könyve alapján tárgyaljuk a kibernetika nagy részét, természetesen nagyon kivonatos formában.

A kibernetika helye a „nagy tudomány” könyvtárszerkezetében:



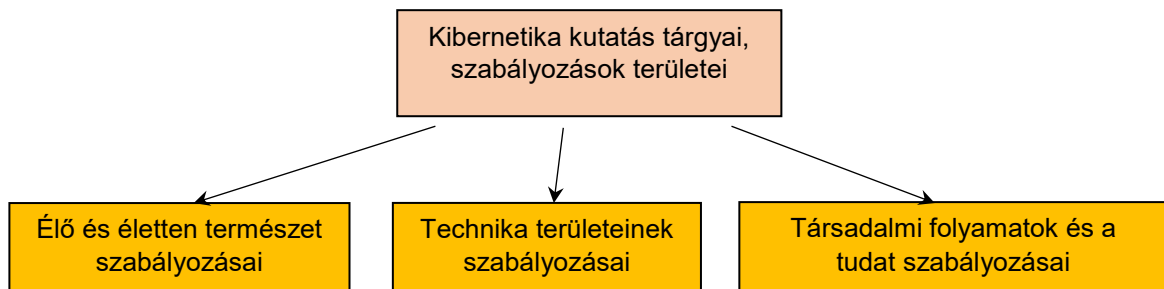
32. 1 A kibernetika tárgyai, fogalma és felosztása

32. 11 A kibernetika tárgyai

Más megfogalmazásban (*A kibernetika filozófiai problémái, 1963*):

„A kibernetika kutatási tárgya az élő és az élettelen természet (valamint a technika), továbbá társadalmi folyamatok és a tudat szférájába tartozó jelenségek...

A kibernetikai kutatás tárgyainak szövegdobozos felosztása:



.ábra. A kibernetika három szabályozási területe

Folytatva az idézetet:

„A kibernetikának... az alkalmazása... igen tanulságos. Hiszen itt egyáltalán nem az történt, hogy régen kialakult fogalmakat és régen felfedezett törvényszerűségeket fordítottak le a kibernetika nyelvére, hanem a **szervezet** és a **technikai rendszerek** közötti **hasonlóság** megállapítása lehetővé tette, hogy **számos vonatkozást** tárjanak fel a szervezet tevékenységében, ami korábban ismeretlen volt. Ezeket a vonatkozásokat már eleve a kibernetikai terminusok alkalmazása révén sikerült megfogalmazni. Ezáltal lehetővé vált **új kísérletek** kidolgozása, **új hipotézisek** felállítása, több, eddig ismeretlen **törvényszerűség** megállapítása.” (Kiemelés tőlem.)

32. 12 A kibernetika fogalma

32. 12. 1 Kibernetika születése

Kertai Pál orvosprofesszor *Korunk biológiája* című könyvének *Bevezetés a biokibernetikába* fejezetéből idézünk (Kertai, 1973):

„**MR. BIGELOW** és én arra a következtetésre jutottunk, hogy bármely akarati tevékenységnek fontos tényezője az, amit a szabályozástechnikus mérnökök visszacsatolásnak neveznek... Elhatároztuk, hogy az önműködő vezérlésnek, illetve a hírközlés elméletének egész területét, akár gépről, akár emberről van szó, a kibernetika névvel fogjuk jelölni, amelyet a görög kübernétész, vagyis kormányos szóból képeztünk. (**NORBERT WIENER**, 1896-1964)

Miután a *mérnöki tudományoknak* – köztük a mi erdőmérnöktanunknak – fontos oldala a *szabályozás*, ezért kell tisztában lennünk a *szabályozás elméleti* alapjaival:

- a *kibernetika tudományával*, mint formális tudomány egyikével, és
- mint a „*módszertani segédeszköz*” alkalmazásával.

Nézzük először a *szabályozáshoz* kapcsolódó fogalmakat, mint amilyen: a *szabály*, a *szabályoz*, a *szabályos* (Magyar Értelmező Kéziszótár, 1992):

„**szabály** fn **1.** Magatartást, cselekvést, ill. ennek módját, rendjét megszabó irányelv, rendelkezés. *Közlekedési ~ok. Jog Jogszabály* **2.** Vminek a rendjében, menetében stb. érvényesülő (tapasztalati úton felismert) törvényszerűség...

„**szabályoz** ts ige **1.** *hiv* Szabályokkal, utasításokkal megszab, rendez vmit. *~za az árakat*. **2.** ⟨Gépet, műszert⟩ úgy igazít, hogy az szabályosan működjön. **3.** ⟨Folyóvíz medrét és partjait⟩ hajózási, árvízvédelmi stb. céloknak megfelelően alakítja. *~ták a Tiszát*. ~ó (mn és fn mn-ign is) *Műsz Gép*, műszer szabályozására való (szerkezet, alkatrész).”

A *szabályos* meghatározása pedig a következő:

„**szabályos** mn **1.** A szabály(ok)nak, a (megszokott) rendnek megfelelő. *~ eljárás; ~ ritmus*. **2.** *Mat* Olyan ⟨idom v. test⟩, amelynek az oldalai és szögei, ill. a lapjai és szögletei egyenlők. *~ hatszög*. **3.** Rendellenesség nélküli... Egyenletes, ill. egyenlő időközökben történő...

A *szabályoz* szavunk fogalmának a *második jelentése* számunkra a mérvadó: „⟨Gépet, műszert⟩ úgy igazít, hogy az szabályosan működjön.”

A „gépet, a műszert”, esetünkben vehetjük úgy, hogy az erdeink

- fáinak és
- a benne a nagyvadjaiak életközösségeit, „*sajátos gépeknek*” tekintjük;

az a célunk, hogy *szabályosan* – vagyis a mi érdekeinknek megfelelően – „*működjenek*”. Ez pedig nem jelent mást, mint *tartamos fatermelést* és *tartamos vadtermelést*.

A fenti, *mindhárom* – szabály, szabályoz, szabályos - *meghatározásban* szerepel a *renddel* kapcsolatos szavunk is – *rendjét, rendez, rendnek* -, jusson eszünkbe, hogy az erdőmérnököknek régóta tanított legfontosabb tartárgya az *erdőrendezéstan* volt. Nem véletlenül nevezték így; *rendet tervezni* és *tartani* az erdőben, ez mai is, az *erdőrendezés alapvető lényege és feladata*.

Nem véletlen, hogy **Magyar János** erdőmérnök professzornak – aki harminc évig az Erdőrendezéstani Tanszék vezetőjeként – az egyik kedvenc szavajárása az volt, hogy: „*rend a lelke mindennek...*”

A *kibernetika születése* című fejezetben olvashatjuk a következőket (Pekelisz, 1976):

„A **kibernetika** elnevezés nem új. A görög irányító, kormányozó szóból ered. Már az ógörög filozófusok munkáiban előfordul, egyebek közt **PLATÓN DIALÓGUSÁBAN**. Itt a hajóirányítás és a városállamok adminisztratív irányításának megjelölésére szolgál.

A híres francia tudós, **ANDRÉ MARIE AMPÉRE** A **TUDOMÁNYOK FILOZÓFIAI ELEMEI** című könyvében, a tudományok általa felállított rendszerében a kibernetikát **POLITIKA** című részben helyezte el... egyenrangú volt az etnodációval (a népek jogairól szóló tudománnyal), a diplomáciával és a hatalom elméletével.” (Kiemelés tőlem.)

A kibernetika *elnevezésének eredetét* többek között a következő idézetekből tudjuk meg (Jursa, 1978):

„**Kübernétesz** görögül kormányost jelent.

A **kormányos** a hajó végén ül és az útirány betartásáért felel.

A *kibernetika mint tudomány* című fejezetben pedig a következőket olvashatjuk (Tóth I., Z., 1973):

„A **kibernetika** görög eredetű szó. A »**kübernézisz**« szóalak **kormányzást**, a »**kübernétesz**« pedig kormányost jelen. A »**kübernétike**« viszont a kormányzás művészetét jelenti. A szó köznyelvi használata a régi görögöknél leginkább a hajókormányzással állt összefüggésben, de **PLATÓN** az emberek kormányzásával kapcsolatban, politikai értelemben is említi. A korai protestáns teológiában is előfordul a »**kübernétike**« szó az egyházkormányzás megjelölésére. **ANDRÉ M. AMPÉRE** 1834-ben **PÁRIZSBAN** kiadott tudományfilozófiai értekezésében szintén politikai értelemben használta, az

államigazgatásban megnevezésére javasolta.” (Kiemelés részben tőlem.)

32. 12. 2 Kibernetika meghatározásai

A kibernetikának sokféle meghatározása létezik, ezek közül a fontosabbak a következők. A meghatározásokban a *közös jellemző a vezérlésre-szabályozásra vonatkozó*.

A kibernetika az *Idegen Szavak és Kifejezések Kéziszótára* szerint (Bakos, 1994):

„**kibernetika** gör-ang, tud a komplex rendszerek irányításának logikai és matematikai alapú elmélete és gyakorlata.”

A kibernetika egy másik meghatározása szerint (Jursa, 1978):

„A **kibernetika** a visszacsatolás elvén alapuló, dinamikus rendszerekben végbemenő olyan meghatározott vezérlési folyamatok tana, amelyek biztosítják e rendszerek mindenkori céljainak optimális elérését.” (Kiemelés tőlem.)

A kibernetika mint új tudomány meghatározása a Kislexikon szerint (Kislexikon, 1968):

„**kibernetika**: új tudományág, amely a **vezérlés**, ill. **szabályozás** általános törvényszerűségeivel foglalkozik. Elnevezése és megalapozása **N. WIENERTŐL** ered. Foglalkozik az **információk** továbbításának, tárolásának kérdéseivel, a **visszacsatolással** szabályozott automaták működésével, a szervomechanizmusokkal. Különböző tudományterületeknek a ~ körébe eső törvényszerűségeit egybevetve, lehetőség nyílik az általánosítások kiterjesztésére, pl. az **élő szervezetekre** vonatkozó kutatások és **műszaki kutatások** eredményei kölcsönösen megtermékenyítőleg hathatnak egymásra...”

WIENER [viner], **NORBERT** (1894-1964) amerikai matematikus, a kibernetika kezdeményezője.”

A kibernetika mint tudomány egy másik meghatározásában (Tóth I., Z., 1973):

„Mint elméletileg megalapozott, **önálló tudományterület elnevezését**, **NORBERT WIENER** amerikai matematikus alkalmazta először, 1948-ban megjelent könyve címében (Cybernetics).

Ettől a régi kormányos mesterségtől kölcsönözte nevét a modern tudomány.” (Kiemelés tőlem.)

A kibernetika megalapítója (*A kibernetika filozófiai problémái*, 1963):

„Egyik megalapítója **NORBERT WIENER**, azt mondta, hogy a **kibernetika** a **vezérlés és kapcsolás elmélete a gépben és az élő szervezetben**... ez a **tudomány** a különféle vezérlési rendszereket tanulmányozza, s feltárja bennük, a rendszernek **anyagi mivoltától független** közös vonásokat, amelyek tehát mind az **élettelen** természetben, mind a **szerves világban**, mind az **emberi társadalomban** megjelenhetnek.” (Kiemelés tőlem.)

A fenti idézetből kiderül, hogy:

„A **kibernetika elvont formában** a különböző vezérlési rendszerek oly tulajdonságait és működési törvényszerűségeit tanulmányozza, amelyek **függetlenek** e rendszerek **anyagi szubsztrátumától**.” (Kiemelés tőlem.)

Ha a kibernetikát *nem elvont* formában nézzük, akkor **Kalmár László matematikus professzor** - *A Szervezés és vezetéselmélet* című tankönyvből hivatkoznak rá – meghatározása a következő (Tóth I. Z., 1973):

„Hazánkban az **MTA** elnöksége **KALMÁR LÁSZLÓ** akadémikus 1959-es definícióját vette alapul a **kibernetika meghatározásánál**, s azt határozatában – némileg módosítva – így határozta meg:

»a **kibernetika**... a **vezérlésnek és a szabályozásnak**, továbbá az **információk** ezzel kapcsolatos **gyűjtésének, tárolásának, feldolgozásának és felhasználásának** olyan **általános törvényeit** kutatja, melyek a vezérelt vagy szabályozott **anyagi rendszer legkülönbözőbb mozgásformája** esetén, a **mozgásforma specifikus törvényeivel együttes hatásban** érvényesülnek.«” (Kiemelés részben tőlem.)

32. 12. 3 Kibernetika, Világegyetem és

mozgásformák

32. 12. 31 Világegyetem

Albert Ducrocq neves francia kibernetikus trilógiát írt: *A kibernetika és világegyetem*” gyűjtőcímmel.

A trilógia:

1. az *első* kötet: *Az anyag regénye*,
2. a *második* kötet: *Az élet regénye*,
3. a *harmadik* kötet: *Az ember regénye* címet viseli.

Albert Ducrocq munkájáról - *Az anyag regénye* című könyv fűlszövegében olvashatjuk, többek között a következőket (Ducrocq, 1968a):

„**DUCROCQ** műve... Miben áll újszerűsége? Abban, hogy azt kutatja, miként érvényesülnek a **kibernetika** leglényegesebb törvényszerűségei a **világmindenségben**. És feltárja: az itt is uralkodó **pozitív** és **negatív visszacsatolások** bonyolult rendszerében gigászi erők tombolnak, és gyúrnák és formálják, alakítják az **anyagot**...” (Kiemelés tőlem.)

Ma már tudjuk, hogy a **világmindenségünkben három alapvető létezik** és azok „**áramlásai**” vannak:

1. az *anyag és áramlásai*,
2. az *energia és áramlásai és*
3. az *információ és áramlásai*.

Ezek az **áramlások** egymástól elválaszthatatlanok, egy időben **egyszerre** történnek és ezek mindegyike bonyolult kapcsolatban – **visszacsatolásokban** - vannak egymással és környezetükkel.

Ezzel a megállapítással meg is határoztuk a **kibernetika - szabályozás, szabályozódás - „mindenhatóságát”**.

32. 12. 32 Kibernetika és a mozgásformák

A mozgásformákat a *Földre*, mint bolygóra vonatkoztatjuk. A **kibernetikának, a szabályozás tudományának törvényei**:

- a **biológiai mozgásformában és**
- a **geológiai mozgásformában érvényesülnek.**

32. 12. 31. 1 A biológiai mozgásforma

Az **élő természetet** összefoglaló néven **bioszférának** nevezzük. Erre vonatkozóan állapítják meg, hogy (Kedrov, 1965):

„... az egész **élő természetet** egy mozgásforma (a **biológiai** mozgásforma) öleli fel. (Kiemelés tőlem.)

A **szintelmélettel és szervezettséggel** kapcsolatban idézünk *A biorendszerek szerveződési szintjeinek, alapformáinak koncepciója* című fejezetből (Frolov, 1975):

„Az **élő anyag szervezettségi elméletének** a biológiában megfigyelhető fejlődési dialektikája nagyon jól érzékelteti a tudomány fejlődési folyamatának alapvető sajátosságát, feltárja az **élő természetnek** az egyik oldalon az **élettelen természettel**, a másikon pedig az **anyag társadalmi mozgásformájával** fennálló egységét. ... (**BAUER, VERNADSKIJ, SMALGAUZEN, CSETVERIKOV, SZUKACSOV, DUBINYIN, TYIMOFEJEV, RESZOVSKIJ, BERTALANFFY, SZENT-GYÖRGYI, SCHRÖDINGER** stb.)”

Ezek után nézzük az *élő természet szintjeit* (Frolov, 1975):

„Mármost milyen **osztályozást** javasolnak napjaink tudósai az **élő természet szintjeit** illetően? Meg kell említeni azt a **legáltalánosabb** megközelítési módot, amely az **evolúciós** folyamatot **mikro-** és **makroevolúciónak** tekinti, és azt, amelyiknek a révén a szervezettség alapszintjeit **tovább osztályozhatjuk** szűkebbekre:

- a **molekula**,
- a **sejt**,
- az **organizmus**,
- a **populáció**,
- a **faj**,
- a **biocönózis**,
- a **biogeocönózis** szintjére.

Ezt az osztályozást **SMALGAUZEN** javasolta a biológiai rendszerek szabályozásának problémája kapcsán...” (Kiemelés és átszerkesztés tőlem.)

32. 11. 21. 2 A geológiai mozgásforma

A *geológiai* mozgásforma viszonylag új keletű elnevezés, a földi, *élettelen* világra vonatkozó *szintézist* jelenti (Kedrov, 1965):

„A **geológiai mozgásforma** lényege és specifikuma. Az **élő** és **élettelen** természet összevetésekor azt látjuk, hogy az egész **élő természetet** egy **mozgásforma** (a biológiai mozgásforma) öleli fel. Felmerül a kérdés: az **élettelen természetet** miért nem ölelheti fel teljesen egy másik – a **geológiai – mozgásforma**, amelynek az ismervei homlokegyenest ellentétesek az élő természet ismerveivel? S valóban: ha az élet a specifikus anyagcserével bíró fehérjetestek létezési módjaként határozzuk meg, akkor a geológiai mozgásforma miért nem nevezhető a szerves (ászványi) anyagok létezési módjának egy kozmikus test határain belül? Ez a meghatározás szerintünk teljesen természetesnek és logikusnak tűnik.

A **geológiai mozgásforma**... nem a mechanikai, fizikai és kémiai egyszerű szintézise. Ez a mozgásforma olyan **szintézis**, amely bolygónknak mint **egésznek** határain belül valósul meg, s ennek megfelelően bármely **kozmosz test határain belül** is, amelyen szerves anyag keletkezik (ászványi és kőzet képződmények értelmében). A **geológiai mozgásformának** az anyagi hordozói nemcsak a **FÖLD** egyes lokálisan vagy regionálisan vett részei, nemcsak egyes hegyi kőzetek stb., hanem a **FÖLD valamennyi anyaga**, amely **globális egységes rendszert alkot**.

Ez az **egységes rendszer** feltételezi:

- **először**, az **egész bolygó** alapvető részeinek egységét és kölcsönhatását – magját, köpenyét és kérgét egyaránt;
- **másodszor**, **kérgé alapvető szféráinak**, amelyekre a kérgé anyaga differenciálódott, elsősorban a halmazállapot ismervei szerint (**atmoszféra**, **hidroszféra**, és **litoszféra**) egységét és kölcsönhatását;
- **harmadszor**, a kölcsönhatást a **szerves** természet és a **szerves** természet (bioszféra) között.

Az **egész bolygón** végbemenő **folyamatok** globális jellege, éppen úgy, mint a folyamatokban résztvevő egységes egész komponensek (**mag**, **köpeny**, **kérgé**) kapcsolat mutatja a **geológiai mozgások szintetikus** jellegét, mindkét esetben a **mechanikai**, a **fizikai** és a **kémiai szintézise** adja e folyamatok alapját.

Az **egyik** és a **másik szintézis** között az a különbség, hogy a **második** esetben különböző mozgásformák állnak kölcsönhatásban és szintetizálódnak egymással, az **első** esetben viszont a szerves anyagok különböző, egységes egésznek tekintett tömegei, amelyekre bolygónk feloszlik.” (Kiemelés tőlem.)

32. 11. 23 Mozgásformák és a szintelmélet

A *mozgás és formái* című fejezetben olvashatjuk a következőket (Butakov, 1980):

... »az **anyag mozgásformáinak**« fogalmán azoknak a változásoknak egy-egy csoportját értjük, amelyeket azonos **törvények** egyesítenek. Ezek a formák összefüggnek a **tartalommal**, amelyet kölcsönhatásban levő **anyagi objektumok** alkotnak...

Az anyag **mozgásformái** bizonyos **hierarchiában** vannak, függnek egymástól, s ezért bizonyos általános jegyek alapján **osztályozhatók**."

A *mozgásformák és a szintelmélet* című fejezetből pedig megtudhatjuk (Butakov, 1980):

„Az **anyagi objektumok** bonyolultsága sok tekintetben attól függ, hogy ezek az objektumok az anyag milyen **szintjéhez** tartoznak. A »szintelméletet« DE BROGLIE, BOHM, VIGIER, YUKAWA, TYERLECKIJ és mások dolgozták ki...

Ennek az **elméletnek** az **alapját** a következő **elvek** alkotják.

- **Először:** a **természet** többek között a **mikroobjektumok** világa, objektívan létezik.
- **Másodszor:** a **részecske** nem pont, hanem **téridő–struktúrával** rendelkezik, egy **egységes tér gerjesztésének** formája.
- **Harmadszor:** a természetben a **szintek száma** végtelen. (Kiemelés tőlem.)

Semmi sem bizonyítja jobban **Kalmár professzor** megállapításának helyességét – a kibernetika törvényei a „*mozgásforma specifikus törvényeivel együttes hatásban érvényesülnek*” –, mint az, hogy az **élővilágban** érvényesülő szabályozásokat **biokibernetikának** nevezték.

Smalgauzen szovjet kutató volt az, aki a kibernetikát az **evolúcióra** alkalmazta. Mindezekről részletesen később lesz szó.

32. 12. 4 Kibernetikai rendszerelmélet

A **kibernetikai rendszerelmélet** úgy jött létre, hogy az **általános rendszerelméletet** egyesítették a **kibernetikával**.

A *Rendszerelmélet, Válogatott tanulmányok* című könyv **Előszavában** olvashatjuk a következőket (Rendszerelmélet, 1971):

„... nem szabad elfelejtenünk, hogy a **szabályozás, vezérlés, irányítás** mindig csak **rendszeren** és **rendszerekben** valósulhat meg, következésképpen – mint már említettük – belátható, hogy a **rendszerek általános elmélete** szükségképpen átfogóbb a **vezérlés-szabályozás-irányítás elméleténél**. A **kibernetikát** tehát nem helyezhetjük az általános rendszerelmélet fölé...” (Kiemelés tőlem.)

De nem is erről van szó, hanem (Tóth I.Z., 1973):

„A **kibernetikai rendszerelmélet** az **általános rendszerelmélet** tételeinek és szemléletmódjának a **kibernetikai rendszerekre** történő **konkretizálása**; más oldalról viszont a **kibernetikai tételek** és szemléletmód bevezetése a **rendszerelméletbe**, s ezzel a **rendszerek egy speciális, kibernetikai osztályának a rendszerelmélete**.” (Kiemelés részben tőlem.)

32. 11. 41 Kibernetikai rendszerek fogalma

32. 11. 31. 1 Az irányítás rokonértelmű szavai

A **szabályozáshoz** kapcsolódó rokonértelmű szavaink (Magyar Értelmező Kéziszótár, 1992):

„**irányítás ~technika** fn *Műsz* Az önműködő rendszerekkel, irányításuk törvényszerűségeivel és megvalósításukkal foglalkozó tudományág, ill. t.”

Az **irányítástechnika meghatározása** (Tóth I. Z., 1973):

„Az **irányítástechnikában** a **vezérlést** és a **szabályozást** közös néven **irányításnak** nevezik, s ezen olyan műveletet értenek, amely

»valamely műszaki folyamatba, annak elindítása, fenntartása, megváltoztatása vagy megállítása végett beavatkozik.«

Az **irányítás** során e műveletek az irányított folyamat bizonyos jellemzőinek az értékére vonatkoznak. Az indítás a kívánt érték beállítását, a megállítást a pillanatnyi érték törlését jelenti.”

Általunk „csak” mérnöktannak nevezett ipari műszaki tudományból először az *automatika - irányítástechnika* – fogalmát emeljük ki (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**automatika, irányítástechnika:** (műsz) a műszaki tudományoknak az az ága, amely a gépi műveletek közvetlen emberi beavatkozás nélküli irányításával foglalkozik. Az ~ két fő ága a → *vezérléstechnika* és a → *szabályozástechnika* (→ még *automatizálás*).

Nézzük az irányítástechnika két fő ágát.

A *vezérléstechnika* meghatározása (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**vezérléstechnika:** (műsz) az → *automatika* egyik ága; olyan önműködő műszaki folyamatok vezérlő jelre történő irányításával foglalkozik, amelyekben a vezérelt folyamat nem hat vissza a vezérlő jelre.”

A *szabályozástechnika* egyik meghatározása a következő (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**szabályozástechnika:** (műsz) az → *automatikának* az az ága, amely adott fizikai mennyiségek előírt értéken való tartásának elméletével és megvalósítási módszereivel foglalkozik. A ~ ipari alkalmazása igen nagy jelentőségű: az → *automatizálás* lényeges része.

A *vezérlés* és *szabályozás* közötti különbséget részletesen később ismertetjük.

32. 11. 31. 2 Alapvető irányítási módok és kibernetikai rendszereik

A *kibernetikai rendszerek* azonosítása az *alapvető irányítási módok* szerint történik.

Az *alapvető irányítási módok* a következők (Tóth I. Z. 1973):

1. vezérlés,
2. önvezérlés,
3. szabályozás,
4. önszabályozás,
5. **kibernetizmus**.

„A legmagasabb rendű irányítási mód a **kibernetizmus**, ami **kizárólag az élők jellemzője**.”
(Kiemelés tőlem.)

Az *irányítási módoknak* megfelelően a *kibernetikai rendszerek részletezése* a következő (Tóth I., Z., 1973):

- „1. A **vezérelt** rendszerek
 - a. beépített, konstans műveleti repertoárral rendelkeznek.
 - b. A műveleti utasításokat külső vezérlő objektumtól kapják, algoritmikusan vagy nem algoritmikusan.
 - c. Az irányítás célja kívülről adott,
 - d. külső zavaró hatások kiegyenlítésére a rendszer nincs felkészülve.

(Vezérelt rendszerek például a személyfelvonók.)

2. Az **önvezérelt** rendszerek

- a. is beépített, konstans műveleti repertoárral rendelkeznek, s
- b. a műveleti utasításokat is belülről, algoritmikusan kapják.
- c. Az irányítás célja azonban kívülről adott.
- d. Külső zavaró hatások kiegyenlítésére a rendszer nincs felkészülve.

(Önvezérelt rendszerek például az automata esztergák.)

3. A **szabályozott** rendszerek az önvezérelt rendszerektől – ismérveink alapján abban térnek el, hogy

- a. külső zavaró hatások kiegyenlítésére fel vannak készülve (sok esetben a belső zavaró hatások kiegyenlítésére is), de a kiegyenlítés kívülről történik.

(Példa erre különböző terek, tartályok hőmérsékletének szabályozása.)

4. Az **önszabályozott** rendszerek még abban is különböznek a szabályozott rendszerektől, hogy

- a. a rendszerekbe be van építve az **irányítási cél**, továbbá
- b. a **külső**, zavaró hatások kiegyenlítésének a mechanizmusa is

(Például ilyen a repülőgépek automatikus útirány szabályozása.)

5. **Kibernetizmusról** akkor beszélünk, ha a rendszer

- a. műveleti repertoárja **belső**, de változó adottság, a rendszer változni képes tulajdonsága.
- b. A műveleti utasítások belülről képződnek, azonban csak részben algoritmikusak, részben nem algoritmikusak.
- c. a kibernetizmusok **irányítási célja** sem nem belső, sem nem külső adottság, hanem a rendszernek a **környezetével való kölcsönhatásban** alakul ki.
- d. Az ilyen rendszereknek a **külső** (és **belső**) **zavaró hatások kiegyenlítésére** változatos lehetőségeik vannak.

(Kibernetizmus például az emberi szervezet.) (Kiemelés tőlem.)

(A vezérelt - és az önvezérelt rendszerekben nincs visszacsatolás, mégis kibernetikai rendszerekhez sorolták.)

32. 11. 31. 21 Visszacsatolások és felosztásuk

Nézzük a kibernetika egyik „objektív törvényét” a *visszacsatolást* (A kibernetika filozófiai problémái, 1963):

„Az **önvezérlés**, az optimális változat megtalálása **visszacsatolás** nélkül lehetetlen. Ez a vezérlési folyamatnak a **kibernetika** által feltárt egyik legfontosabb **objektív törvénye**...”

A **vezérlésnek** objektív törvényei vannak, amelyek **nem függenek a szabályozó és a szabályozás alatt álló rendszerek anyagi szubsztrátumától**. Már ez is igazolja azt, hogy a **kibernetika a tudományos megismerés külön területe**.” (Kiemelés részben tőlem.)

Itt is helyesbítenünk kell, a vezérlés (önvezérlés) helyett szabályozás (önszabályozás) értendő, mert csak ott van visszacsatolás.

A *visszacsatolás általános* meghatározása egy másik megközelítésben (Jursa, 1978):

„... **dinamikus rendszerben** akkor van jelen, ha **kimeneti mennyiség változása visszahat a rendszer bemeneti mennyiségére is**. ...

A *visszacsatolásnak két* fajtáját ismerjük (Tóth I. Z. 1973):

- „A **negatív visszacsatolás** a rendszer **alkalmazkodását** szolgálja egy – bizonyos határok között – változó környezetben. ...
A **negatív visszacsatolás** esetében egy adott érték, norma, **eredmény tartására** szolgál, újabb akciót úgy indítja, hogy az eredmény az előzőleg észlelt eltérés irányával ellentétesen változzon, s ezáltal az **eltérés csökkenjen**.

A rendszer alkalmazkodását, a **stabilizálódását** szolgálja a változó környezetben.

- A **pozitív visszacsatolás** funkciója nem a stabilizálás, hanem egy **adott irányú változás fenntartása**...

... **pozitív visszacsatolás**: a visszacsatolás újabb akciót úgy indítja, hogy az eltérés az alapértéktől az előzőleg észlelt irányban tovább növekedjen. Ez nem a stabilizálódást, hanem... segíti a **növekedést** és **fejlődést**, ill. a **gyengülést**, a **sorvadást**.” (Átszerkesztés és kiemelés tőlem.)

A *visszacsatolások kapcsolata a stabilitással* (Jursa, 1978):

„Ha a **visszacsatolásnak** az a feladata, hogy a rendszer **stabilitását** oly módon tartsa fenn, hogy a **zavaró tényezőket semlegesítse**, **negatív** (kiegyenlítő) visszacsatolásról beszélünk.

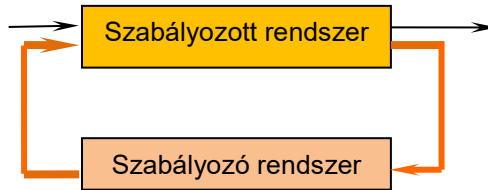
Pozitív (kumulatív) a visszacsatolás, ha a visszahatás eredményeképpen **megszűnik a rendszer stabilitása.**”(Kiemelés tőlem.)

32. 11. 31. 22 A szabályozó körök

A szabályozás a *szabályozó kör* nélkül elképzelhetetlen (Tóth I. Z., 1973):

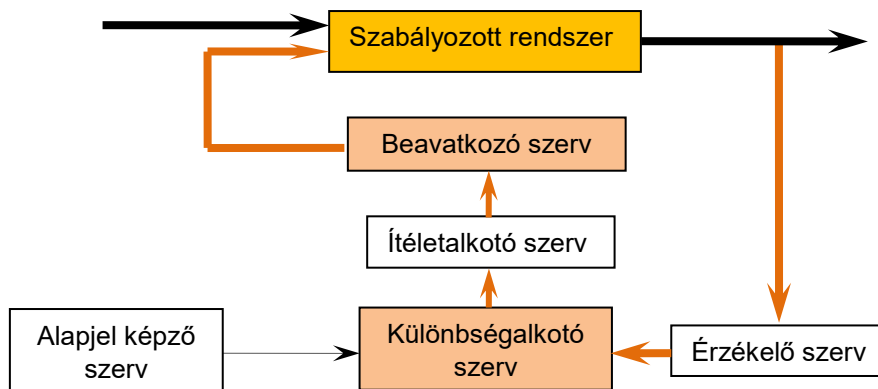
„A **szabályozó kör** (körök) elve feltételezi a **visszacsatolás elvét**, minthogy a **szabályozás** nélkülözhetetlen része az akciók eredményének a **mérése**. A szabályozó kör azáltal alakul ki, hogy a **mért eredmény** – egy a **kívánt** vagy **szükséges eredménnyel** történő összehasonlítás után - újabb akció indításának az alapja lesz.” (Kiemelés részben tőlem)

A szabályozó kör és objektumai:



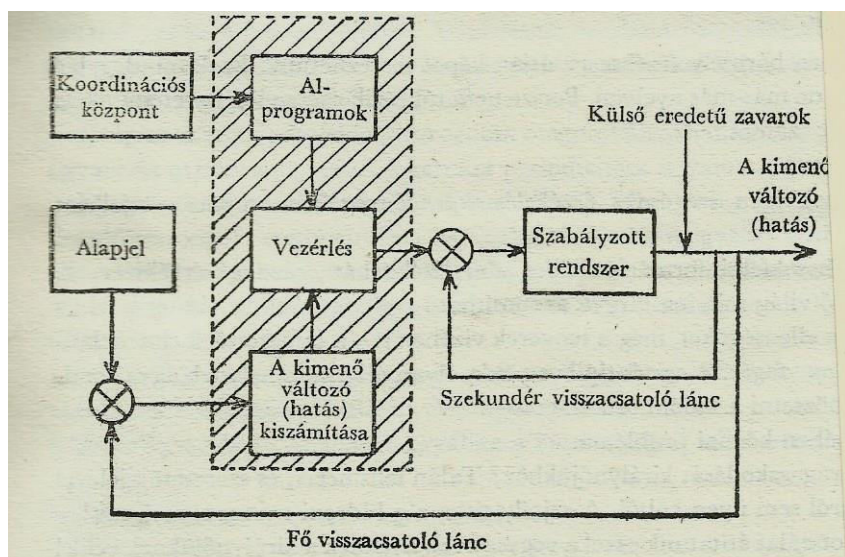
.ábra. A szabályozó kör és a visszacsatolás

Egy másik részletesebb szabályozó kör ábrája:



ábra. A szabályozó kör egyik általános sémája

Egy *kibernetikai rendszer* működési vázlat (Ducrocq, 1968):



ábra. Irányított tevékenység vázlata Ducrocq szerint

A fenti kibernetikai rendszer működésében *kétféle „visszacsatolási lánc”* is van (Ducrocq, 1968):

„A fenti működési vázlat olyan **kibernetikai rendszert** ábrázol, amely gondoskodik arról, hogy a motorok egy bizonyos csoportja végrehajtsa az »alapjel« adta utasításokat. A motorok vezérlése az **információk** megfelelő feldolgozása után történik (vonalkázott rész). Az **információkat** érzékszervek vagy memóriák szolgáltatják. Ezután következik a **döntés**: bizonyos mozgástípusoknak megfelelő alpprogramok kiválasztása. A mozgások tényleges végrehajtását **szekunder visszacsatoló lánc** ellenőrzi. Az esetleges programváltozásokat szükségessé tevő információkat a **fő visszacsatoló lánc** gyűjti össze.” (Kiemelés tőlem.)

Fontos megjegyeznünk az önirányító rendszerek információinak áramlásáról és a visszacsatolásról, hogy (Tóth I. Z., 1973):

„Minden **önmagát irányító rendszerben** az **információk** szakadatlan **kétirányú** áramlásának kell megvalósulnia.

- Az **egyik** irányban aktivizáló hatás terjed a rendszer egyik elemétől a másikig, ill. megvalósul a rendszer hatása a környezetre (**előreccatolás**),
- a **másik**, fordított irányban információk haladnak az előbb említett hatások eredményéről, aktivizált elemek működésének eredményéről, ill. a környezet változásairól, reagálásairól. Ez utóbbi információszolgáltatást **visszacsatolásnak** nevezzük.” (Kiemelés és átszerkesztés tőlem.)

Essen szó részletesebben az *előreccatolás*, vagy *elébecsatolás* fogalmáról is (Tóth I. Z., 1973):

„**Elébecsatolásról** akkor van szó, ha a rendszer nem kizárólag az érzékelt állapotra reagál, hanem a reagálásánál az **érezkelt állapot jövőbeli** kifejlődési lehetőségeit is figyelembe veszi (például tapasztalatai alapján). Az **elébecsatolás** a **rendszer és környezete** kapcsolatának **magasrendű formája** (ilyen például a **madarak vándorlása**).” (Kiemelés tőlem.)

32. 11. 31. 4 Fizikai rendszerek és kibernetikai rendszerek megismerésének összehasonlítása

Hasonlítsuk össze a *fizikai* rendszerek és a *kibernetikai* rendszerek megismerésének *módszereit* (Tóth I.Z. 1973):

„**GEORG KLAUS** rámutat arra, hogy a **kibernetikai rendszereket** nem lehet klasszikus **fizikai rendszerek** mintájára leírni és magyarázni, mert a **klasszikus** rendszerekben a **lineáris oksági lánc uralkodik**, a **kibernetikai rendszerekben** (például a biológiai és társadalmi

rendszerekben) pedig a **szükségszerű** és a **véletlen** egysége, **rész** és az **egész** dialektikája és a **visszacsatolás** lesz az uralkodó.

A **hagyományos megközelítés** számára a rendszereknek **működési szabályaik** vannak, s az ettől való eltérést ez a fajta megközelítés hibás működésnek tekinti. A **kibernetikus** számára viszont a rendszereknek **viselkedési módjuk** van, ami a **környezettel** való kölcsönhatásban statisztikusan vagy látszólag – véletlenszerűen érvényesül.

A **bonyolult rendszerek** kezelésének általános problémája a rendszerekre ható különféle **külső** és **belső** tényezők nagy száma. A **kezelhetőség érdekében**, illetve a rendszerrel nyert ismereteink arányában feltétlenül **korlátokat** kell szabni ennek a **változatosságnak**. Eközben bizonyos tényezőket **megtartunk**, másokat **elhagyunk**. A hagyományos megközelítés a kiemelt tényezőket rendszerint abszolutizálja, a többiek pedig tartósan elhanyagolja.

A **kibernetikus megközelítés ezzel szemben** tudatában van annak, hogy az általa **kiemelt tényezők** csak **viszonylagosan tükrözik**, a rendszert és a rendszernek a **környezetével** való kapcsolatait; tudatosan keresi azokat a valószínűségi értékeket, amelyekkel a kiemelt tényezők hatása megvalósul.

Így a **viselkedés** fogalmának bevezetése nem csak azt jelenti, hogy egy adott rendszer működését nem ismerjük minden részletében, hanem azt is, hogy a **rendszer megismerésében** sajátos módszereket, **stratégiát** alkalmazunk. A **viselkedést** mutató rendszerek jellegzetes példái a természetben található **élő szervezetek**. Ezek a szervezetek az anyag szerveződésének viszonylag magas fokán jelennek meg, és fejlődésmenetük is – az újabb és újabb funkciók megjelenése – a **szervezettség** növekedésével függ össze. ...s ezzel a **szervezettség fogalma a kibernetika alapvető kategóriájává válik**. ...

A kutatás fő vonalában ma inkább azoknak a **szervezési elveknek** a megállapítása van, amelyekre a **kibernetikai rendszerek szervezettsége** tapasztalati úton vagy kísérletekkel közvetlenül visszavezethető. Tekintsük át röviden, a teljesség igénye nélkül a szakirodalomban gyakran előforduló **kibernetikai elveket**.” (Kiemelés részben tőlem.)

Összefoglalva, a **kibernetikai rendszereket a fizikai rendszerekkel összehasonlítva**, a lényeges **különbség** a következő (Tóth I. Z. 1973):

„... a **kibernetikai rendszerekben** (például a biológiai és társadalmi rendszerekben)...a **szükségszerű** és a **véletlen egysége**, **rész** és az **egész dialektikája** és a **visszacsatolás** lesz az uralkodó.” (Kiemelés tőlem.)

32. 11. 42 Kibernetikai rendszerjellemzők

A **kibernetikai rendszerekre jellemző elveket** itt lényegében csak felsoroljuk. Részletesebb kifejtésüket és az **erdőre vonatkozókat az erdő mint kibernetikai rendszer** című fejezetben tárgyaljuk.

32. 11. 42. 1 A kibernetikai rendszerek általános elvei

32. 11. 42. 11 Kibernetikai rendszerek szervezettsége és a tárgyi célszerűség

32. 11. 42. 11. 1 A kibernetikai rendszerek szervezettsége

A **kibernetikai rendszerek** jellemzése a rendszerek **ún. szervezettségével** és a tárgyi célszerűséggel kapcsolatos (Tóth I., Z., 1973):

„...egy **rendszer** annál **szervezettebb**, minél több tulajdonsága jelenik meg, mint **funkció** (miközben a funkciót a tulajdonságok olyan megnyilvánulásával azonosítottuk, amely elősegíti a rendszer fennmaradását... a tulajdonságok ilyen értelmű aktivizálódása a rendszer részeit a **tárgyi célszerűség** viszonyába hozza egymással. A **tárgyi célszerűség nemcsak tudattal rendelkező rendszerekben jelenik meg**...

„... egy **rendszer** annál **szervezettebb**, minél **több tulajdonsága** jelenik meg mint **funkció**

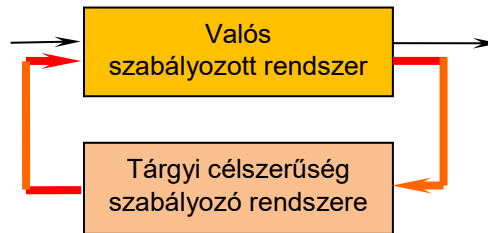
(miközben a funkciót a tulajdonságok olyan megnyilvánulásával azonosítottuk, amely elősegíti a **rendszer fennmaradását**)...” (Kiemelés tőlem.)

32. 11. 42. 11. 1 A tárgyi célszerűség

A tárgyi célszerűség értelmezése (T. I. Z. 1973):

A **kibernetikai** tárgyalásmódban... az **önirányítást**... az aktív **célkeresés** és **célkövetés** szintjén...kell értelmeznünk a **tárgyi célszerűséget**... azonban **mellőznünk** kell a **célkeresés** és **célkövetés tudatos formáit**. Ezeket a tevékenységeket tehát a **rendszer szervezettségéből** fakadó **adottságként** kell felfognunk...” (Kiemelés tőlem.)

A szabályozóköriben szerepeltetjük a tárgyi célszerűséget:



.ábra. A tárgyi célszerűséggel jellemzett szabályozóköri és a visszacsatolása

32. 11. 42. 12 A szervezettség kibernetikai elvei

A szervezettséghez kapcsolódó kibernetikai elvek a következők (Tóth I. Z. 1973):

- Az ingerválasztás és afferentáció elve
- Az információ megkötés elve
- A visszacsatolás elve
- A szabályozóköri elve
- Az algoritmikus működés (műveletvégzés) elve
- a nem-algoritmikus működés elve
- Az ultrastabilitás elve
- A multistabilitás elve

32. 11. 42. 2 A kibernetikai rendszerek dualitási elvei

A kibernetikai dualitási elvek ismerete azért fontos, mert (Tóth I.Z., 1973):

„... a kibernetikai rendszereket külső és belső ellentmondások jellemzik, s ezek feltárása a kibernetikai rendszeranalízis egyik elsőrangú feladata. A dualitási elvek a kibernetikai rendszert szembenálló oldalak dialektikus egységében fogják bemutatni, s ezzel az analízis a működés problémáinak a gyökeréig, a rendszer, illetve a rendszerábrázolás ellentmondásáig hatolhat.” (Kiemelés tőlem.)

Nézzük a kibernetikai dualitási elveket, mint az önszervező rendszerek vizsgálatának szempontjait (Tóth I.Z., 1973):

„Összesen **tizennégy** elvről lesz szó. ... JUDIN... az önszervező rendszerek empirikus vizsgálatának **három szintjét** különböztette meg:

1. a **morfológiai**,
2. a **strukturális-funkcionális** és
3. a **strukturális-viselkedési** szintet.

Az **első** szinten a rendszer felépítését vizsgáljuk, a **másodikon** működését, elemeinek és részrendszereinek a kölcsönhatásaival összefüggésben, a **harmadikon** viszont a rendszer

egészének a környezetével való kölcsönhatását. Így az első két szint a rendszer belső viszonyait helyezi előtérbe, a harmadik szinten belépnek a rendszer környezeti kapcsolatai.

Szükségesnek látszik ezek mellett egy **negyedik** szint bevezetése is, amely a belső és a külső oldal vizsgálatát egy új dimenzióban, a **fejlődés** dimenziójában fogja össze.” (Átszerkesztés és kiemelés részben tőlem.)

A kibernetikai rendszerek – mint önszervező rendszerek - *szervezettségét az ún. kibernetikai rendszerszerveződési elvek* segítségével vizsgálhatjuk. Ezek, a fenti elvek szintjeinek részletezését jelentik, de mi csak felsoroljuk őket (Tóth I. Z. 1973):

„1. Morfológiai szint:

- Az **első** morfológiai elv az anyagi rendszer és az információrendszer dualitását mondja ki...
- A **második** morfológiai elv az információrendszer és a metainformációrendszer dualitását mondja ki...
- A **harmadik** dualitási elv a blokk-kapcsolás elve...
- a **negyedik** morfológiai elv az alrendszerek duális képzésének a lehetőségét fejezi ki...

2. Strukturális-funkcionális szint:

- Az **első** strukturális-funkcionális dualitási elv... határozatlansági elvként ismeretes...
- A **második** strukturális-funkcionális dualitási elv a szükséges változatosság elve...
- A **harmadik** strukturális-funkcionális dualitási elv a részek és az egész kölcsönhatásának az elve...

3. Strukturális-viselkedési szint:

- A rendszerviselkedés **első** dualitási elve...egy rendszer viselkedése külső és belső kritériumok szerint ítélni lehet meg...
- A rendszerviselkedés **második** dualitási elve...
- A rendszerviselkedés **harmadik** dualitási elve...

4. Fejlődési szint:

- A rendszerfejlődés **első** dualitási elve a differenciáció és az integráció elválaszthatatlan összefüggését mondja ki... a rendszerfejlődés a rendszer integrált differenciációja.
- A **második** rendszerfejlődési dualitási elv a strukturális és a funkcionális változékonyság elve...
- A **harmadik** rendszerfejlődési dualitási elv a hosszú idejű és a rövididejű emlékezet dualitásának elve...
- A **negyedik** rendszerfejlődési dualitási elv az irányítás dualitásának elve...

32. 11. 5 A kibernetika korlátai

A kibernetika filozófiai problémái c. könyvből:

„A kibernetikát az általa vizsgálat alá vetett különböző tárgyakban lezajló folyamatok – mint már mondtuk – csak egy oldalról, a vezérlés, ill. szabályozás oldaláról érdeklik. Mind a gépekben, mind az élő szervezetekben, mind a kollektívákban csak a vezérlés illetve a vezérlés folyamatát biztosító információk továbbítása, tárolása, feldolgozása érdekli... (Kiemelés tőlem.)

Maradjunk a kibernetika fogalmánál és annak filozófiai vonatkozásainál (A kibernetika filozófiai problémái, 1963):

„Mint ahogy a kibernetika törvényei különböző osztályokba tartozó tárgyaknak csupán egyik oldalát érintik, nem tárhatják föl e tárgyak minőségi sajátosságait, s következésképpen nem lehetnek ezeknek fejlődési törvényei.” (Kiemelés tőlem.)

32. 13 A kibernetika felosztásai

32. 13. 1 Kibernetika „filozófiai” felosztása és

ágai

32. 13. 11 Kibernetika „filozófiai” felosztása

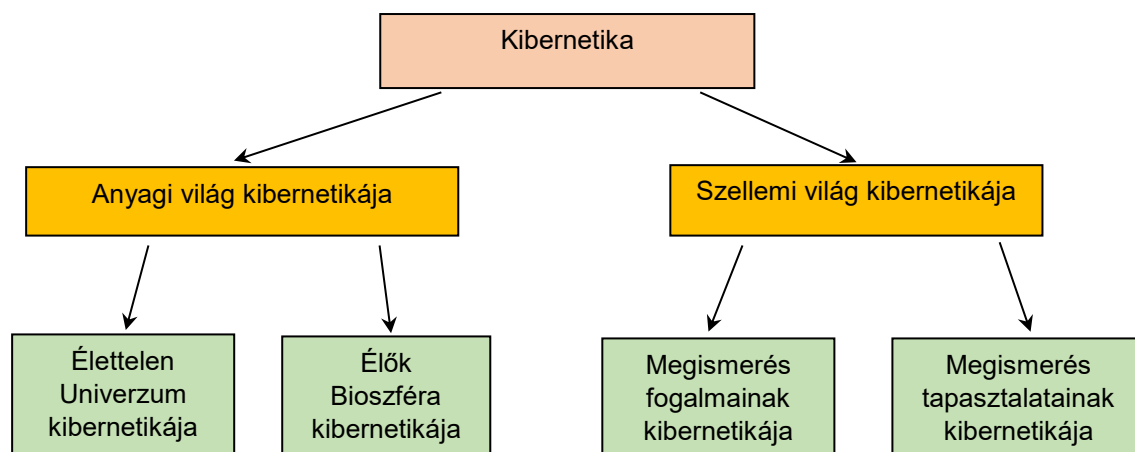
A kibernetika „filozófiai” felosztása azt jelenti, hogy miután a Világmindenség

1. anyagi világból és
2. szellemi világból áll,

a szabályozása is e két dologra vonatkozik, ezért lehet:

1. az *anyagi világ fejlődéséről* és kibernetikájáról,
2. a *szellemi világ fejlődéséről* és kibernetikájáról beszélünk.

A kibernetika „filozófiai” felosztása:



ábra. A kibernetika területeinek „filozófiai” felosztása

32. 13. 12 A kibernetika ágaiban megvalósuló elméletek

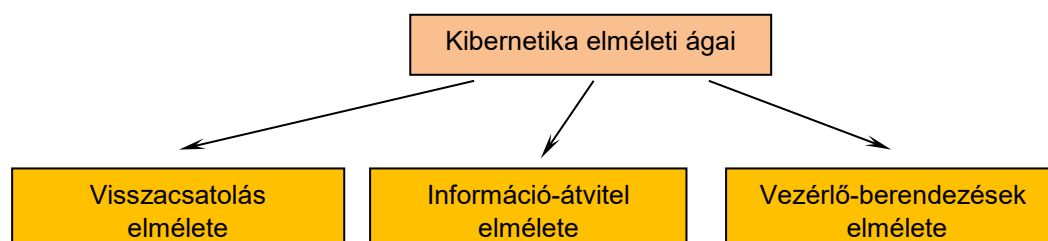
A kibernetika legfontosabb *ágai* a következők (A kibernetika filozófiai problémái, 1963):

„... a kibernetika következő legfontosabb *ágai* rajzolódnak ki előttünk: a **visszacsatolás elmélete**, az **információ-átvitel elmélete** (információelmélet) a **vezérlő-berendezések elmélete** stb.” (Kiemelés tőlem.)

A fentiek szerint a kibernetika tehát *három* elméletet tartalmaz:

1. a visszacsatolás elméletét,
2. az információátvitel elméletét és
3. a vezérlőberendezések elméletét.

Kibernetika *elméleti ágainak* felosztása:



.ábra. A kibernetika három elméleti ága

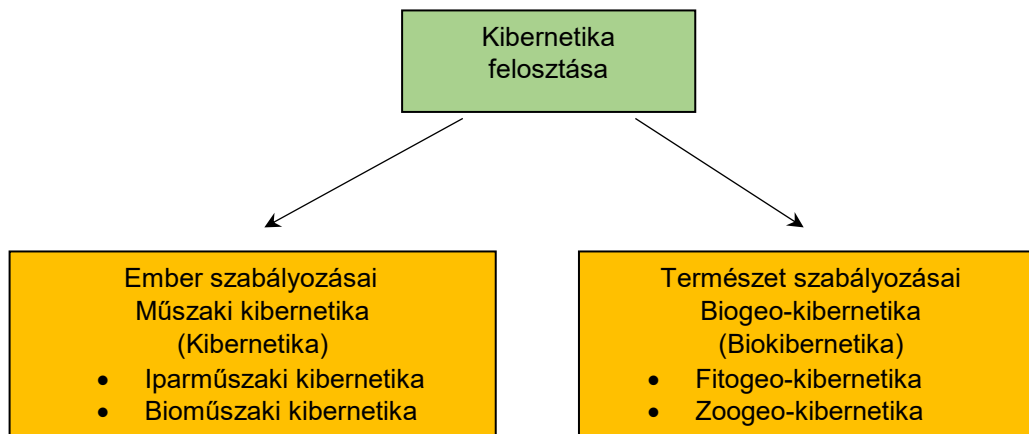
32. 13. 2 Kibernetika „hétköznapi” felosztása

A kibernetika „hétköznapi” felosztása összhangban van a műszaki tudományok felosztásával.

A kibernetika „hétköznapi” felosztása a szabályozás alanya szerint kétféle lehet:

1. az ember szabályozásai: műszaki kibernetika,
 - a. iparműszaki kibernetika tárgya: a gépek szabályozásai
 - b. bioműszaki kibernetika tárgya: az élőlények szabályozásai,
2. a természet – az evolúció szabályozásai: biogeokibernetika:
 - a. biogeo-fitokibernetika tárgyai: a növényi életközösségek,
 - b. biogeo-zookibernetika szabályozásai: állati életközösségek szabályozódásai.

Kibernetika szövegdobozos „hétköznapi” felosztása:



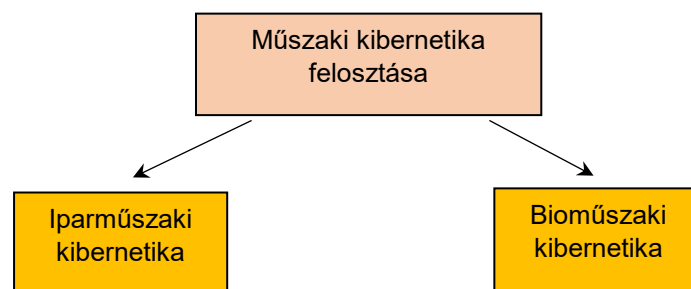
.ábra. A kibernetika két fő területe a műszaki kibernetika és a biogeo-kibernetika

32. 13. 21 Műszaki kibernetika

A műszaki kibernetika eleve feltételezi az ember közreműködését a szabályozásban.

A műszaki szabályozások a gépek szabályozását, illetve az gépekkel irányított vagy a gépeken belüli folyamatok vezérlését, szabályozását jelentik.

A műszaki kibernetika dobozos felosztása:



1. ábra. A műszaki kibernetika két fajtája

32. 13. 21. 1 Iparműszaki kibernetika és szabályozóköre

Manfred Peschel: *A kibernetika és automatizálás* című könyvéből a *függőség* három alaptípusa (Peschel, 1968):

„... a függőség **három** alaptípusát különböztetjük meg, amelyeket a következőkben tárgyalunk:

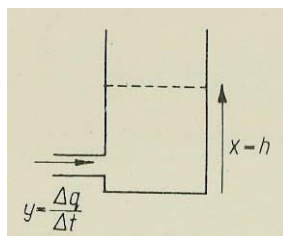
- A. a függetlenség,
- B. az okozati (kauzális) összefüggés és
- C. a kölcsönös összefüggés

(Kiemelés és átszerkesztés tőlem.)

Az okozati (kauzális) összefüggés részről (Peschel, 1968):

„Valamely **x** jellemző akkor **függ kauzálisan** valamely **y** összejellemzőtől, ha az **y** jellemző az **x** jellemzőt befolyásolni tudja, de ki van zárva, hogy - megfordítva – az **x** jellemzőnek az **y** jellemzőre befolyása legyen.

...Így például kauzálisan függ egy **tartályban** lévő folyadékszint a beáramló folyadék mennyiségétől...” (Kiemelés részben tőlem)

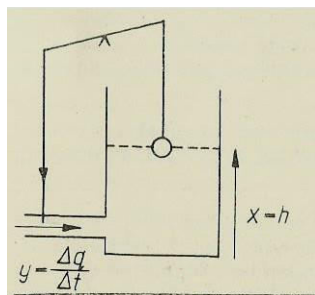


1. ábra. Okozati összefüggés ábrája

Kölcsönös összefüggés (Peschel, 1968):

Két jellemző – **x** és **y** – akkor **függ kölcsönösen** egymástól, ha az **y** jellemző az **x** jellemzőt, és megfordítva, az **x** jellemző az **y** jellemzőt befolyásolni tudja.

Visszacsatolás (Peschel, 1968):



2. ábra. A kölcsönösség, visszacsatolás ábrája

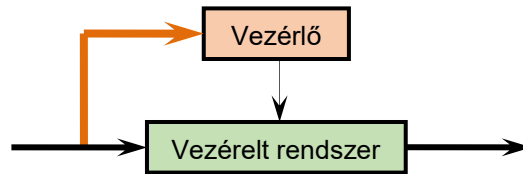
„A 2. ábrán a **beömlés** és a **tartályszint** között **kölcsönhatás** áll fenn, amelyik abban különbözik az 1. ábrán feltüntetett viszonyoktól, hogy – az úszó, a hozzá csatlakozó kétkarú emelő és a tolózár közvetítésével – **visszacsatolás** jön létre a tartályszint és a beömlés között.

32. 13. 21. 11 A vezérlés és a szabályozás fogalmának különbözősége az információ szerzés módjától

A vezérlés meghatározása és ábrája (Tóth I. Z. 1973):

„A **vezérlés** során az irányított jellemző értékének állítását előidéző (vezérlő) hatás független attól, hogy a hatás pillanatában ennek a jellemzőnek a kívánt és tényleges értéke megegyezik-e vagy eltér...

Igen érdekesen osztályozza a **szabályozásokat MAJMINASZ...** azon az alapon, hogy a szabályozó rendszer honnan szerzi az **információit...**



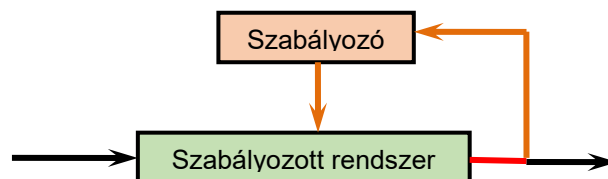
A **szabályozó** a **szabályozott** rendszer **bemeneteléről** kap információt, majd ennek alapján, szabályozási programjának megfelelően hat a szabályozott rendszerre, hogy annak kimenetén a kívánt érték jelenjen meg.”

(Megjegyezzük, hogy a fenti vezérlést passzív, kompenzáló szabályozásnak nevezi **MAJMINASZ.**)”

A vezérléssel kapcsolatban úgy is fogalmazhatunk, hogy a vezérelt rendszer állapotváltozásáról a beavatkozás során nem kapunk információt...

A **szabályozás meghatározása és ábrája** (Tóth I. Z., 1973):

„A **szabályozás** során az irányított jellemző értékének beállítását előidéző hatás függ attól, hogy e jellemző **kívánt** és **tényleges** értéke milyen viszonyban van. A **szabályozás** esetén tehát az **irányított** folyamatról **információt** veszünk le, amelyet a **szabályozóhoz** juttatunk. Ezzel a **visszacsatolással** alakul ki a szabályozásokra jellemző **zárt hatáslánc** (míg a vezérlések hatáslánca nyílt)...”



„A **szabályozó** a szabályozott rendszer kimenetéről kapja az **információt**, amely **visszacsatolással** jut hozzá. Ha a kimeneten az irányított jellemző értéke a kívánttól eltér, a szabályozó működni kezd. Közömbös, hogy az eltérést a bemeneten milyen zavaró hatás idézte elő.”

(Megjegyezzük, hogy a fenti szabályozást **eltérés alapján történő szabályozásnak** nevezi **MAJMINASZ.**)

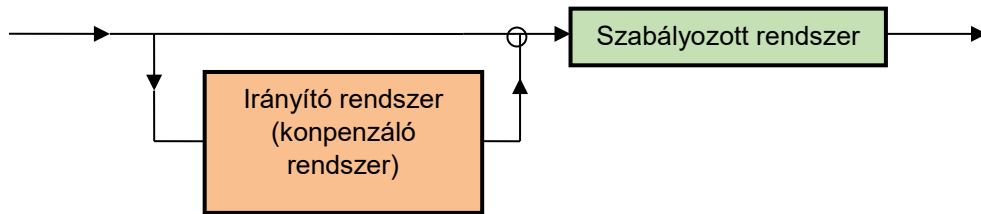
A szabályozással kapcsolatban úgy is fogalmazhatunk, hogy a szabályozott rendszer állapotváltozásáról a beavatkozás során kapunk információt...

A fenti két ábra magyarázatához hozzátartozik, hogy élesen **különböztessük** meg a „kétféle szabályozást”:

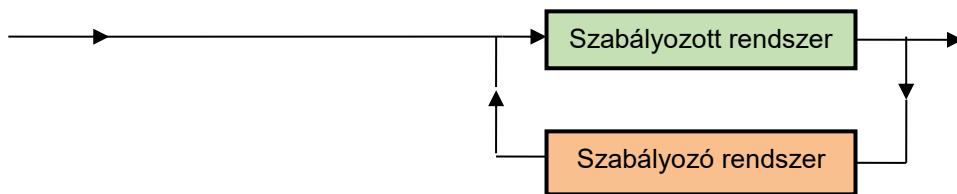
1. amíg az *első* esetben *vezérlőről* és *vezérelt* rendszerről, *nincs visszacsatolás*;
2. addig a *második* esetben, helyesen a *szabályozóról* és *szabályozott* rendszerről beszélünk, itt *van visszacsatolás*.

Király László erdőmérnök professzor a *vezérlést nyílt* hatásláncú szabályozásnak, a *szabályozást pedig zárt* hatásláncú szabályozásnak nevezte.

A *fatermesztés üzemtervezése* c. egyetemi jegyzetében a *Rendszerek szabályozása* című részben, több ábrájából a következő kettőt ezt a nézetét szemlélteti (Király, 1986):



.ábra. Nyílt hatásláncú szabályozás (vezérlés)



.ábra. Zárt hatásláncú (visszacsatoláson alapuló) szabályozás

32. 13. 21. 12 Automatika, irányítástechnika

Az *iparműszaki szabályozás* a gépek szabályozását, illetve a gépekkel irányított vagy a gépeken belüli folyamatok szabályozását jelenti.

Általunk „csak” mérnöktannak nevezett ipari műszaki tudományból először az *irányítástechnika – automatika* – fogalmát emeljük ki (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**automatika, irányítástechnika:** (műsz) a műszaki tudományoknak az az ága, amely a gépi műveletek közvetlen emberi beavatkozás nélküli irányításával foglalkozik. Az ~ két fő ága a → *vezérléstechnika* és a → *szabályozástechnika* (→ még *automatizálás*).

Nézzük az irányítástechnika két fő ágát.

A *vezérléstechnika* meghatározása (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**vezérléstechnika:** (műsz) az → automatika egyik ága; olyan önműködő műszaki folyamatok vezérlő jelre történő irányításával foglalkozik, amelyekben a vezérelt folyamat nem hat vissza a vezérlő jelre.”

A *szabályozástechnika* egyik meghatározása a következő (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**szabályozástechnika:** (műsz) az → *automatikának* az az ága, amely adott fizikai mennyiségek előírt értéken való tartásának elméletével és megvalósítási módszereivel foglalkozik. A ~ ipari alkalmazása igen nagy jelentőségű: az → automatizálás lényeges része.

Az *irányítástechnika meghatározása* egy más megközelítésben (Tóth I. Z., 1973):

„Az *irányítástechnikában* a **vezérlést** és a **szabályozást** közös néven **irányításnak** nevezik, s ezen olyan műveletet értenek, amely »valamely műszaki folyamatba, annak elindítása, fenntartása, megváltoztatása vagy megállítása végett beavatkozik.«

Az **irányítás** során e műveletek az irányított folyamat bizonyos jellemzőinek az értékére vonatkoznak. Az indítás a kívánt érték beállítását, a megállítást a pillanatnyi érték törlését jelenti.”

32. 13. 21. 13 Szabályozáselmélet, a technikai szabályozások fajtái és jellemzői

Ebben a fejezetben mondanivalónkat teljes egészében **Tóth Imre Zoltán** az egykori *KSH Nemzetközi Számítástechnikai Oktató-, és Tájékoztató Központ* oktatójának munkájára alapozzuk, a fejezetcímet is onnan vettük.

Először általánosságban a *szabályozáselméletről* (Tóth I, Z., 1973):

„A **szabályozáselméletnek** ma már óriási irodalma van. A legtöbb publikáció a **műszaki szabályozásokkal** kapcsolatos, de a **kibernetika** fejlődésének hatására kialakulóban van egy **általános szabályozáselméleti** megközelítés is.”

A *technikai szabályozások* fajtáit különböző szempontok szerint csoportosíthatjuk:

„A szabályozott és módosított **jellemzők száma** és **összefüggése** szerint:

- egyedi és
- kapcsolt (Kaskád-, hierarchikus szabályozás)

A **jelnek** a hatásláncon való áthaladása szerint:

- folytonos és diszkrét szabályozások
- determinisztikus és sztochasztikus szabályozások
- lineáris és nem-lineáris szabályozások

A **hatáslánc zártsága** alapján:

- folyamatos és
- időszakos szabályozások

Az **előírt érték megadásának** módja szerint:

- értéktartó
- követő szabályozás
- anticipatív szabályozás
- menetrendi (program-) szabályozás
- optimum-szabályozás
- adaptív szabályozás”

Az erdőmérnöki – erdész mérnöki, vadász mérnöki - szabályozásunkat a fenti, több szempont szerinti csoportosítások alapján besorolhatjuk a következő szabályozások egyikébe:

A **jelnek** a hatásláncon való áthaladása szerint:

- **Diszkrét szabályozás** (állásos vagy szakaszos) ...a jelek főként a beavatkozó szerv jelei, csak korlátozott számú értéket vehetnek fel...
- **Sztochasztikus szabályozás** (... a jelek terjedése és hatása előre... csak valószínűségi terminusokban mondhatók meg...)

A **hatáslánc zártsága** alapján:

- **Időszakos szabályozás** (... hatáslánca időnként... megszakad. A jelek csak bizonyos időpontokban és meghatározott időtartamokban lépnek fel és közvetítenek információt. Az időszakos szabályozás sajátos esete az ún. mintavételes szabályozás. Ennek jellemzője, hogy benne az érzékelő mintavétel végrehajtásával működik. Kézenfekvő példa a termékminőség mintavétel alapján történő szabályozása.

Az **előírt érték** megadásának módja szerint:

- **Követő szabályozás**... feladata, hogy a folyamatosan változó előírt értékre a lehető leggyorsabban állítsa be a szabályozott jellemző tényleges értékét...

A követő szabályozásra **OSKAR LANGE** a nyulat üldöző kutya példáját említi. A nyúl menekülés közben állandóan változtatja futásának irányát. A kutya viszont csak időnként pillant fel, s a saját futásirányát mindig a nyúl pillanatnyi helyzetéhez szabja, a felé a pont felé törekedve, ahol az éppen tartózkodik. Pályája így egyenes szakaszokból álló tört vonalat képez. Minél sűrűbben pillant fel futás közben a kutya, ez a pálya annál inkább hasonlít egy folyamatos görbe vonalhoz, amelynek üldözési görbe a neve.” (Kiemelés tőlem.)

- **Optimumszabályozás.** Ez a szabályozás akkor alkalmazható, ha az előírt érték egy működési norma, egy működési optimumkritérium függvénye...”

32. 13. 21. 2 Bioműszaki kibernetika és szabályozókörei

A *bioműszaki kibernetika* az élőlények szabályozását jelenti, „műszaki” szempontból.

32. 13. 21. 21 A technikai vezérlőberendezések és az élő szervezetek szabályozásának hasonlósága

A *műszaki* területeken alkalmazott *vezérlést-szabályozást* kiterjesztették az *élő* világra is (I. T. Frolov, 1975):

„... **technikai vezérlőberendezés** és az **élő szervezet** szabályozó mechanizmusa...

A **vezérlést**... a lehető legtágabban értjük, s nyilvánvalóan az **élő természet objektumaira** is vonatkoztatjuk. Mindemellett ez korántsem jelenti, hogy a technikai vezérlőberendezés és az élő szervezet szabályozó mechanizmusa közé egyenlőségjelet tehetünk. **Analógiáról** és nem másról van szó, s az analógia éppen azzal a feltétellel lehetséges, hogy miközben felmutatjuk a két dolog maximális hasonlóságát, ezáltal a **biológiai**nak a **specifikuma** nem küszöbölődik ki, hanem ellenkezőleg, ezen a közvetett módon még jobban megismerjük.”

Az idézetben szereplő *vezérlést* javítsuk ki *szabályozásra*, mert „a lehető legtágabban” értendő vezérlés nem más, mint a *szabályozás*...

32. 13. 22 Biogeo-kibernetika

32. 12. 22. 1 A biokibernetika átnevezése

Korábban, az eredeti nevéen, az *evolúció önszabályozását* egyszerűen csak *biokibernetikának* nevezték.

A *biokibernetikának*, *biogeo-kibernetikává* történő átnevezésének két oka is volt:

1. egyik oka az volt, hogy a *biokibernetika* mindenkor a *biogeocönózisok szabályozására* vonatkozott, ezért „ékeltük” be a *biokibernetika* szavunkba a *geo-* tagot, így lett belőle *biogeo-kibernetika*.
2. másik oka a kibernetika új felosztása volt, azért, hogy a *biokibernetikát* ne tévesszük össze a *bioműszaki* kibernetikával,

(A *biogeocönózis* elnevezés **Szukacsovtól** származik. Lásd a Morozov és Szukacsov vitáját.)

32. 12. 22. 2 A káoszelmélet és evolúció

32. 12. 22. 21 A káoszelmélet

A *Káosz* című könyv borítójának hátlapján a következőket olvashatjuk (Gleick, 1999):

„A **káosz** ott kezdődik, ahol a **klasszikus tudomány** véget ér. Amióta az ember a természet törvényeit vizsgálja, mindig különös tudatlanság lengte körül a légkörben, a viharos tengerben, az állati populációkban, a szív- és az agyműködés ingadozásaiban felbukkanó rendezetlenséget. A természet szabálytalan része rejtélyes, megmagyarázhatatlan, sőt ijesztő volt a tudósok számára.

A hetvenes évek elején azonban néhányan kezdtek közelebb férkőzni a rendhagyó esetekhez. A kutatók – matematikusok, fizikusok, biológusok, vegyészek – mindannyian a szabálytalanság különböző fajtái között kerestek hasonlóságot, és közvetlen kapcsolatot tártak fel a felhők alakja, a villámlás nyomvonala, a vérerek mikroszkopikus összefonódása, a csillagok galaktikus tömörülése és a tőzsdei árfolyamingadozások között. Ezeknek a fantasztikus összefüggéseknek ered nyomába a szerző...” (Kiemelés tőlem.)

Ezt az „újdonsült” tudományt a *rendsztudományokhoz* soroljuk, lényegét az alábbi idézetből szűrhetjük le (Gleick, 1999):

...A hetvenes években azonban néhányan az **EGYESÜLT ÁLLAMOKBAN** és **EURÓPÁBAN** kezdtek közelebb férkőzni ehhez a bizonyos **rendezetlenséghez**. Ezek a kutatók - matematikusok, fizikusok, biológusok, vegyészek - mindannyian a szabálytalanság különböző fajtái között kerestek kapcsolatokat...

Felismeréseik **közvetlen összefüggéseket** tártak fel az árfolyamingadozások és a természet világa - a felhők alakja, a villámlás nyomvonala, a vérerek mikroszkopikus összefonódása vagy a csillagok galaktikus összetömörülése - között.

...A **káosz áttöri a tudományágak határait**, s a rendszerek általános természetének tudománya lévén, közelebb hozza egymáshoz a korábban szigorúan elkülönült területek kutatóit.

...Most mintha éppen a legegyszerűbb rendszerek okoznák a legnagyobb fejtörést az előre jelezhetőség dolgában. Ráadásul ezekben a rendszerekben - a káossal karöltve - magától **feltűnik a rend**. Csak egy újfajta tudománytól remélhető, hogy áthidalja azt a roppant szakadékot, amely az egyes dolgok - egyetlen vízmolekula, a szív szövetének egyetlen sejtje, egy magában álló idegsejt - viselkedéséről megszerzett ismeretek elválasztják azoktól, amelyeket milliónyi ugyanilyen dolog együttes **viselkedéséről** gyűjtöttünk össze (Kiemelés tőlem.)

32. 12. 22. 22 A káoszelmélet és evolúció

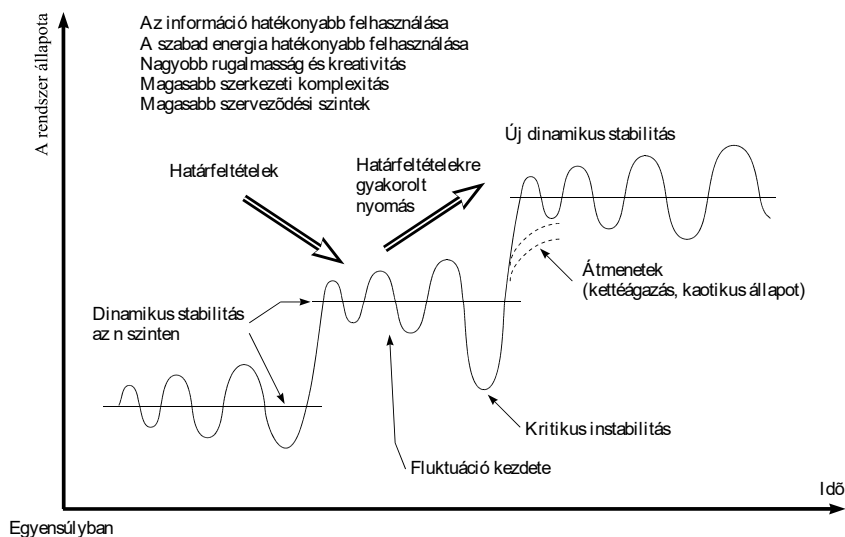
A káosz tudományával kapcsolatos az evolúció.

Nézzük a rendszertudományok *káoszelméletét*, hogyan magyarázza az *evolúciót*, az *evolúciós változásokat* a dinamikus stabilitással (László, 1996):

„Az újabb **törzsfejlődési elméletek** elismerik, hogy egyaránt léteztek **hosszú** fennmaradási és részleteiben előre kiszámíthatatlan **rövid**, hirtelen átalakulási szakaszok. A klasszikus **darwini** alkalmazkodási mechanizmus csak az előbbi időszakban működik, amikor a fajok belesimulnak a környezetükbe. Amikor azonban az alkalmazkodási folyamat megszakad - talán a környezeti változások miatt -, akkor az **átalakulási folyamat** lép a helyébe. Ekkor a faj és környezete által felépített rendszer **kaotikus állapotba jut**, és ennek legkisebb ingadozása is döntő választáshoz vezethet a lehetséges fejlődési irányok között, amelyek mentén tovább haladhat a fejlődés. Ez a klasszikusan meg nem határozott kaotikus folyamat kettéágazó (bifurkációs) folyamat néven ismert.

Annak ellenére, hogy egy adott faj kibontakozása (vagy elhalása) nem jósolható meg, létezik egy mindent átfogó előrelátás, amely bolygónkon az evolúció menetével van kapcsolatban. Amint az őslénytani leletek bizonyítják, az evolúció valamilyen meghatározott irányban halad.” (Kiemelés tőlem.)

Egyensúlytól távol



.ábra. Az evolúciós trend elemei (László Ervin után Kottek Péter erdőmérnök rajzolta)

Az átalakulási folyamatokat, amelyek bolygónkon a nagy változásokat okozzák, az alábbi idézettel magyarázzák (Kenyon és Essene, 2001):

„Amikor egy **rendszer** az **egyik** rendezettségi szintről felemelkedik egy **magasabbra**, mindig tapasztalható egy **kaotikus** időszak, amelyben növekvőben van az izgatottság és a zavarodottság. **Ez zajlik most a bolygótokon**, tehát minden szint, az atomi, a molekuláris, a biológiai, a geológiai, a társadalmi, a gazdasági, stb., a változás és az átmenet állapotában van.” (Kiemelés tőlem.)

A **káoszelmélet** egy másik megközelítésben (László, 1994):

„**Bifurkáció és káosz** - A **bifurkációnak**, valamint a vele gyakran együtt járó **káosznak** különleges jelentése van a tudományban. A »**bifurkáció**« szó szótári jelentése **elágazás, kettéválás**, új tudományos jelentése viszont a bonyolult rendszerek fejlődésének **ugrásszerű** jellegét írja le.

A **káosz** a **mindennapi** nyelvhasználatban zűrzavart, rendetlenséget jelent, ezzel szemben a **tudományban** ma a rend egy törekeny, komplex és rendkívül érzékeny, speciális változatát jelöli.” (Kiemelés tőlem.)

Ezek után térjünk vissza a **káoszelmülethez** – a „**földi tudományhoz**” - az hogyan magyarázza az **evolúciós változásokat** (László, 1994):

„**Bifurkáció** akkor következik be, amikor valamilyen rendszer elveszíti stabilitását a környezetében; ekkor az **egyik** attraktor-csoporttól egy **máshoz** tolódik el. (Az attraktorok - modellezőeszközök, amelyek azt a sajátos mintázatot határozzák meg, amelyet a pályagörbe mentén bizonyos útvonalat követve haladó rendszer állapotai leírnak.) A folyamatok része a stabil »periodikus« vagy »pont«-attraktorok helyettesítése instabil »idegen« vagy »kaotikus« attraktorokkal. Attól függően, hogy az eltolódás sima és folyamatos, teljesen lökészerű vagy csak hirtelen, a tudósok »finom«, »robbanásszerű« és »katasztrófális« bifurkációt különböztetnek meg. Mind a **háromfélé**t nagy erővel kutatják.

Egy **új tudományág**, a nem-egyensúlyi termodinamika a káoszelmélet matematikai szimulációit a valóságban létező és működő energiafeldolgozó rendszerekre alkalmazza. A valós rendszerek egy tartós energifolyamon belül az egyensúlyhiány állapotában léteznek, mint egy örvény a folyóvízben. Az egyensúlyhiány energiakonzentrálódást és kémiai gradiensek jelenlétét jelenti, vagyis azt, hogy e rendszerek tartósan »fel vannak húzva« és ezért szabad energiával rendelkeznek. Ezt az állapotot a **fizikusok** a »negatív entrópia« kifejezéssel jelölik. Ha egy negentrópiikus rendszeren belül vagy kívül jelentkező fluktuációk megbontják a rendszer kényes energia-egyensúlyát, a rendszer kaotikussá válik: periodikus és pont-attraktorai kaotikus attraktoroknak adnak helyet. Ha és amennyiben a rendszer visszanyeri dinamikus egyensúlyát, instabil kaotikus attraktorainak helyét stabil periodikus és pont-attraktorok új csoportja veszi át.” ...

Gondoljunk csak **földtörténeti korok éghajlati** – felmelegedési és lehülési - **változásaira**, és az azt követő **növény** és **állatvilág** korszakainak egymásutánosságaira, egészen napjainkig. Az „éghajlatunk sem a régi” mint ahogyan semmi sem...” (Kiemelés tőlem.)

Gondoljunk csak földtörténeti korok éghajlat változásaira, és az azt követő **növénykorszakok** egymásutánosságaira, egészen napjainkig, az „éghajlatunk sem a régi”, mint ahogyan semmi sem.

„Felismeréseik közvetlen összefüggéseket tártak fel az árfolyamingadozások és a természet világa - a felhők alakja, a villámlás nyomvonala, a vérerek mikroszkopikus összefonódása vagy a csillagok galaktikus összetömörülése - között...”

A **káosz** áttöri a tudományágak határait, s a rendszerek általános természetének tudománya lévén, közelebb hozza egymáshoz a korábban szigorúan elkülönült területek kutatóit...

Most mintha éppen a legegyszerűbb rendszerek okoznák a legnagyobb fejtörést az **előre jelezhetőség** dolgában. Ráadásul ezekben a rendszerekben - a káossal karöltve - magától feltűnik a rend. Csak egy újfajta tudománytól remélhető, hogy áthidalja azt a roppant szakadékot, amely az egyes dolgok - egyetlen vízmolekula, a szív szövetének egyetlen sejtje,

egy magában álló idegsejt - viselkedéséről megszerzett ismeretek elválasztja azoktól, amelyeket milliónyi ugyanilyen dolog együttes viselkedéséről gyűjtöttünk össze.” (Kiemelés tőlem.)

32. 12. 22. 3 A biokibernetika és evolúció

A *biokibernetikát* mi átneveztük *biogeo-kibernetikává* - ennek az okát jeleztük a nagyfejezet elején -, de természetesen tudjuk, hogy egy és ugyanarról a fogalomról van szó. Mindezeket azért tettük, mert az alább közölt idézetekben a korábbi megnevezés szerepel.

32. 12. 22. 31 Biokibernetika, evolúció, szintelmélet

Nézzük a *kibernetika* kapcsolatát az *evolúcióval* (Frolov, 1975):

„A **biológiai kutatás** jelenlegi szakaszában nagy jelentőségű az **evolúciós folyamatok** lényegének megismerése szempontjából a **kibernetika** és az **információelmélet** módszereinek felhasználása. ...

SMALGAUZEN az elsők között mutatta ki a **kibernetikus** elveknek az **evolúciós** folyamat vizsgálatára való alkalmazhatóságát. ...

A **kibernetika módszereit** **SMALGAUZEN** alkalmazta **elsőként** az **élővilág** tanulmányozására és kimutatta, hogy az **evolúció** valóban a **biológiai rendszerek** evolúciójaként fogható fel. Az élők kibernetizmusa tette lehetővé, hogy a **biológiai rendszerek különböző szintjeinek** – sejt, organizmus, populáció, faj, biocönózis, geobiocönózis – szétválasztását, úgy, hogy közben megmaradt a **szerves világra**, mint **egységes egészre** vonatkozó elképzelés.

... **evolúció** olyan önszabályozó folyamatnak fogható fel, amelyben a **biogeocönózis** és a **populáció** közötti kapcsolat **két vonalon** érvényesül: a vezérlő jelek közvetlenül adódnak át a biogeocönózistól a populációnak, és visszafelé a populációtól a biogeocönózisnak.” (Kiemelés tőlem.)

A kibernetika tudományon belül alakult ki a *biokibernetika*, amely az *élővilág evolúciójára* vonatkozik (Frolov, 1975):

„Napjainkban a **biokibernetikának** nagy szerepe van abban, hogy jobban megértsük az **élő rendszerek** kölcsönhatásának, aktivitásának különös jellegét, **szabályozási** és **vezérlési** folyamataik specifikumát. Az **információelméletnek**, a **kibernetikának** az élő szervezetek vizsgálatára való alkalmazása révén sok tekintetben új módon vetődnek fel azok a kérdések, amelyek az élő rendszerekben lezajló folyamatok, a szerves célszerűséggel jellemezhető mechanizmusok alkalmazkodásos irányultságának jellegével függnek össze.

A **biokibernetika** az **öntervező**, **önszabályozó** és **önvezérlő rendszerek** törvényszerűségeinek tanulmányozásakor többek között megállapítja e rendszereknek azt a képességét, hogy az információs jelzések hatására **megváltoztassák állapotukat** és a saját szervezetüket oly módon, hogy megkeresik az optimális paramétereket, vagyis azt a képességüket, hogy megválasszák **válasz-akcióikat**.” (Kiemelés tőlem.)

A *biokibernetikai modell* jelentősége (Frolov, 1975):

„A **kibernetikai modell** lehetővé teszi, hogy szemléletesen elképzeljük az evolúcióban megjelenő **egyesnek** és **általánosnak**, az **ontogenezisnek** és a **filogenezisnek** a kölcsönös viszonyát. Ez a megközelítési mód lehetővé teszi, hogy a valóságos folyamatot, mint **spirális** alakban előrehaladót vizsgáljuk, figyelembe véve mindazokat a szerteágazó összefüggéseit, amelyek jóvoltából a **külső környezet**, a **populáció**, a **faj**, a **biocönózis**, a **biogeocönózis** megbonthatatlan **egységet** alkot.” (Kiemelés tőlem.)

A *biokibernetika* tulajdonképpen azt kutatja, hogyan történik a *szabályozás* az *élő természetben* (Frolov, 1975):

A **biokibernetikát** úgy tekinthetjük, hogy az az **élőlények egyedfeletti** és **egyedalatti** szintjeiben és a környezetükkel együtt működő **szabályozások tana**.

32. 12. 22. 31. 1 Evolúció és a biológiai szintelmélet

Az evolúció fogalmát már az előzőkben - Az erdőelmélet tételeit egyesítő alapelvek, **Darwin** evolúciós elméletét című fejezetekben,- szaklexikonunkból idéztük.

Az *evolúció* egy rövidebb meghatározását is idézzük (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**evolúció:** (bil) a fejlődés folyamata – Tágabb értelemben az ~ a **FÖLD** élettelen és élő anyagának változásait jelenti. – Szűkebb értelemben az élő szervezetekre jellemző életjelenség, mely egyrészt jelöli a petesejtből történő egyéni kibontakozást, az *egyedfejlődést*, másrészt az élő szervezetek egymástól való leszármazását, a *törzsfjlődést*. – Az ~nak a modern tudományos világszemlélet kialakulásában nagy a jelentősége. Törvényszerűségei, az élővilág fokozatos fejlődése és kialakulása az emberre is érvényesek.”

A fenti idézetből véve az *egyedfejlődést mikroevolúciónak* a *törzsfjlődést makroevolúciónak* is nevezik.

A *biológiai szintekkel* kapcsolatban (Frolov, 1975):

„... az **élő természet szintjeit** illetően... Meg kell említeni azt a legáltalánosabb megközelítési módot, amely az **evolúciós folyamatot mikro- és makroevolúciónak tekinti**², és azt, amelyiknek a révén a szervezethez **alapszintjeit** tovább osztályozhatjuk szűkebbre: a **molekula**, a **sejt**, az **organizmus**, a **populáció**, a **faj**, a **biocönózis**, a **biogeocönózis** szintjére.” (Kiemelés tőlem.)

A *mikro- és a makroevolúcióról* a lábbjegyzetben a következőket olvashatjuk (Frolov, 1975):

„A **mikroevolúciós** folyamatok viszonylag kis időközökben, szűk területeken, csekély populációkon és alacsonyrendű taxonokon (osztályozási csoportokon) zajlanak le, s fajképződési mechanizmusokban végződnek. A **makroevolúció elmélete** az állat- és növényvilág filogenezisének (történeti fejlődésének) közelítőleges sémáját adja; a makroevolúció nagy időközöket, nagy tereket és magasrendű taxonokat fog át.” (Kiemelés tőlem.)

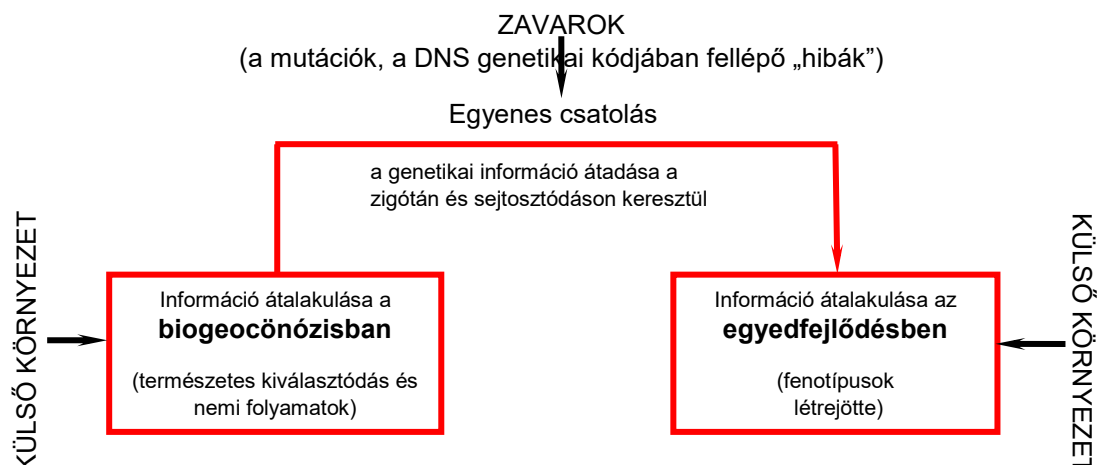
Hangsúlyoznunk kell, hogy (Frolov, 1975):

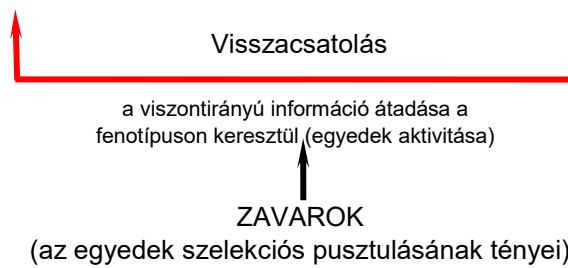
„Ezt az osztályozást **SMALGAUZEN** javasolta a biológiai rendszerek szabályozásának problémája kapcsán, amikor megalapozta annak lehetőségét, hogy a kibernetika és az információelmélet módszereit a biológiai szervezet evolúciójának vizsgálatára alkalmazzák.” (Kiemelés tőlem.)

32. 12. 22. 31. 2 Az „Evolúció elemi ciklusában a szabályozási mechanizmus sémája...”

A könyvtárközi kölcsönzés lehetővé tette számomra, hogy **Smalgauzen I. I. könyvét** - Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора. Издание второе. Издательство «Наука» Москва – megkaphattam és lefordíthattam a legfontosabb részeket és közölhetem a hozzájuk tartozó, magyarul felíratozott, sehol sem fellelhető ábrákat.

A szabályozókör:





.ábra. Az „evolúció elemi ciklusában a szabályozási mechanizmus sémája” Smalgauzen után részben módosítva (Szélesy, 1979, 2020)

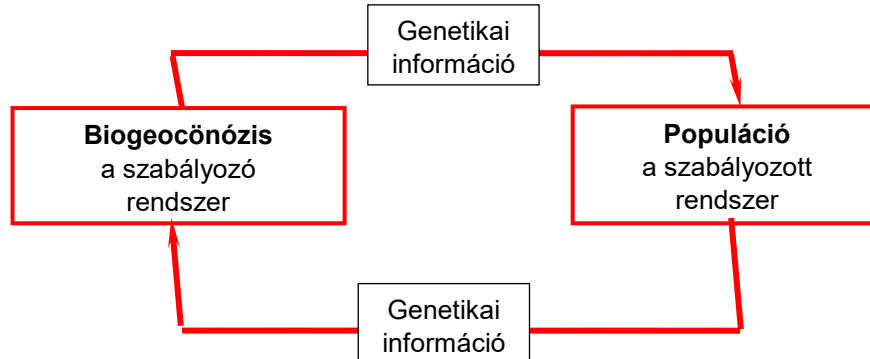
Kód, genetikai kód, genetikai információ jelentése (Magyar Értelmező Kéziszótár, 1992):

„**kód** fr 1. megállapodás szerinti jelek v. szimbólumok rendszere, amellyel vmely információ továbbítható és visszaalakítható 2. *biol* → **genetikai kód** 3. rejtjeles ábécé kulcsa 4. *inf* jelábécé (sürgőnynél, távirónál stb.)

genetikai kód azok a szabályok, melyek révén a gén nukleotid sorrendje egyértelműen meghatározza a kódolt fehérje aminosav sorrendjét

genetikai információ a DNS és RNS molekulákban tárolt azon utasítások összessége, amelyek a sejtek sajátos működését és a szervezetek tulajdonságainak kialakulását szabályozzák

A fenti szabályozókört egyszerűsíthetjük:



.ábra. Az elemi evolúció egyszerűsített kibernetikai modellje

a. A genetikai információ, egyenes csatolás, visszacsatolás

Az eredeti szabályozókör ábrájához tartozó szöveges magyarázatot, magyarul csak egy helyen, a *Filozófia és a modern biológia* című munkából idézhetjük. A szabályozókörben szereplő *objektumok* a következőképpen kapcsolódnak egymáshoz (Frolov, 1975):

„A **szabályozott objektum** és a **szabályozó** tényezők közötti kapcsolat **két csatornán** valósul meg. Az **egyik** csatornán (**egyenes csatolás**) a **biogeocönóztól** a **populáció** felé halad a **genetikus információ**, s a zigóták (két ivarsejt egyesülésekor keletkező sejtek) révén valósul meg, egy-egy új nemzedékben. A **másik** csatornán (**visszacatolás**) a **populációtól** halad az információ a **biogeocönózis** felé (a populáció egyedeinek specifikus életfolyamatainak révén).

(Helyesebb lett volna a fenti „*genetikus*” jelzőt *genetikainak* fordítani.)

Az evolúció szabályozókörében központi helyet foglal el a „genetikus információ” fogalma (Frolov, 1975):

„... ez az **információ** nem más, mint annak a **környezeti hatásáradatnak a koncentrációja**, amely az **egyedi élő szervezetet** élete folyamán, a **fajt pedig történeti fejlődése** folyamán érte.”(Kiemelés tölem.)

Az erdészeti fajtakísérlet négy évtizede című írásban a következő, bonyolult megfogalmazást olvashatjuk, miszerint (Bordács és mtsi, Erdészeti Lapok 2018):

„... a **szaporítóanyagokról** egyre részletesebb **genetikai információkat** igényelnek az **erdőgazdálkodók**, amit a **tömegtermelést** biztosító **származásazonosított** kategóriájú **szaporítóanyagok** egyáltalán nem, vagy alig biztosítanak.” (Kiemelés tölem.)

A fenti „nagyon tudományosan megfogalmazottak” helyett, közérthetőbben úgy is mondhatnánk, hogy a gazdálkodók, szeretnék, ha az *idegen helyről* – az ottani, konkrét *geobiocönózisból* – *származó szaporítóanyagoknak* a termőhelyéről, az élő és élettelen jellemzőiről, pontos leírást kaphatnának azért, hogy nálunk is ahhoz hasonló termőhelyekre, életközösségekbe kerüljenek...

Folytatva az előző gondolatmenetet, a szabályozókörben a *genetikai információ kódolásáról* pedig azt kell tudnunk, hogy (Frolov, 1975):

„Figyelembe kell venni egy körülményt. A **biológiai szerveződés** különböző **szintjeiről** van szó. Ezek a **szintek** objektíve léteznek a természetben, s miattuk az **információátadás két vonala** között lehetetlen a **közvetlen** kapcsolat. Ez azt jelenti, hogy a **genetikus információ** csak **molekuláris** szinten adódik át (habár nincs kizárva a sejten belüli szinten való továbbítódása sem), a **viszontirányú** információ ellenben csak az **organizmus** szintjén. Ilyenformán az **egyenes csatolás** és a **visszacsatolás** csatornáján egyaránt végighaladó **információ kétszeri átkódolásával** van dolgunk...

A **viszontirányú** (populációtól a biogeocönózishoz kerülő) **információ a létért való harc** és a **természetes kiválogatódás** folyamatában a »kiválogatódott« és **utódot** hagyó egyedek **genetikus információjává** kódolódnak át, vagyis a kiválogatódás a **fenotípusok** szerint megy végbe, de **genotípusok** válogatódnak ki. A»kiválogatódott« egyedek **szaporodásuk** által felfokozzák a felvett **genetikus információ** jegyeit. Ezután a populációban az **új nemzedék** kifejlődése folyamán végbemegy az információ másodszori átkódolása: az **ontogenezisben**, vagyis az egyedi fejlődésben a genetikus információ az egyed **fenotípusává** alakul át. Így fest az átalakulások köre az evolúciós folyamat elemi ciklusában. (Kiemelés tölem.)

A fentieket részletesebben kifejtve (Frolov, 1975):

„Minthogy a **biogeocönózis** az evolúciós folyamat **szabályozója**, rendelkeznie kell egy olyan **készülékkel**, amely a belépő **információt** vezérlő **jelekké** alakítja át. Az elemi evolúciós folyamat a **populáció megváltozása**, amelyet egyedeinek **örökletes megváltozása** kísér. Ily módon a **biogeocönózistól** a **populáció** felé haladó **jeleknek** magukba kell foglalniuk azt a lehetőséget, hogy **megváltoztassák** a populáció **örökletes struktúráját**. Ez a lehetőség az **ivarsejtek genetikus apparátusa** révén valósul meg oly módon, hogy a sejtek a **DNS** alkotóelemeinek meghatározott sorrendje alakjában **kódolják** és átadják a következő nemzedék egyedeinek. Ez az apparátus biztosítja, hogy a **populáció** megbízható kapcsolatban álljon a **biogeocönózis** szabályozó mechanizmusával, s egyben azt is, hogy az **információ** tovább adódjék az egyik nemzedéktől a másikhoz. Maga a **populáció** is aktívan visszahat a **biogeocönózisra** (pl. a táplálék elfogyasztásával)...

Ilyenformán az **egyenes csatolás** és a **visszacsatolás** csatornáján egyaránt végighaladó **információ kétszeri átkódolásával** van dolgunk. ...

Itt kell szólnunk az ún. *stabilizáló kiválogatódásról* (Frolov, 1975):

„1946-ban **SMALGAUZEN** »Az evolúció tényezői« c. könyvében kifejtette a **stabilizáló kiválogatódással** kapcsolatos **elméletét**, amely lehetővé tette az **evolúció** folyamán elért eredmények **megszilárdulási** folyamatának magyarázatát. Jelenleg ezt az **elméletet** úgy tartják számon, mint amely **kiegészíti** a **természetes kiválogatódás darwini** fogalmát.

... a **stabilizáló kiválogatódás**...

»minden adott pillanatban **megszilárdítja** az elért eredményeket, **egész jellegű rendszerben** kapcsolja őket össze, és biztosítja **reprodukciónak** maximális megbízhatóságát «²¹ I. I. Smalgaugen: Faktori evolúció.

Tudjuk, hogy a **kiválogatódás mozgásban levő formája** olyan fogalom, amely az **új jegyek mutáció**s úton történő kialakulási folyamatát tükrözi...

»A természetes kiválogatódás **mozgásban levő formája a létfeltételek változásaihoz** igazodva megváltoztatja az organizmus **adaptációját**, átépíti és bonyolultabbá teszi funkcióit és felépítését«

Az **evolúciónak** ez a **kibernetikai modellje** ugyanazokat az evolúciós folyamatokat írja le, mint az evolúciós elmélet.” (Kiemelés tőlem.)

Nézzük először a **kibernetika** kapcsolatát az **evolúcióval** (Frolov, 1975):

„A **biológiai kutatás** jelenlegi szakaszában nagy jelentőségű az evolúciós folyamatok lényegének megismerése szempontjából a kibernetika és az információelmélet módszereinek felhasználása. ...

A **kibernetika módszereit** **SMALGAUZEN** alkalmazta elsőként az élővilág tanulmányozására és kimutatta, hogy az evolúció valóban a biológiai rendszerek evolúciójaként fogható fel. Az élők kibernetizmusa tette lehetővé, hogy a biológiai rendszerek különböző szintjeinek - sejt, organizmus, populáció, faj, biocönózis, geobiocönózis - szétválasztását, úgy, hogy közben megmaradt a szerves világ, mint egységes egészre vonatkozó elképzelés.

...**evolúció** olyan önszabályozó folyamatnak fogható fel, amelyben a biogeocönózis és a populáció közötti kapcsolat két vonalon érvényesül: a vezérlő jelek közvetlenül adódnak át a biogeocönózistól a populációnak, és visszafelé a populációtól a biogeocönózisnak.” (Kiemelés tőlem.)

A **genetikus információt** a vezérlő jelek hordozzák. A **genetikus információ** egyik megfogalmazását idézzük (Frolov, 1975):

„... ez az **információ** nem más, mint annak a környezeti hatásáradatnak a **koncentrációja**, amely az **egyedi** élő szervezetet élete folyamán, a **fajt** pedig történeti fejlődése folyamán érte.”(Kiemelés tőlem.)

A **biokibernetika**, az élővilággal kapcsolatosan, **kétféle** szabályozást jelent:

1. az élővilág **egészére**, vagyis az **evolúcióra** vonatkozó,
2. az élővilág **egyedeinek** életfolyamataira vonatkozó.

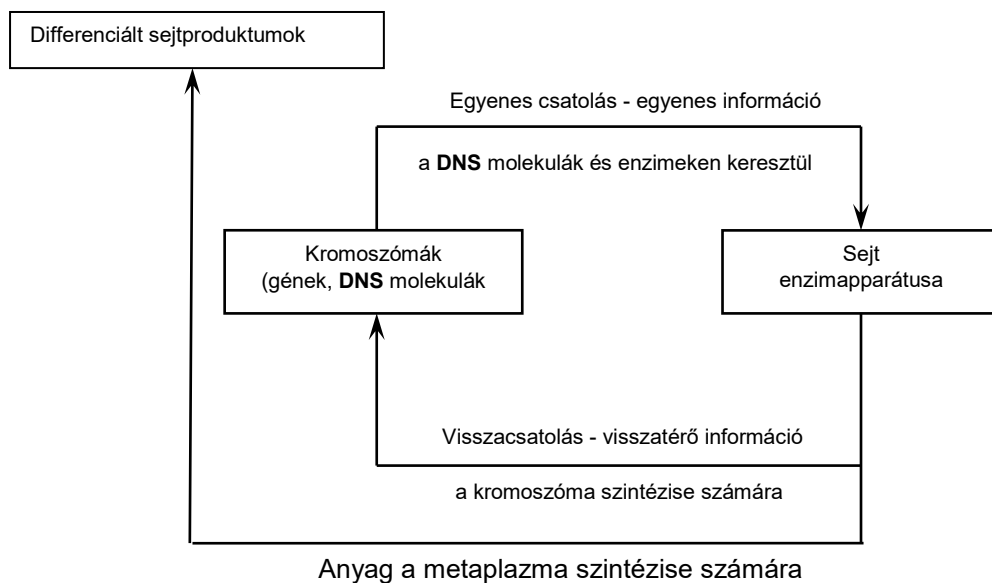
b. Sejten - és szervezeten belüli szabályozókörök

Smalgaugen munkájából még a következő ábrákkal érdemes megismerkednünk, mert alig hiszem, hogy magyarul hozzáférhető valamilyen munkából a szabályozás és információáramlás ábrázolása (Smalgaugen, 1968).

(Az ábrákat, azok ábrázolását, az eredeti könyvből vettem, ezek fordítását is magam végeztem, némi lektorkollégai segítséggel.)

Sejten belüli szabályozás ábrázolása:

Ma is tanulságos lehet számunkra a sejteken belüli **genetikai információ** áramlása, mert tulajdonképpen erről van szó:



.ábra. A sejt szabályozási apparátusának sémája Smalgausen után

A *apparátus* fogalma (Idegen szavak és kifejezések kézi szótára, 1995):

„**apparátus** *lat* **1.** eszköz, készülék; felszerelés, berendezés **2.** intézmény, intézmények sora az igazgatás v. a gazdaság bizonyos terén; hivatali gépezet **3.** vmely szervezet v. intézmény személyzete **4.** *tud* magyarázó jegyzetek, anyagok **5.** *biol* szervrendszer, készülék, az élőlények bizonyos egységes funkcióra hivatott szerveinek összessége”

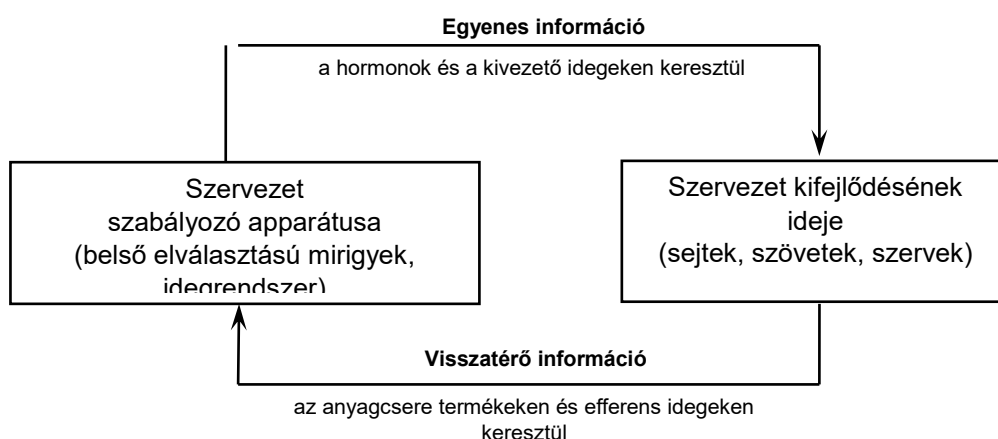
A *metaplazma* jelentése (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**metaplazma:** (biol) → *citoplazma*”

A *citoplazma* fogalma (Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**citoplazma, endoplazma:** (biol) a sejthártya (ill. a –fal) és a sejtmag közötti teret kitöltő anyag...”

A *szervezeten belüli*, egy másik szabályozókör:



.ábra. A szervezeten belüli szabályozókör

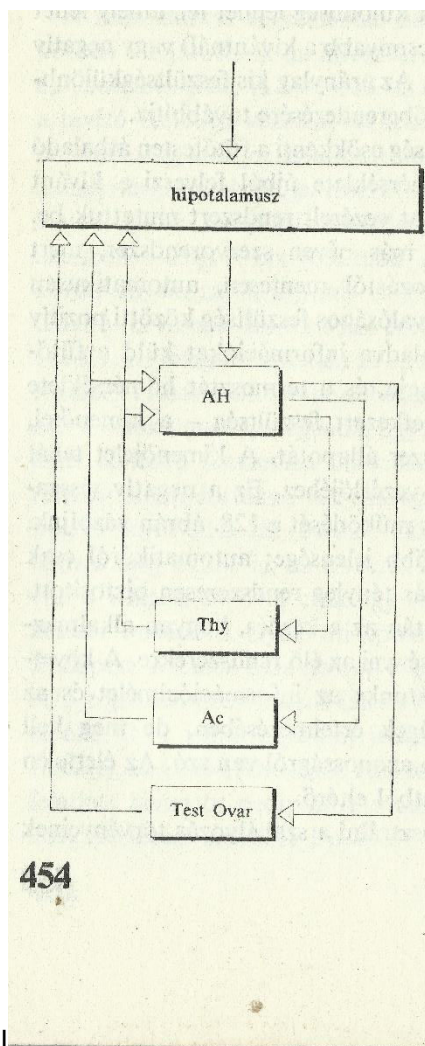
A „visszatérő információnál” szereplő efferens magyarázata:

„**efferens** *lat, orv* **1.** a külső ingerre adott választ közvetítő (ideg) **2.** elvezető, kivezető

c. Kibernetika korunk biológiájában

Kertai Pál orvosprofesszornak *Korunk biológiája* című hatalmas jelentőségű, összefoglaló munkájában láthatjuk a szervezetünk talán legfontosabb szabályozóköreit és annak magyarázatát (Kertai, 1973):

„Fejezetünk végén egy példával kívánjuk illusztrálni a **szabályozás törvényeinek alkalmazását** a magasabb rendű élő szervezetben. A **pajzsmirigy** különböző **információk** hatására jódtartalmú hormonokat bocsát ki a vérbe, amelyek a szervezet sejtjeihez jutva, azok anyagcseréjét mélyrehatóan befolyásolják (129. ábra).



129.ábra. **Vezérlés** és visszacsatolás a szervezetben. A **köziagy** (hipotalamusz) – felsőbb parancsra – a **hipofízis** (AH) elülső lebenyéből olyan hormonokat szabadít fel, amelyek a pajzsmirigy (Thy), a mellékvesekéreg (Ac) és a nemi mirigyek (Test, Ovar) működését fokozzák. Az említett mirigyek hormonjai részben a **hipofízis** további működését állítják le, részben a **hipotalamuszra** hatnak. A köztiagy ennek hatására lefékezi a hipofízist. A szervezet ilyen módon biztosítja az állandó normális **egyensúlyt**. (Bálint nyomán) (Kiemelés tőlem.)

(Megjegyzésünk: a szervezet az **egyensúlyát** a **negatív visszacsatolásnak** köszönheti)

Folytatva az idézetet:

„De **honnan jönnek** azok az impulzusok, amelyek a pajzsmirigyet hormonjainak leadására készítetik? Már az 1910-es években feltűnt, hogy az **agyalapi mirigy** eltávolítása után a pajzsmirigy sorvad, de újabb 10 év múlva azt is sikerült bebizonyítani, hogy az agyalapi

mirigyből készült kivonattal a pajzsmirigy fokozott működésre készíthető. Azóta az agyalapi mirigy anyagát nagymértékben tisztították és, a hatásmódját sikerrel tanulmányozták. A kísérletek közben azonban feltűnt, hogy az agyalapi mirigy felett is van egy **másik központ**: a **köziagy** vagy **hipotalamusz**, amely viszont az agyalapi mirigy hormonjának az elválasztását szabályozza. Nemrég derült ki, hogy e szabályozásnak különös sajátossága van: az idegszövet ugyanis egy hormonszerű anyagot termel, amely felszabadítja az agyalapi mirigy hormonját. A **szabályozás másik oldala** már a századforduló óta ismert: a pajzsmirigy eltávolítása az agyalapi mirigyét készíti fokozott működésre; és fordítva: a pajzsmirigy hormonok sorozatos befecskendezése gátolja az agyalapi mirigy működését. A pajzsmirigy tehát visszahat az agyalapi mirigy működésére. A **radioaktív izotópok** felfedezése után **JENTZER** 1953-ban **izotóp jóddal** jelölte meg a pajzsmirigy hormonját és autoradiográfia segítségével követte annak eloszlását a szervezetben. A vizsgálat frappáns eredményt hozott: a befecskendezés után 7 órával a hormon a **köziagyban**, illetve az agyalapi mirigy hátsó lebenyében halmozódott fel. A kör bezárult. A vér pajzsmirigyhormon tartalmának emelkedése – **negatív visszacsatolás** útján – **gátolta a hipotalamusz-hipofízis vezérlőrendszert**.

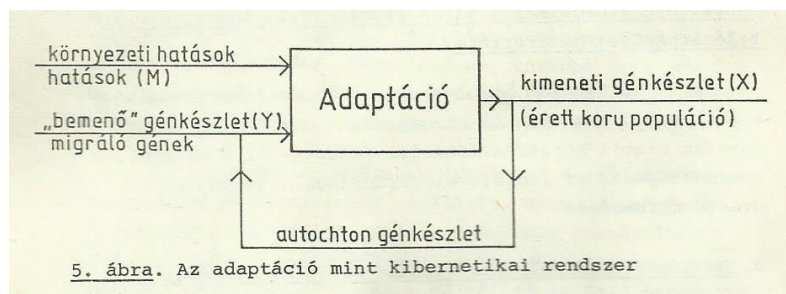
Az elmondott példa az **agyalapi mirigy** többi hormonjára is érvényes: a **vezérlést** és **visszacsatolást** a 129. ábra érzékelteti.

Befejezésül annyit kívánunk megemlíteni, hogy a **kibernetika** megjelenése a **biológiában** óriási hatást váltott ki, és – mint **ERNST** megjegyezte – egész életünk csaknem minden területe egyszerre csak felfedezte, hogy ez az, ami **hiányzott**. A hormonok és az idegrendszer működésének fontosságát eddig is tudtuk, de az **összefüggéseket** ma már más szemmel nézzük. Tisztázódott a **kibernetika jelentősége a természettudományok területén** és világossá vált, hogy **korszerű biológiai könyv** elképzelhetetlen a **kibernetika alapjainak ismerete nélkül**. (Kiemelés tőlem.)

d. Az adaptáció mint kibernetikai rendszer

Mátyás Csaba erdőmérnök professzor **kibernetikai rendszerét a nagydoktori értekezéséből** idézzük (Adaptációs folyamatok erdei fák populációiban, 1987):

„Az **adaptációt kibernetikai rendszerként** értelmezve a **vezérlést** a rátermettség optimalizálása látja el a **visszacsatolás** „»jele«-ként szolgáló, természetes szelekción átesett **génkészlet** révén. A vezérlés hatásosságát a rendelkezésre álló **információmennyiség**, illetőleg a várható események valószínűsége határozza meg.” (Kiemelés tőlem.)



.ábra. Mátyás Csaba kibernetikai rendszere

Az ábrán szereplő fontos fogalmak jelentése a következő (Idegen Szavak és Kifejezések Kéziszótára, 1995):

„**adaptáció** *lat* 1. *biol, orv* alkalmazkodás a lét feltételeihez...

„**gén gör el., gen** az öröklődés fizikai és funkcionális egysége; a DNS-nek az öröklődést sejtenként és generációnként biztosító, kódoló szakasza

autochton [e: autohtón] *gör* 1. bennszülött, ősi, eredeti 2. *geol* helyben keletkezett, keletkezés helyén maradt (kőzet) 3. *biol* őshonos

migráció *lat* 1. *tud* vándorlás, helyváltoztatás 2. elvándorlás, elköltözködés; a lakosság tömeges lakóhely változtatása egy országon belül v. egyik országból a másikba 3. *áll* az állatok időszakos csoportos vándorlása (pl. a madarak költözése) 4. *kémia* ásványok, ill. ionjaik vándorlása egyensúlyi állapotot biztosító kéregrézsel felé

afferens *lat*, *orv* **1.** a külső ingerre adott választ közvetítő (ideg) **2.** elvezető, kivezető

A fenti ábrához *két* megjegyzést kell fűznünk:

1. a vezérlés helyett a *szabályozás* a helyes kifejezés, mert a szabályozókörből a *visszacsatolás* szerepel,
2. a szabályozókörből hiányzik a *genetikai információ megnevezése* - mert információ nélkül nincs szabályozás – helyette a „bemenő -” és a „kimenő génkészlet” szerepel; igaz, hogy a *génkészlet* lényege éppen az, hogy ez hordozza a *genetikai információt*.

32. 12. 22. 32 A biokibernetika híres magyar képviselője

Kapitány Katalin Varjú Dezső professzorra emlékezünk (1932–2013) című írásából tudhattuk meg, hogy **Varjú Dezső** magyar származású professzor, majd harminc évig dolgozott és vezette *Németországban a Tübingeni Egyetem Biokibernetika Tanszékét*.

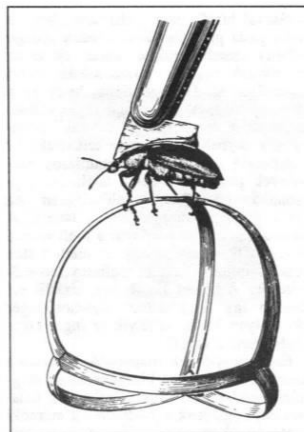
A biokibernetikáról dióhéjban című magyarországi előadása a Magyar Mérnökök és Építészek Svájci Egyesülete találkozásán így kezdődött (Varjú in Fizikai Szemle, 1996):

„A **második világháború** idején **NORBERT WIENER** amerikai matematikust arra buzdították, hogy töprengjen el azon, miként is lehetne megjavítani a léghárító ágyúk célba találását. A feladat egy matematikai probléma: előzetes megfigyelések, mérések alapján gyorsan ki kell számítani, hol lesz a repülőgép, amikor a véges sebességgel haladó lövedéknek célba kellene érnie. Egyenesen röplő bombázó esetén ehhez elég ismerni a gép és a lövedék sebességét; a kettő viszonyának megfelelően kell a repülőgép elé lőni. Vadászgépek esetén súlyosabb a probléma, mert azok irányokat gyorsan tudják változtatni. Nem tudom, lett-e **WIENER** munkájának valami gyakorlati haszna is, de a célba találás problémája őt - úgy látszik - nagyon lenyűgözte, mert a háború után is sokáig foglalkoztatta. Nem technikai okokból, hanem azon felismerés miatt, hogy a célba találás az **élőlények számára is egy örök feladat**.” (Kiemelés tőlem.)

Az előadás fő témái:

- Az élőlények célirányos mozgása
- Az önműködő szabályozás
- Kölcsönzés a mérnöktudományoktól
- Az emberi szem pupillájának fényreakciója
- A rovarok sebességérzékelése
- Neuroanatómia és elektrofiziológia

Az előadás egyik illusztrációja: *Bogár a gömbösített tetraéderen* címet viselte



1. ábra. Bogár a gömbösített tetraéderen

(*Varjú* professzor munkásságára **Török András** erdőmérnök hívta fel a figyelmemet.)

32. 14 Biokibernetika és bionika

A *biokibernetika* és *bionika* kapcsolatáról a *Summa technologiae* című könyv *Bionika és biokibernetika* fejezetében olvashatunk (Lem, 1972):

„Említettük már a **bionikát** azt a tudományágat, amely az **élő szervezetek** birodalmában megfigyelt **megoldásoknak technikai megvalósításával** foglalkozik: különösen sok eredményt nyújtottak az érzékszervek kutatásai...

A **bionika** annak a gyakorlati **biotechnológusnak** a működési terepe, akit az azonnali eredmények érdekelnek. Ezzel szemben a **bionikához** közelálló másik kutatási ág, az **élő rendszerek modellezése** (különösen az **idegrendszeré**, valamint egyes részei és az érzékszerveké), amely nem közvetlen, azonnali technikai eredmények elérésére tör, hanem inkább az organizmusok működésének és struktúrájának megismerésére törekszik, a **bio-kibernetika** körébe tartozik.

Megjegyezzük, hogy a két tudományág között a határok ugyancsak elmosódóak. A biokibernetika már széles arcvonalon betört az orvostudomány területére... Magába foglalja a szervek és funkciók protézissel való javítását, pótlását...

Továbbá a **biokibernetika** átfogja a diagnosztika területét is...”
(Kiemelés és átszerkesztés tőlem.)

32. 2 A kibernetika és információelmélet

32. 21 Kibernetika, információelmélet és a biológiai evolúció

A *kibernetika, evolúció és információelmélet* kapcsolata (Frolov, 1975):

„... a **kibernetika** és az **információelmélet biológiai alkalmazása** nem azt jelenti, hogy mechanikusan átvesszük e tudományok módszereit egy tökéletesen új kutatási tárgyra... az analógia lehetővé teszi, felderítsük az **élő természetnek** azokat a lényeges tulajdonságait, amelyek az **evolúciós folyamatban** nyilvánulnak meg.” (Kiemelés tőlem.)

Tehát nem kisebb dologról van szó, mint az *evolúcióról* (Frolov, 1975):

„... a **kibernetika** és **információelmélet** kétségtelenül megteremtik a feltételeket ahhoz, hogy minőségileg **új szinten gondoljuk** újra át a **darwini evolúciós elméletet**, ez pedig elősegíti, hogy a **tudomány legújabb vívmányainak** figyelembevételével végezzük el ez elmélet »metodológiai újra felszerelését«. (Kiemelés tőlem.)

Az *élő szervezetek totalitásának szabályozása* kapcsán olvashatjuk (Frolov, 1975):

„... s e **totalitás szabályozási folyamatainak** a sajátosságait éppen a **kibernetika** és az **információelmélet** módszereinek segítségével tárhatjuk fel.” (Kiemelés tőlem.)

32. 22. Információelmélet

Az *információelmélet* az egyik meghatározása szerint (Tóth I. Z., 1973):

„Az **információelmélet** a **változatosságot** tanulmányozza különböző megjelenési formáiban...

A **változatosság** az anyag objektív, egyetemes tulajdonsága ...”

32. 22. 1 Információ fogalma

Az információ fogalma (Tóth I. Z., 1973):

„Az **információ visszatükrözött változatosság**, amely a **visszatükrözött** és a **visszatükrözöttet** egymásnak **megfelelteti**. ...

...az **információ az anyag egyetemes tulajdonsága**, amely a változatosság alapján közvetlenül összefüggésbe hozható annak **struktúrájával, szervezettségével...**”

Meg kell jegyeznünk, miszerint (Tóth I. Z., 1973):

„Általában minden **konkrét visszatükrözés redukálja**, korlátozza a **változatosságot** a **visszatükrözött** teljes változatosságához képest... ugyanakkor növelheti a **visszatükröző** változatosságát... a visszatükrözés a változatosság mozgása ...” (Kiemelés tőlem.)

A *kibernetika* és az *információ kapcsolatáról* a következőket olvashatjuk (Jursa, 1978):

„Az **információ** a **kibernetika** tulajdonképpeni **kulcsfogalma**, amelyre a **többi főfogalom**, mint a **vezérlés**, a **kommunikáció**, és az **adatfeldolgozás** vonatkozik. ... **NORBERT WIENERTŐL** származik a következő mondat:

»az **információ – információ, nem anyag és nem energia**. Az olyan materializmus, amely ezzel nem számol, nem aktuális többé.«

WIENER ezzel önálló alapjelenségként az **energia** és az **anyag** mellé helyezte az **információt**.” (Kiemelés tőlem.)

Mára már a tudomány teljesen elfogadott véleménye, hogy a *Világmindenség* három alapvető létezője:

1. az *anyag*,
2. az *energia* és
3. az *információ*.

Az *információ* lényege egy más megközelítésben (Lakó, in Elek, 1972):

„... az **információ általános fogalmának** a következő meghatározását javasoljuk: a **valóság minden jelenségét** jellemző **információ a különbözőségnek a transzformációra** (változásra) **invariáns** része, ami **felvehető, feldolgozható, megőrizhető, továbbítható**.” (Kiemelés részben tőlem.)

Az *invariáns* jelentése (Idegen Szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995):

„**invariáns** *lat el. I. 1. mat* vmely leképezés, átalakítás, művelet során változatlanul maradó mennyiség, kifejezés **2. tud** a minden átalakulás közben is változatlan értékű lényeg, ill. ilyen elem **II.** változatlan értékű, változatlanul maradó

32. 22. 2 Az információ mérése

Fontos felismerés volt az információ mérésének szükségessége (Tóth I. Z. 1973):

„Az **információ** szó a köznyelvi használatban többnyire tájékoztatást, közlést, valamire vonatkozó ismeretet jelent. Tudományos szempontból e szó akkor vált érdekessé, amikor feltűntek az első kísérletek **az információ mérésére**, mennyiségi meghatározására.” (Kiemelés részben tőlem.)

Kertai Pál orvostudományi professzor *Korunk biológiája* című könyvéből idézzük a következőket (Kertai, 1973):

„**Információn** – tágabb értelemben – tetszőleges hírt, értesülést, közlést, jelzést értünk. A **SHANNON** kidolgozta **információelmélet** az információk **mennyiségével** kapcsolatos törvényszerűségeket és az **információátadás** folyamatait tanulmányozza...

„Az **információelmélet** alapja az **információ mennyisége**, amelyet **HARTLEY** és a magyar **SZILÁRD LEÓ** 1928-as vizsgálatait tovább fejlesztve **SHANNON** vezetett be és **HINCIN** szovjet matematikus öntött matematikai formába. A fogalmat mi is könnyen megérthetjük, ha elgondoljuk, hogy az **információ** valójában **számos lehetőség közül kiválaszt egyet** és megszünteti a bizonytalanságot...”

Nem kétséges... ,hogy az **információ mennyisége** annál nagyobb, minél váratlanabb dolgokat közül, azaz minél kisebb valószínűségű lehetőséget választ ki. ...

Matematikailag levezethető, hogy az **információ mennyiségét (I)** a hír valószínűségének negatív logaritmusával mérjük. A logaritmus alapszáma tetszőlegesen választható, de... legáltalánosabban a **kettes alapú** logaritmust használják. A képlet tehát így alakul:

$$I = -\log_2 p,$$

ahol a p a hír valószínűségét jelzi. A képlet alapján megválaszthatjuk az információ mennyiségének mértékét is. Az az információ mennyiség, amelyet egy **igennel** vagy **nemmel** megválaszolható kérdésre adott válasz jelent (feltéve, hogy mindkét lehetséges válasz egyformán valószínű), az információ mennyiségének egysége, azaz 1 bit.

1 bit esetén $p = \frac{1}{2}$, és ekkor

$$I = -\log_2 \frac{1}{2} = 1$$

A közismert **barkochbajátékban** tehát minden egyes kérdésre adott válasz 1 bit információ mennyiséget jelent. Álljunk meg egy pillanatra, és számítsuk ki konkrétan előbbi példánkat:: mekkora az információ mennyisége, ha ismerősünk azt közli velünk, hogy **nincs a lottón ötös találat**, és mennyi akkor, ha azt közli, hogy **ötös találat van**? Az ötös találat valószínűsége mindössze **0,000 000 022 8**, míg annak valószínűsége, hogy nincs ötös találat, **0,999 999 977 2**. Ha ezt helyettesítjük az előbbi képletbe, akkor kiderül, hogy a **»nincs ötös találatom«** információ mennyiségének értéke mindössze **3,3 10^{-8} bit**, az **»ötös találatom van«** értesülés viszont **25,4 bit** értékű. És hogy ez milyen nagy mennyiséget jelent, összehasonlításként álljon itt egy adat: egy budapesti telefonszám közlése 18,6 bit információval egyenértékű...

Azt mondtuk, hogy az **információ** számos lehetőség közül kiválaszt egyet, s ezzel **megszünteti a bizonytalanságot**. Más szóval: **az információ rendet jelent a káoszban**. Bizonyosan visszaemlékszünk rá, hogy a **rendezettség** mértéke az **entrópia**, a **rendezettségé** a **negentrópia**. Ezek után nem meglepő, hogy az **információ mennyiségét negentrópiákban is kifejezhetjük**.

Az **információelmélet** másik jelentős fogalma a **kód**.

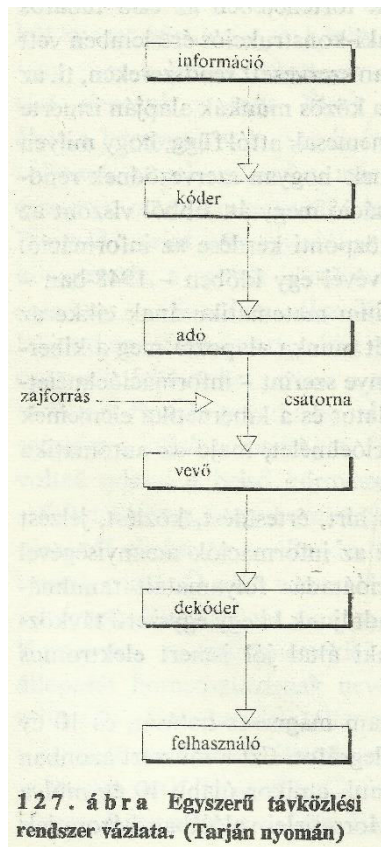
... **kódozás** az **információ formájának megváltoztatását** értjük: például a hangok átfordítását betűkké, a betűk átfordítását **MORSE**-jelekké stb. A **kódozás** azonban úgy is felfogható, mint különböző jelek **meghatározott sorrendű sorozata**. Az adott jelösszeiséget **ábécének**, az egyes jeleket **betűknek** nevezik, függetlenül attól, hogy valóban betűkről vagy hangokról, esetleg elektromos impulzusokról van-e szó. A kódok tanulmányozása számos érdekes eredményekhez vezetett – ezekről még a **genetikában** megemlékezünk -, de itt csak egyről kívánunk szólni, a **redundancia fogalmának** a megalkotásáról. Nem kell különösen bizonygatni, hogy egy **hírt** lehet **tömören** és **terjengősen** közölni. Az **irodalom** tulajdonképpen nem más, mint a hétköznapi beszéd **terjengős, redundáns** kifejezése, természetesen úgy, hogy az ember esztétikai vágyait kielégítse. »De íme sötét hajam őszbe vegyül már,/ A tél dere már megüté fejemet« – írja **PETŐFI** a hétköznapi beszéd **»őszülök«** szava helyett. **PETŐFI** is, a hétköznapi beszéd is ugyanazt a **kódot** használja : az **ábécé betűit**, és ugyanazt az **információt** közli, de míg a hétköznapi beszéd jelsorozata **7 betűből** áll, **PETŐFI** versének idézett sorai – a szóközöket mint jeleket is beszámítva – **67 kódból** álló **legkevesebb** jellel fejezzen ki, hiszen időt takarít meg. Csak hogy a takarékoságnak határa van: a jelek fokozatos csökkentésekor elérünk egy **minimumot**, amely alá már nem mehetünk., mert az információ érthetőségének rovására menne. A híradástechnikai kutatások kiderítették, hogy **egy csakis egy** olyan ábrázolási mód van, amely az adott mennyiségű **információt** a lehető **legkevesebb jel** segítségével fejez ki. Ez az **optimális kód**, minden más kód ehhez képest **redundáns**.

... eljutottunk az **információelmélet harmadik fogalmának**, a **csatornának** az ismertetéséhez. A csatorna az információ továbbítását szolgáló közeg, amely a távító esetében vezeték, de lehet a levegő vagy – rádió adás-vétel esetén – a hullámhossz, amelyre az adót és vevőt hangolták. A csatornát azzal az információ mennyiséggel szokták jellemezni,

amelyet az optimális kódolás mellett időegység alatt továbbít. Ez az információmennyiség a csatorna kapacitása. A gyakorlatban a helyzet bonyolultabb, mint ahogy azt itt elmondottuk. Külső **zavaró** körülmények, **zajok** ugyanis megnehezítik az információ továbbítását és a vételi oldalra **kevesebb információ érkezik, mint amennyit leadtak**.

... értelmetlen az **optimális kód** használata, mert az **információ** egy részének **elvesztése** következtében az egész **üzenet értelmetlenné válhat**. **Redundanciát** kell alkalmazni, mégpedig úgy, hogy egy adott zaj mellett érjük el az időegység alatt átvihető **maximális információmennyiséget**.

...



127. ábra Egyszerű távközlési rendszer vázlata. (Tarján nyomán)

.ábra. A kódolás folyamata

A kód, a kódolás, a csatorna – ebben a megvilágításban – összevethető, jobban érthetők lesznek **Smalgauzennek** a *genetikai információ*ról szóló idézetei.

32. 22. 21 Információ értelmezése szemiotikai szinten

Az információ és szintjei (Tóth I. Z., 1973):

„A **sokféle értelmezés** között könnyebben eligazodhatunk, ha az **információ** fogalmát szemiotikai aspektusból megbontjuk, és

- **szintaktikai szintű,**
- **szemantikai szintű és**
- **pragmatikai szintű** információt különböztetünk meg.

Szintaktikai szinten az információ pusztá adat. A valóságot, a tényeket írja le, tükrözi...

A **szemantikai szinten** az adat egy olyan szituáció elemeként jelenik meg, amely bővebb a jelek közötti szintaktikai összefüggéseknél. Ebben a minőségében nemcsak a valóság azt a

darabját írja le, tükrözi, amelyre közvetlenül vonatkozik, hanem más adatokkal összefüggésben egy tágabb valóságot, sok esetben igen bonyolult szituációkat képes jellemezni...

...a **szemantikai szinten** információnak tekintett adat a **pragmatikai szinten** új tulajdonsággal gazdagodik..." (Kiemelés tőlem.)

32. 22. 22 Információ közvetítő közege

Szólnunk kell a *jel* fogalmáról is (Tóth I. Z., 1973):

„A **jel**... annak a transzformációnak a **közvetítő közege**, amely **változatosságot** juttat el az **egyik objektumtól a másikhoz**.” (Kiemelés tőlem.)

Tehát a *jel* változatosságot, *információt közvetít*.

A *jel* különböző *kapcsolatait* is ismertetjük (Tóth I. Z., 1973):

„A jelhelyzetben a **feladó** és a **címzett** közé a jelzett objektum modellje kerül a **jelek** közvetítésével. Ez a következő viszonyok kialakulásával jár:

- a **jel** és a **modell** viszonya (jelentés)
- a **jel** és a **jelzett objektum** viszonya,
- a **jel** és a **kommunikáló emberek** viszonya,
- a **jelek egymás közötti** viszonya.

CH. MORRIS ennek alapján a **szemiotika négy** dimenzióját állapította meg:

1. a szemantikai,
2. a szigmatikai,
3. a pragmatikai és
4. a szintaktikai dimenzióit.

A szigmatikát azonban legtöbbször nem különíti el a szemantikától.

Durván fogalmazva tehát a következőről van szó: a **szintaktika** a rendelkezésre álló jelkészlettel és annak használati módjával foglalkozik, a **szemantika** a jelek által hordozott, átvitt jelentést vizsgálja, a **pragmatika** pedig a jelátvitel hatásait kutatja.” (Kiemelés tőlem.)

32. 22. 3 Információ és a szabályozás

Információ nélkül nem lehet szabályozásról beszélni (Tóth I. Z., 1973):

„Kiindulásul tételezzük fel, hogy **szabályozott rendszerünkre (S)** kétféle hatás hathat:

1. a **környezet** zavaró hatásai és
2. a **szabályozó rendszer (S)** e zavaró hatásokat ellensúlyozni hivatott beavatkozásai.

A beavatkozás során a **szabályozó rendszer** a lehetséges cselekvések halmazából választ, s a választott cselekvéssel ellensúlyozólag hat a rendszerre, amelyet valamilyen - előzőleg azonosított – zavarás az **egyensúlyi állapotból kimozdított**. Az egyensúly elvesztésének jele, hogy a rendszer kimeneti változatossága egy előre meghatározott **küszöbértéket** átlép.

A kiválasztási aktust **döntéshozatalnak** nevezhetjük. A döntéshozatal a rendszer **bemenetén** és **kimenetén** mutatkozó hatások, a bemeneti és kimeneti változatosság megfigyelésével nyert **információkon** alapul. A bemeneti változatosságról **előreccsatolásos**, a kimenetiről **viSSzacsatolásos információ** jut a szabályozó rendszerhez, amely ezeket a **változatosságokat összehasonlítja**, és **döntésekké**, irányító **utasításokká** alakítja át.”

32. 22. 31 Információfeldolgozás célja

Tekintsük át röviden az *információfeldolgozás* témakörét is!

Az *információfeldolgozás* végső célját a következőképpen fogalmazták meg (Matók szerk., 1975; in Szélesy, 1979, 1995):

„Az **információ-feldolgozás célja**: olyan produktum előállítása, melynek alapján a produktumnak felhasználója (az ember) **döntéseket tud hozni a valós világ egy részhalmazára** vonatkozóan.” (Kiemelés tőlem.)”

A fenti megfogalmazás szerint ez a „*produktum*” nem lehet más, mint a *pragmatikus információ*, amely a döntések alapjául szolgál.

32. 22. 32 Információfélék a szabályozókörben

Az *információ-feldolgozása* során mi is a következő *három* – ahogyan a jelkészletnél is tettük - információ „fajtáról” beszélünk, az információ hordozójával együtt:

1. a *pragmatikus* információról,
2. a *szemantikus* és
3. a *szintaktikus* információról.

A fentiekben elkülönített információk, a korábban már tárgyalt, *vezetés alrendszereihez* kapcsolódnak:

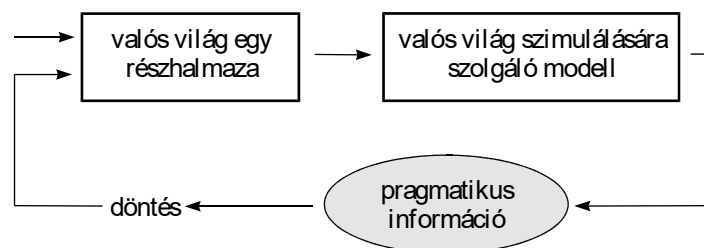
- a *pragmatikus* információ a *döntési* alrendszerhez,
- a *szemantikus* információ a *tájékoztatási* alrendszerhez,
- a *szintaktikus* információ pedig az *adatfeldolgozási* alrendszerhez tartozik

32. 22. 32. 1 A döntési rendszer pragmatikus információja

Az *információfeldolgozás* lépéseit és a hozzájuk tartozó információkat és ábrákat, *módosított változatban* – a szabályozókörbe helyezve -, az alábbiakban ismertetjük. (Matók szerk., 1975; in Szélesy, 1979, 1995).

Kezdjük a *pragmatikus információval*:

„A **végső produktum** olyan információ, amely a **döntéseket** elősegíti, a döntéshozatal lehetőségét megteremti. Ez a **pragmatikus információ**” (Kiemelés tőlem.):



. ábra. Pragmatikus információ helye a szabályozókörben

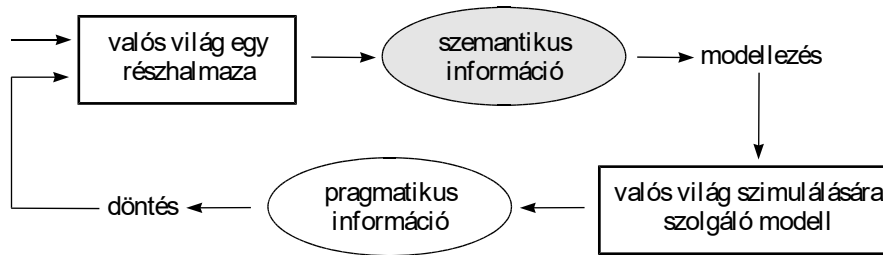
A fenti ábra lényege, hogy a *pragmatikus* információ a valós világ egy részhalmazának szabályozására szolgál. Ugyanakkor tudnunk kell, hogy a valós világ részhalmazának *szimulálását* az illető *modellek* nélkül nem valósíthatjuk meg.

32. 22. 32. 2 A tájékoztatási rendszer szemantikus információja

Az információfeldolgozás során megtudtuk, hogy a *modellezéshez*, a *modell* létrehozásához a *szemantikus* információ szükséges, ami a tájékoztatási rendszer része.

De „menjünk visszafelé” a szabályozókörben, a *szemantikus információ* rendeltetését nézzük meg:

„A **valóságos világot**, annak egyes elemeit, az elemek között meglévő kapcsolatokat, a valóságos világ folyamatait **leíró információt szemantikus** információnak nevezzük. A **szemantikus információ** szolgál a valóságos világ működését szimuláló **modell** bemeneteként” (Kiemelés tőlem.)



29. ábra. Szemantikus információ helye a szabályozókörben

A szemantikus információ rendeltetése a *modellezés*, a „valós világ szimulálására szolgáló modell megalkotása.

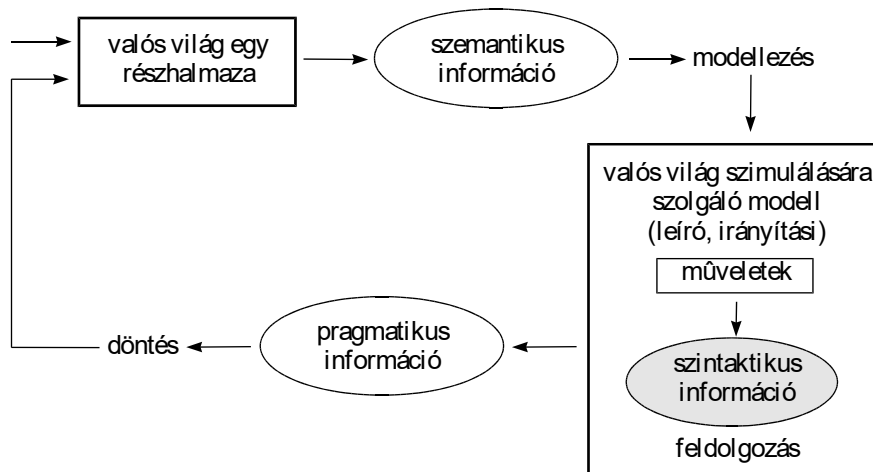
A modellezés eredménye a valós világ „részhalmlazának” *kétféle modellje*, ami a szerkezetre vonatkozik:

1. az egyik a *jelen szerkezet* modellje,
2. a másik a *szabályos szerkezet* modellje.

32. 22. 32. 3 Az adatfeldolgozási rendszer szintaktikus információja

A *kétféle modell* ismeretében, azok összehasonlítását elvégezhetjük és így a szabályozáshoz szükséges *pragmatikus információt* megszerezhetjük:

„A **döntést** megalapozó pragmatikus információ csak a **modell** működése eredményeként jöhet létre, azaz a bemenetként szolgáló információkon bizonyos **műveleteket** kell végrehajtani, értelmezni. Ez a **szintaktikus információ**”:



30. ábra: Szintaktikus információ helye a szabályozókörben

32. 3 A kibernetika és modellezés

32. 31 Modellezés fogalma, célja

A *modell fogalmának* sokféle meghatározása közül elsőnek a legátfogóbbat választottuk (Tóth I. Z., 1973):

„... a **modell** olyan **eszmei** vagy **anyagi** rendszer, amely ... egy **eredeti** rendszernek (külsőleg, **strukturálisan, funkcionálisan, vagy viselkedésben**) **megfelel**, s ez által azt az **érzékelésben, megismerésben, az ismeretközlésben vagy gyakorlati feladatok** megoldásában **helyettesíti**.” (Kiemelés tőlem.)

A *modellezés fontos jellemzője* (I. T. Frolov, 1975):

„... a **modellezés** segítségével **el tudunk vonatkoztatni** a vizsgált rendszerek olyan tulajdonságaitól, amelyek az adott konkrét vonatkozásban **lényegtelenek**. Más szóval, a **modellezés** lehetővé teszi, hogy »**tiszta formában**« kiemeljünk bizonyos tulajdonságokat, hogy széttagoljuk a közvetlen elemzés számára sokszor hozzáférhetetlen bonyolult jelenségeket.

... a **modellezés** a megismerés tárgyát képező jelenségek osztályának bizonyos **leegyszerűsítésével** jár együtt. Feltételezzük azonban, hogy valamely egyszerű rendszer meghatározott tulajdonságainak vizsgálata révén kapott eredmények **érvényesek** a bonyolult rendszer tulajdonságaira is.” (Kiemelés tőlem.)

Megállapíthatjuk, hogy bármely *modellről* is legyen szó, az a valóság egy részhalmazának *leegyszerűsítését*, de ugyanakkor bizonyos szempontból fontos összefüggések *kiemelését*, a lényeg „*megragadását*” is jelenti.

32. 32 Modellek sokfélesége

32. 32. 1 Verbális modellek

A *verbális* szavunk meghatározása a következő (Idegen Szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995):

„**verbális** *lat* **1.** szóbeli; szóban, ill. beszédben megnyilatkozó, történő **2.** hangos, a nyelv útján terjedő”

A *verbális modell* a „való világ egy részhalmazának” szóbeli megfogalmazását jelenti.

32. 32. 11,„Modell, modellreláció”

Mielőtt azonban a konkrét modellalkotás megtörténne, ezt megelőzi a *gondolkodási megismerés, érzékelés modellje*.

A *modell meghatározása* fejezetnél olvashatjuk a következőket (Tóth I. Z., 1973):

„A **modell fogalma** a hasonlóság fogalmán alapul. A hasonlóság azonban csak meghatározott körülmények között, az ún. **modellrelációban** tölti be ezt a szerepet.

A modellrelációnak **három** komponense van:

1. a modell **eredetije**,
2. a **modell** és
3. a modell **szubjektuma**. A modell szubjektuma azzal a képességgel rendelkezik, hogy meg tudja állapítani a modell eredetije és a modell közötti hasonlóságot.” (Kiemelés részben, átszerkesztés tőlem.)

Nézzük a *harmadik* komponenset, az *embert* mint *modellszubjektumot* (Tóth, I. Z., 1973):

„Az **embert** mint **modellszobjektumot** az jellemzi, hogy az **érzéki megismerésre**... a megismerés magasabb formái épülnek. Az ember a ... fogalmi megismerésre is képes, amelynek termékeként az objektumok **gondolati modelljét** állítja elő.

A **gondolkodási folyamat** eredménye is **ismeret**, de magasabb rendű, mint az érzéki tapasztaláson nyugvó érzéki ismeret... azt mondhatjuk, hogy ez az ismeret is a megismerő **belső modellje**...” (Kiemelés tőlem.)

Majd így folytatja:

„... a **gondolkodás** az **érzéki** szint és a **fogalmi** szint közötti kölcsönhatás folyamata, amely teljesen akkor fejeződik be, amikor a fogalmi ismeret **verbalizált formában** testet öltött.” (Kiemelés tőlem.)

Egy szovjet kutatóra hivatkozva tudjuk (Tóth, I. Z., 1973):

*„... hogy az **ismeret** kezdetől fogva **modelljellegű**, tehát az anyagi világ »eszmelése« a legegyszerűbb **érzékeléstől** a **verbális-logikai formán** át a legbonyolultabb **társadalmi megismerésig** az egyre bonyolultabbá váló **belső** és **külső** modellek útján történt és történik.

... a **nyelv** segít a belső modellnek **külső** modellé változtatásában.”

Ami az **ember** tudatos **modellező** tevékenységét illeti, ezt **KOCSONDI ANDRÁS**... igen jól jellemzi:

»E folyamatban a **modell** nemcsak az **objektum** megismerésének **eszköze**, hanem maga is az objektumra vonatkozó **ismeretek** adott **rendszere**, s az objektumot egyre pontosabban leíró modellek segítségével törekszünk a valóság adott tartományának egyre **adekvátabb** magyarázatára, végső soron a jelenségek adott körét egzakt módon leíró **tudományos elmélet** létrehozására.« (Kiemelés tőlem.)

32. 32. 2 Matematikai modellek

A **verbális** jelentésének ellentettje a **numerikus** fogalma (Idegen Szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995):

„**numerikus** *lat el.* 1. számbeli, szám szerinti, számszerű...”

A **matematikai modell** a „való világ egy részalmazának” számbeli megfogalmazását jelenti.

A **matematikai modellekről** az alábbiakat tudhatjuk meg (Tóth, I. Z., 1973):

„... a **matematikában modellen** valamely axiómarendszer egy **konkrét interpretációját** értik. A **MATEMATIKAI KISLEXIKON** megfelelő címszava szerint:

»Egy **axiómarendszer axiómái** a benne rejlő **alapelemeket** és az azok közötti **relációkat** implicit módon definiálják. Ha ténylegesen találunk olyan **matematikai objektumokat** és **expliciten leírható kapcsolatokat**, amelyek a megadott axiómarendszert kielégítik, akkor az **objektum** e rendszerét kapcsolataikkal együtt az **axiómarendszer modelljének** nevezzük.« (Kiemelés tőlem.)

Nézzük először a **matematika** fontosságát, annak **alkalmazásával** kapcsolatos idézeteket.

Kezdjük a legismertebbel, amire a **mérnökök** mindig igyekeztek, sőt néha túlzásokba is estek (Anzenbacher, 1993):

„**GALILEO GALILEI** azt vallotta, hogy a **természet könyve a matematika** nyelvén íródott; ezért »**Mindent mérd meg, ami mérhető, s ami nem azt tedd mérhetővé!**« (Kiemelés tőlem.)

Az is általában igaz, hogy (Fedoszejev, 1982):

„...**alapvető** az a marxi megjegyzés, hogy »**valamely tudomány csak akkor igazán fejlett, ha elérkezett odáig, hogy fel tudja használni a matematikát.**« (Kiemelés tőlem.)

Azonban itt sem eshetünk a végletekbe (Tóth I. Z., 1973):

„A **matematikai nyelv** használatát sokszor úgy értelmezik, mint az **adott tudomány érettségének** a jelét. ... Helytelen azonban ezt a kérdést **egyoldalúan** megítélni, elfeledkezve arról, hogy a matematikai kifejezési formák is **lehetnek fejletlenek**. ... A **matematikai modell csak pontosabb, konkrétabb, világosabb**, nem annyira szétfolyó, **de nem biztos, hogy helyesebb**.” (Kiemelés tőlem.)

A matematika *kiterjedtebb* alkalmazása indokolt lett (Bronowski, 1986):

„Hogy a **matematikát** fel lehet használni mozgó testek helyzetének leírására, azt az **asztronómiában** és a **mechanikában** réges-régóta tudják: jóval **KOPERNIKUSZ** és **GALILEI** előtt... Az a gondolat azonban, hogy a **matematika valamennyi tudomány** szempontjából központi jelentőségű, már fiatalabb. Ha megszületésének pillanatát egyetlen drámai dátumhoz kívánnánk kötni, akkor az bizonyosan **1619.** november 10-ének éjszakája lenne, amikor az ifjú **DESCARTES**-nak – 23 éves volt ekkor – **misztikus élményben** volt része: feltárult előtte, hogy a **világegyetem kulcsa** annak **matematikai rendjében** rejlik.” (Kiemelés tőlem.)

Végül egy másik vélemény, amely minket, erdészeket nem fenyeget, miszerint (Fedoszejev, 1982):

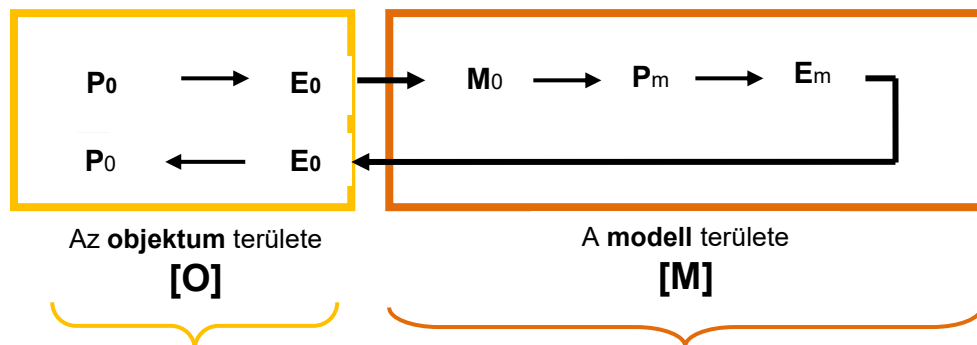
„... **szélsőséges esetben** vannak, akik ... (a matematika abszolutizálása következtében) **összetévesztik** az **anyag**i képződményeket a **matematikai** konstrukciókkal.” (Kiemelés tőlem.)

Már csak azért sem eshetünk a fent nevezett hibába, mert a *munkahelyünkön*, - az erdőben -, lépten, nyomon szembesülünk a valósággal.

32. 32. 21 „Objektum modelljének megalkotása...”

A *megismerés két alapvető fokának ellentmondásos kölcsönös összefüggése és a tudományos forradalom* című fejezetből idézzük a következőket (Kedrov, 1983):

„... a **teljes... lánc**, amely magába foglalja az **objektum modelljének megalkotását** és ennek tanulmányozását (**jelenségeknek** és róluk a lényegre való átmenetnek az oldaláról), a következő séma formájában ábrázolható...



.ábra. A modellalkotás Kedrov szerint

Mellékeljük az ábrához tartozó *jelmagyarázat* egy részét, alsóindexek nélkül: (Kedrov, 1983):

- P jelenségek,
- E lényeg,
- M modell, „mesterséges tárgy”.

Folytatva a magyarázó idézetet (Kedrov, 1983):

„... a **természeti... objektum** területét **[O]** kapcsos zárójellel fogjuk át, a **mesterségesen felépített modellt** az **[M]** kapcsos zárójellel, emellett a második területet, mint mesterségesen megalkotottat... vonallal kerítettük be. A legfontosabb mozzanat ebben az egész **megismerési folyamatban** a következő kettő: az **O** területről az **M** területre való átmenet (balról jobbra) mutató vastag nyíl szemlélteti) – amikor az adott **modellt megalkotjuk** -, az **M** területéről az **O** területre való fordított átmenet, amikor a **modell Em lényegét** gondolatban átvisszük a **kiindulási objektum E0** lényegére (ezt a jobbról balra mutató megtört nyíl szemlélteti)...

...a **döntő fázis**... annak **gyakorlati ellenőrzése**, mennyire helyes ez a levont következtetés,

hogy **O objektumnak** meghatározott feltételek megléte esetén **P jelenséget** kell feltárnia.”
(Kiemelés tőlem.)

Úgy véljük, hogy a fenti modellalkotás mind a verbális, mind a matematikai modellre érvényes.

A másik megjegyzésünk: a fenti modellalkotás folyamatából hiányzik a *szemantikus információ* említése, helyette a *lényeg* szerepel.

32. 32. 22 Modellek csoportosítása

A modelleket az alábbiak szerint csoportosíthatjuk (Tóth I. Z., 1973):

„A **modellmódszer** alkalmazási **célja szempontjából** a modelleket csoportosíthatjuk. A legfontosabb célok:

- meglévő ismeretek rendszerbe foglalása,
- új ismeretek szerzése vagy ismeretek megerősítése;
- a modellből olyan ismeretek szerzése, amelyek valamilyen irányítási folyamatra visszacsatolhatók.

Az ismereteket rendszerező modelleket **leíró** (deskriptív), az új ismereteket nyújtókat **magyarázó** (konstruktív), végül az irányítási információkat szolgáltatókat **irányítási** (kibernetikai) **modelleknek** nevezzük.” (Kiemelés tőlem.)

Az *irányítási modellek*, akárcsak vázlatos megismerése is, fontosak számunkra, mert az erdészeti-vadászati szabályozás megértéséhez elengedhetetlenek (Tóth I. Z., 1973):

Az **irányítási modelleket** három csoportba soroljuk:

1. a döntési,
2. az előrejelző (prognózis-) és
3. a rendszermodellek csoportjába.

A **döntési modellek** további, korántsem teljes csoportosítása:

- alternatívákat nyújtó modellek...;
- heurisztikus modellek...;
- szimulációs modellek;
- optimum kereső, szélsőérték-kereső modellek;
- játékmmodellek;
- tanulási modellek, stb.” (Kiemelés tőlem.)

A szimulációs modellek magyarázatához tartozik (Idegen Szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995):

„**szimuláció** *lat...* **2. tud** várható viselkedésnek, alakulásnak számbavétele matematikai modell segítségével”

32. 32. 3 Verbális és matematikai modellek a biológiában

A modellezéssel kapcsolatban két magyar tudóst is meg kell említenünk: **Gánti Tibort** és **Csányi Vilmost**.

Gánti Tibor vegyészmérnök professzor Az *élet princípiuma* című könyvében a *chemotonelméletével* kapcsolatban írja (Gánti, 1983):

„Amikor... a sejt absztrakt minimálrendszerét keressük, **három alrendszer modelljét** kell megkonstruálnunk...”

Csányi Vilmos etológus professzor a *Evolúciós rendszerek* című könyvéből, *A bioszociális rendszer modellezésének elméleti kérdései*, *Rendszer és modell* fejezetéből idézünk (Csányi, 1988):

„Ha végig megyünk a **természettudomány történetén**, azt tapasztaljuk, hogy... egy **modell »jóságát«** kizárólag gyakorlati szempontok alapján ítélik meg. Semmiféle filozófiai vagy egyéb előzetes kritériumrendszer nem létezik, amivel egy **modell megbízhatóságát** meg lehetne állapítani...

Minél **komplexebb** egy **naturális rendszer**, annál nehezebb megfelelő, ... **modellt** konstruálni. Általában a **matematikai modelleket** értékelik a legmagasabbra egyértelmű logikájuk, szerkezeti tömörségük és jól kidolgozott bizonyítási eszköztárak miatt...

...számos **hátrányuk** is van. Nem kreatívak, nem eléggé rugalmasak, és ma még kevésbé alkalmasak igazán komplex jelenségek leírására.” (Kiemelés tőlem.)

A *verbális modell*, más néven *intuitív modell* megalkotása szerint (Csányi, 1988):

„Az **első lépés** tehát mindenképpen egy **intuitív modell** megszerkesztése, amely természeténél fogva képes ellentmondásokat, kétértelműségeket és egyidejűleg alkalmazott különböző szintű leírásokat is magába foglalni. Ez teszi lehetővé, hogy az így kialakított modell a valóság elegendően bonyolult részét tükrözze, és később alkalmas vagy legalábbis részleteiben alkalmas legyen egy rigorózusabb **matematikai** megfogalmazásra.”

32. 4 Az erdőmérnöki kibernetika

32. 41 A mozgásformák szerinti kibernetikák

Korábban idéztük **Kalmár László matematikus professzort**, aki úgy fogalmazott, *hogy a kibernetika általános törvényei „... az anyagi rendszer legkülönbözőbb mozgásforma specifikus törvényeivel együttes hatásában érvényesülnek”.*

A kibernetika általános törvényei két tudományterületen érvényesülnek:

1. biológiai mozgásforma rendszereiben az *életföldrajzi kibernetikában*
2. a biológiai és geológiai mozgásforma rendszereiben az *erdőmérnöki kibernetikában*.

32. 41. 1 Életföldrajzi kibernetika

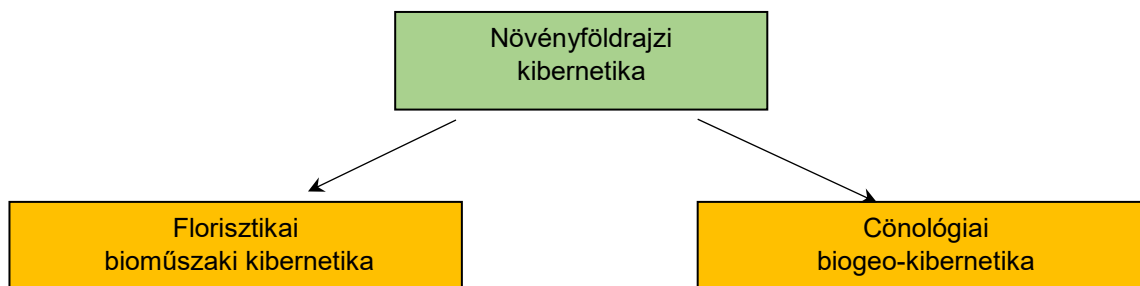
Miután a *biológiai mozgásforma* a *bioszférához* tartozik - az evolúció szabályozási mechanizmusai egyaránt vonatkoznak a növényekre is és az állatokra is – ezért ezeket a szabályozásokat nevezhetjük *életföldrajzi kibernetikának*.

32. 41. 11 Növényföldrajzi kibernetika

Növényföldrajz, társulástan és ökológia című főiskolai és egyetemi tankönyvnek szánt munkában (szerk. Hortobágyi és Simon, 1981) az *Alapfogalmaknál*, a *Flóra és vegetáció* című részben, mi a vegetációt – mint a növénytakarót – egészként értelmezzük és ezen belüli *szabályozásaikat kétféle nézőpontból* vizsgálhatjuk:

1. az *egyes növényfajok* elterjedésének - florisztikai növényföldrajznak – a szabályozását és
2. a sok növényfaj, sok egyede együttesének, társulásának - cönológiai növényföldrajznak – a szabályozását.

A *növényföldrajzi kibernetika* felosztása:



.ábra. A növényföldrajzi kibernetika felosztása

(Idegen Szavak és Kifejezések kézi szótára, 1995):

„**florisztika** *lat el., növ* a flórával, a föld nagy flórabirodalmaival foglalkozó tudomány”

„**cönológia** *gör el biol* társulástan; az állat- és növénytárulásokkal, kialakulásuk törvényszerűségeivel foglalkozó tudományág”

Tisztázzunk néhány *alapvető fogalmat!*

A *növénytakaró*, a *növénytársulás*, *növényzet* fogalma (Magyar Értelmező Kézi szótár, 1992):

„**növény** |

~**takaró** fn *Tud* A Föld (egy részének) felületét borító (és jellegét meghatározó) növényzet

~**társulás** fn *Növ* Azonos életkörülmények között együtt előforduló, különböző fajú növények közössége

növényzet fn A (vmely területen élő) növények összessége”

Nézzük először a *vegetáció* fogalmát a kétféle lexikoni meghatározás szerint (Idegen szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995; Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**vegetáció** *lat* 1. növényzet, növénytakaró, különösen vmely (kisebb) területé 2. *biol* tenyészet 3. növényi életműködés...

vegetáció: (növ) a Föld felületét borító növénytakaró

A *flóra* fogalma (Idegen szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995; Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**flóra** *lat* növényzet, növényvilág; valamely vidék, v. geológiai korszak növényfajtainak összessége...

flóra: (növ) a Földön, ill. egy határozott területen... élő növényfajok összessége; a ~**t** alkotó fajok növényföldrajzi szempontból különbözőek lehetnek. - A ~ kialakulását a klíma, az ösföldrajzi és fejlődéstani viszonyok határozzák meg. - A Föld ~jának térképészeti szempontból legnagyobb egységei a ~*birodalmak*. Ma 6 ilyen nagy egységet különböztetnek meg: holarktikus, paleotropikus, neotropikus, ausztráliai, fokföldi és antarktikus ~ birodalmat. Ezeket kisebb egységekre, a ~*területekre*, a ~*tartományokra*, a ~*vidékekre* és végül ~*járásokra* osztják. (Állatföldrajzi megfelelője a →*fauna*.)

A *növénytakaró* e kétféle felosztására jegyezte meg **Haracsi** professzor, hogy (1963):-

„A **növényzet** léte, fejlődése elsősorban a **környezeti** viszonyoktól, a termőhelytől függ. Ez szabja meg a **növények elterjedését** is és nagy befolyása van az **egyes fajoknak** a **növénytársulásokban** elfoglalt arányára. A növények **alkalmazkodtak** a föld felszínének igen változó, sokféle, de meghatározott termőhelyeihez, amelyeken évezredek óta éltek, és itt alakultak ki a fajokon belül az alfajok és az ökotípusok. A **földrajz** egyik fontos egységét: a **tájat** nemcsak a földfelszíni, **éghajlati** és **edafikus** tényezők határozzák meg, hanem a **rajta élő növényzet** (rét, erdő, fenyves, mező, liget stb.) is. Vagyis a növény a termőhelyétől el nem választható, **életjelenségei**, **társulásai** e nélkül nem tanulmányozhatók és meg sem érthetők.

Általában tehát **nem helyes** valamely vidék **flóráját**, **flóraelemeit** és **vegetációját**, **növény-**

társulásait mereven elkülöníteni, egymástól külön tanulmányozni és rendszerezni, ahogyan ezt még sokszor látjuk. Ugyanazon **objektumot**, amelynek az elemei és törvényszerűségei azonosak, nem célszerű **kétféle szempont** szerint taglalni, mert az áttekintés és megértés rovására megy.” (Kiemelés részben tőlem.)

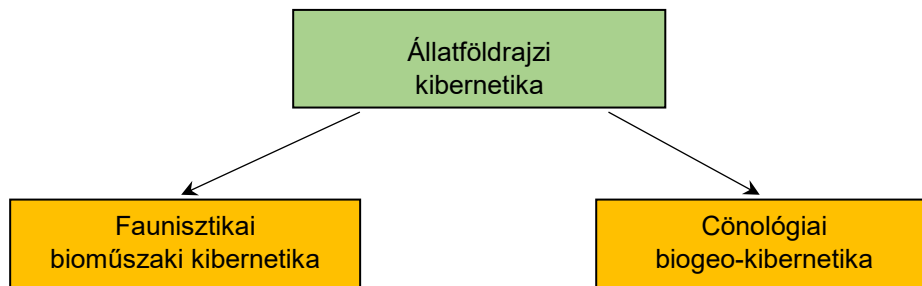
A növényföldrajzi kibernetika úgy kapcsolódik a természetvédelemhez, hogy a növényzet:

1. a faj szerint szaporodását vagy
2. társulás szerinti szaporodását segítjük elő.

32. 42. 12 Állatföldrajzi kibernetika

A növényföldrajzi kibernetikához hasonlóan, az *állatföldrajzi kibernetikát* is feloszthatjuk.

Az állatföldrajzi kibernetika felosztása:



.ábra. Az állatföldrajzi kibernetika felosztása

A *fauna* fogalma (Idegen szavak és Kifejezések Kézi szótára, 1995; Természettudományi Kislexikon, 1992):

„**fauna** *lat, áll* valamely vidék, ország v. geológiai korszak állatvilága

fauna: a Földön, ill. valamely területen ... élő állatok összessége; növénytani megfelelője a →*flóra*. Egy-egy terület ~jának felderítését célzó kutatás a *faunisztika*... - Állatföldrajzi szempontból a legnagyobb ~-egységek a ~*birodalmak*. A Föld 4 ~birodalma: a Notogaea, a Neogaea, a Arktogaea és az Antarktogaea. Kisebb egységek a ~*terület*, ~*tartomány*, ~*vidék*, ~*kerület* és a ~*körzet*.

Az *állatföldrajzi kibernetika* úgy kapcsolódik a természetvédelemhez, hogy az állatvilág:

1. a faj szerint szaporodását vagy
2. társulás szerinti szaporodását segítjük elő.

32. 41. 2 Erdőmérnöki kibernetika

Az erdőmérnöki kibernetika a *biológiai* mozgásforma és a *geológiai* mozgásforma egy részének rendszereit közvetlenül szabályozza:

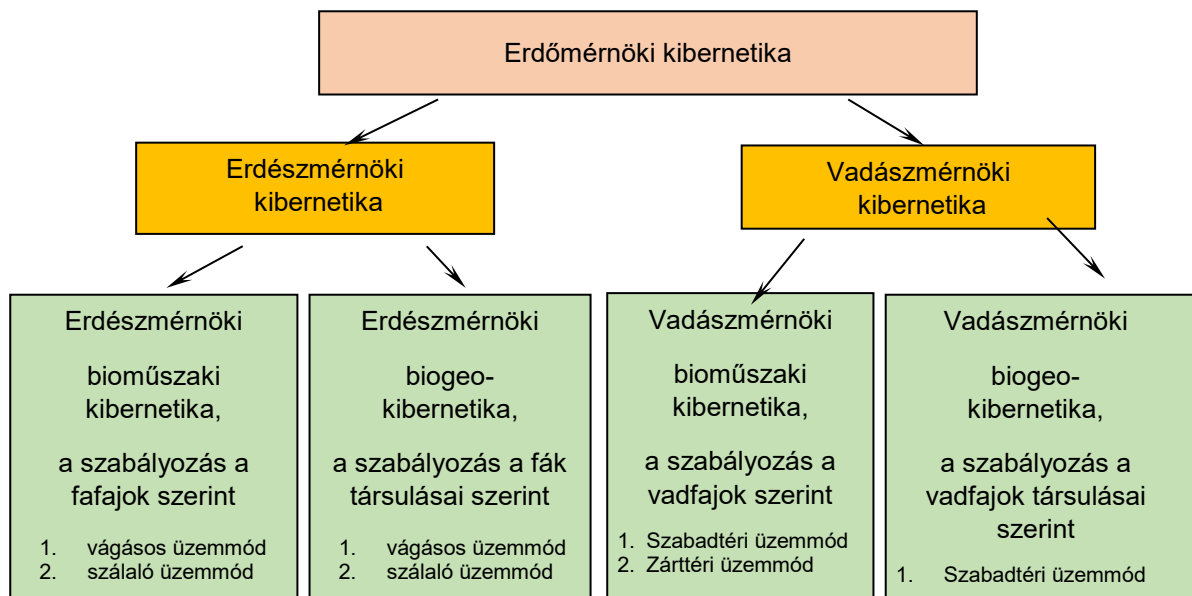
1. a *biológiai* mozgásformához tartozó *élő anyagi rendszereink*, az erdei életközösségek számunkra két fontos tagja:
 - a. az erdő *fái* és
 - b. az erdő *nagyvadjai*, valamint,
2. a *geológiai* mozgásformához tartozó *élettelen anyagi rendszer* természetesen az élők környezete:
 - a. az erdő fáinak *termőhelyei* és
 - b. az erdő nagyvadjainak az *élőhelyei*.

32. 41. 21 Erdőmérnöki kibernetika felosztása

Az erdőmérnöki kibernetikát természetesen a kibernetika *újszerű felosztása* alapján tárgyaljuk, szöveges felosztása:

1. Erdésmérnöki kibernetika
 - a. Erdésmérnöki bioműszaki kibernetika, szabályozás *fafajok* szerint
 - i. vágásos üzemmód
 - ii. szálaló üzemmód
 - b. Erdésmérnöki biogeokibernetika, a szabályozás a *fák társulásai* szerint
 - i. vágásos üzemmód
 - ii. szálaló üzemmód
2. Vadásmérnöki kibernetika
 - a. Vadásmérnöki bioműszaki kibernetika, szabályozás *vadfajok* szerint
 - i. szabadtéri üzemmód
 - ii. zárttéri üzemmód
 - b. Vadásmérnöki biogeokibernetika, a szabályozás vadfajok társulása szerint
 - i. szabadtéri üzemmód
 - ii. zárttéri üzemmód

Az erdőmérnöki kibernetika felosztása:

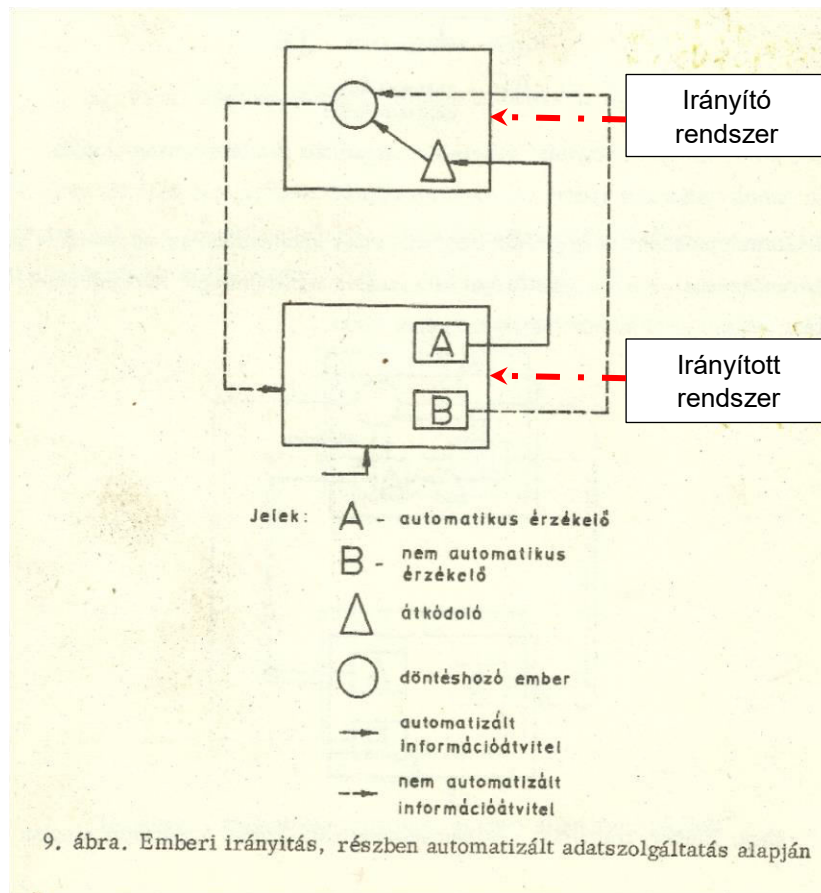


.ábra. Az erdőmérnöki – az erdésmérnöki és vadásmérnöki - kibernetika felosztása

32. 44. 22 A szabályozókörök egybeágyazódása

Az erdeink és vadállománya a „*környezet függvénye*”. Ez a környezet nem más, mint a *természeti környezet* és az „*emberi környezet*”. Természetesen mindkettőt egyszerre kell figyelembe venni, amikor a szabályozunk.

A Szabályozás és információ című fejezetben találjuk az alábbi ábrát, amely alkalmas arra, hogy a kétféle – evolúció és az emberi – szabályozókör lényegét egyszerre lássuk át (Tóth I. Z. 1973):

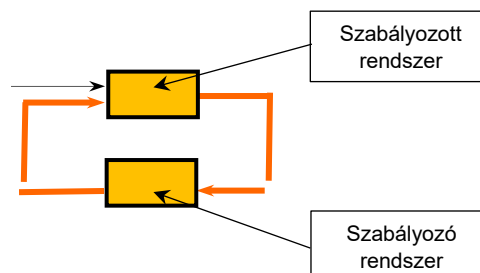


.ábra. A két szabályozókör – a kiválasztódás és az emberi kiválasztás – értelmezése

Kiegészítő jelkulcs: a folyamatos **A** vonallal jelzett visszacsatolás az *evolúcióhoz*, a szaggatott **B** vonallal jelzett visszacsatolás az *emberi szabályozáshoz* tartozik.

32. 41. 23 Erdőmérnöki kibernetika szabályozókörei

A korábban már ismertettük a kibernetika *általános* szabályozókörét:

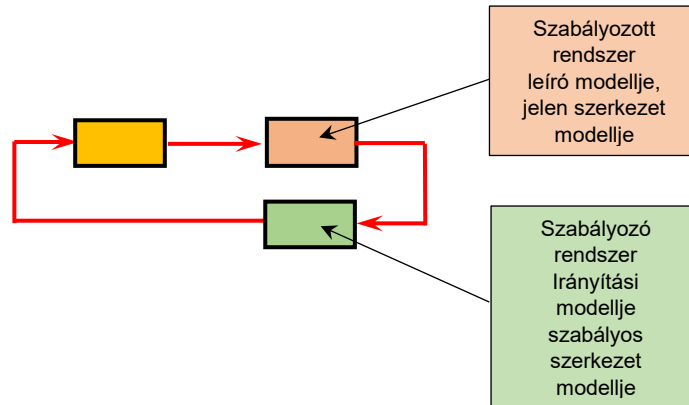


.ábra. Az általános szabályozókör szabályozó és szabályozott rendszere

A kibernetika *általános* szabályozókörét két *modellel* kiegészítettük:

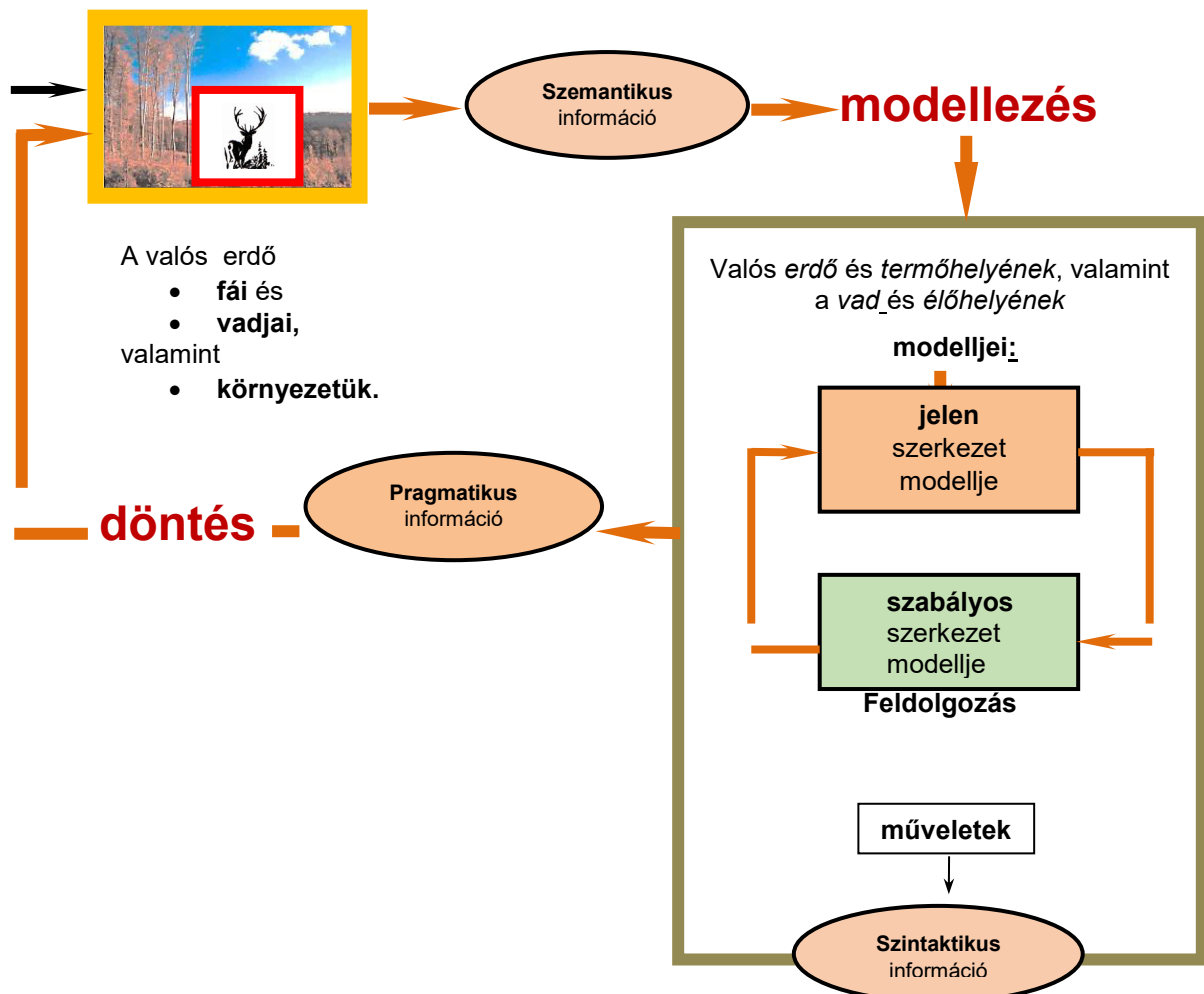
1. a leíró modellel, vagyis a *jelen* szerkezet modelljével és
2. az irányítási modellel, vagyis a *szabályos* szerkezet modelljével.

Így az erdőmérnöki szabályozókörének ábrája tehát:



Ábra. Az erdőmérnöki kibernetika szabályozóköre a modellekkel

Az erdőmérnöki kibernetika fenti szabályozókörének részletes ábrázolása:

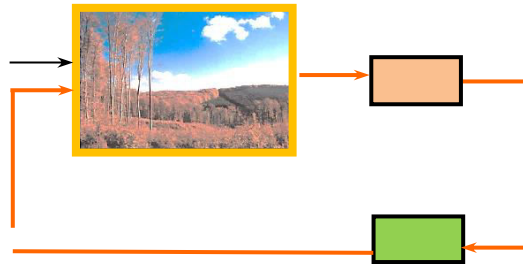


.ábra. A magyar erdőmérnöki kibernetika részletes szabályozóköre

32. 41. 23. 1 Az erdőmérnöki kibernetika és szabályozókörei

Az erdőmérnöki kibernetikának az *erdő fáira* vonatkozó szabályozását kiterjesztettük a *termőhelyeire* is.

A szabályozókör:



.ábra. Az erdő fáinak és termőhelyeinek szabályozóköre

32. 41. 23. 11 Erdőmérnöki bioműszaki kibernetika

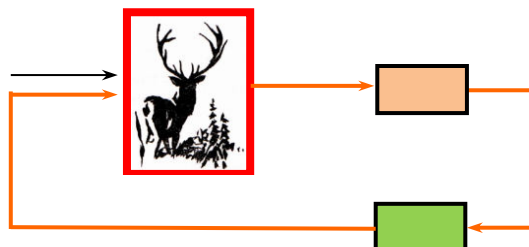
Az erdőmérnöki bioműszaki kibernetika azt jelenti, hogy az *iparműszaki* szabályozást alkalmazzuk a *fajok szabályozására*. Ebben az esetben elsősorban az *ember érdekeit* tartjuk szem előtt az erdő érdekeivel szemben.

32. 41. 23. 12 Erdőmérnöki biogeo-kibernetika

Az erdőmérnöki biogeo-kibernetika pedig azt jelenti, hogy szintén az iparműszaki szabályozást alkalmazzuk, de most a *fajok társulásaira*. Ebben az esetben elsősorban az *erdő érdekeit* – az evolúciót - tartjuk szem előtt az ember érdekeivel szemben.

32. 41. 23. 2 A vadász mérnöki kibernetika és szabályozókörei

A vadász mérnöki kibernetikának az erdő vadjaira vonatkozó szabályozását kiterjesztettük az *élőhelyeire* is:



.ábra. Az erdő vadjainak és élőhelyeinek szabályozóköre

32. 41. 23. 21 Vadászmérnöki bioműszaki kibernetika

A vadászmérnöki bioműszaki kibernetika itt is azt jelenti, hogy az iparműszaki szabályozást alkalmazzuk a vadfajok szabályozására. Ebben az esetben elsősorban az ember érdekeit tartjuk szem előtt a vad érdekeivel szemben.

32. 41. 23. 22 Vadászmérnöki biogeo-kibernetika

A vadászmérnöki biogeo-kibernetika pedig azt jelenti, hogy szintén az iparműszaki szabályozást alkalmazzuk, de most a vadfajok társulására. Ebben az esetben elsősorban a vad érdekeit – az evolúciót – tartjuk szem előtt az ember érdekeivel szemben.

32. 41. 3 Az életföldrajzi kibernetika és az erdőmérnöki kibernetika összehasonlítása

Érdekes módon párhuzamot vonhatunk az életföldrajzi kibernetika és az erdőmérnöki kibernetika között:

ÉLETFÖLDRAJZI KIBERNETIKA

Növényföldrajzi kibernetika
florisztikai
cönológiai

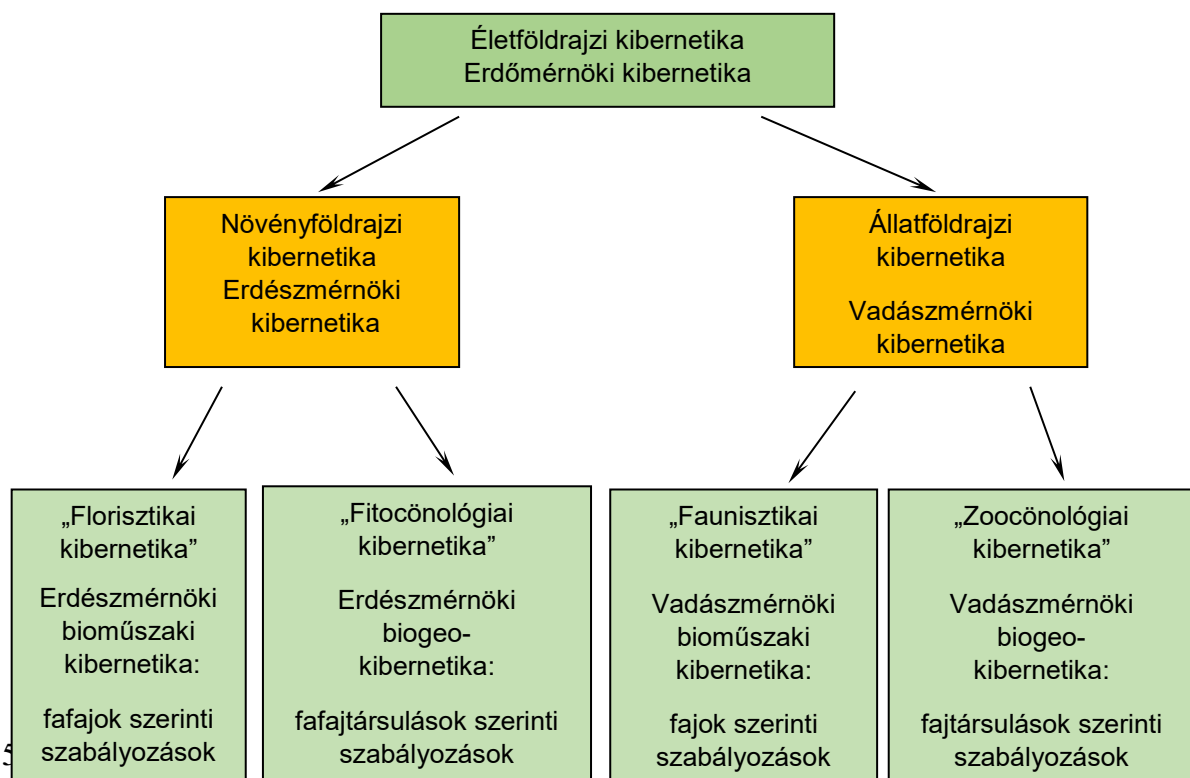
Állatföldrajzi kibernetika
faunisztikai
cönológiai

ERDŐMÉRNÖKI KIBERNETIKA

Erdészmérnöki kibernetika
fajok szerinti
fafajtársulások szerinti

Vadászmérnöki kibernetika
Faj szerinti kibernetika
Társulás szerinti kibernetika

Az erdőmérnöki kibernetika és az életföldrajzi kibernetika megfeleltetése, felosztása:



.ábra. Az életföldrajzi és erdőmérnöki kibernetika
összehasonlítása

32. 41. 4 Erdőmérnökök mint „alkalmazott kibernetikusok”

Mi erdőmérnökök, mindannyian „alkalmazott kibernetikusok” vagyunk. Ezt a kijelentést azért tehetjük meg, mert a *Gaia elmélet* megalkotója, **Lovelock**, a *mérnök fogalmát* – legalábbis a mérnökök egy bizonyos körét - a következőképpen határozta meg (Lovelock, 1987):

„A **mérnököket** joggal nevezhetjük **alkalmazott kibernetikusoknak**. Ők **matematikai jelölésrendszert** használnak gondolataik közvetítéséhez, valamint néhány **kulcsszót** és kifejezést, melyek a **szabályozáselmélet** fontosabb fogalmainak leírására szolgálnak.”
(Kiemelés tőlem.)

A fenti vélemény szerint, mi *erdőmérnökök* is, ebbe az ún. „alkalmazott kibernetikusok” körébe tartozunk, mert a *szabályozáselméletet* szakmánk két igen fontos területére:

1. az *erdőt alkotó fák életközösségének szabályozására és*
2. az *erdő nagyvadjai által alkotott életközösség szabályozására alkalmazzuk.*

(Megjegyzésünk: az „alkalmazott kibernetikus” kifejezés helyett helyesebb lenne a „kibernetika alkalmazója” megnevezést használni.)

A szakmánk *szabályozásának - legrégebb és a legújabb - összefoglalója* két munkában valósult meg:

1. az *Erdőkormányzási tanban és*
2. *A Magyar Erdőmérnöktanban.*

32. 41. 41 Első „kibernetikus erdőmérnök”

32. 41. 41. 1 Tomaschek Ede

Tomaschek Ede „cs. kir. országos könyv- és számvitelképes, honi- gazdasági- gyakorlatilag megvizsgált erdésztszist, Letenye, Szécsi-Sziget és Gasztaló uradalmak »erdőkormányzója« s mérnöke”, akinek munkáját 1847-ben Budán adták ki.

Tomaschek Ede erdőmérnököt joggal nevezhetjük a szakmánk *kibernetikusának*, mert az *Erdőkormányzási tan* könyvében, az akkori időknek elsősorban az *erdészeti és a vadászati törvény szabályozásáról* szóló ismeretek összefoglalóját írta meg (Tomaschek, 1847):

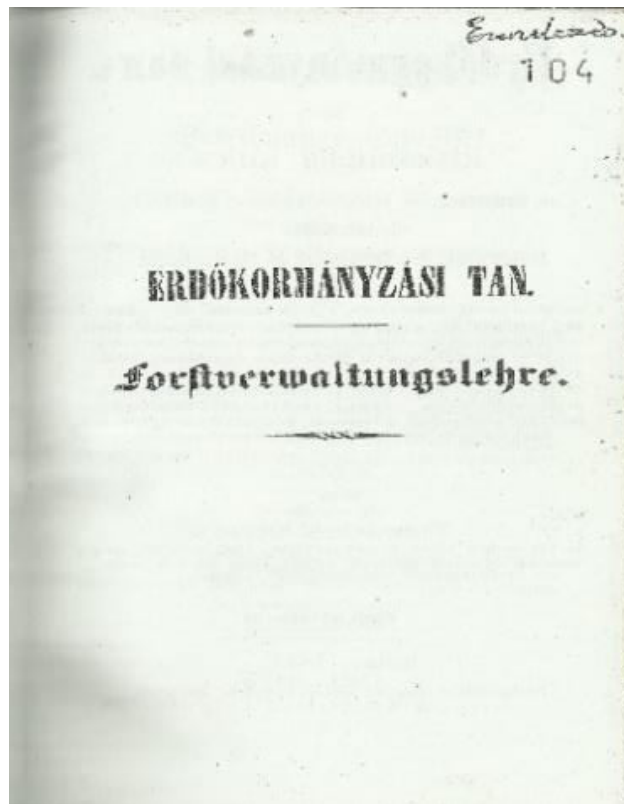
„Az **erdőkormányzási tan** azon **tudomány**, mely az **erdőgazdaságot igazgatni tanítja, erdész tudomány tanulása nélkül**; ezen két tudomány bár szoros viszonyban áll egymáshoz, mégis **mellőzheti** a földesúr, vagy az erdőigazgató az **erdész tudománybani** tapasztalatait.

Az **erdőkormányzás** tehát **azon tan**, mely csak az **ország törvényeinek** szoros kiszolgáltatásán alapszik, vagy a törvényhozásra szükséges pontok kiemelésére szolgál.”
(Kiemelés tőlem.)

A felsőoktatásunk történetében - az 1850-es években a selmecebányai Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Akadémián, az Erdőkormányzási tan című tantárgyat oktatták.

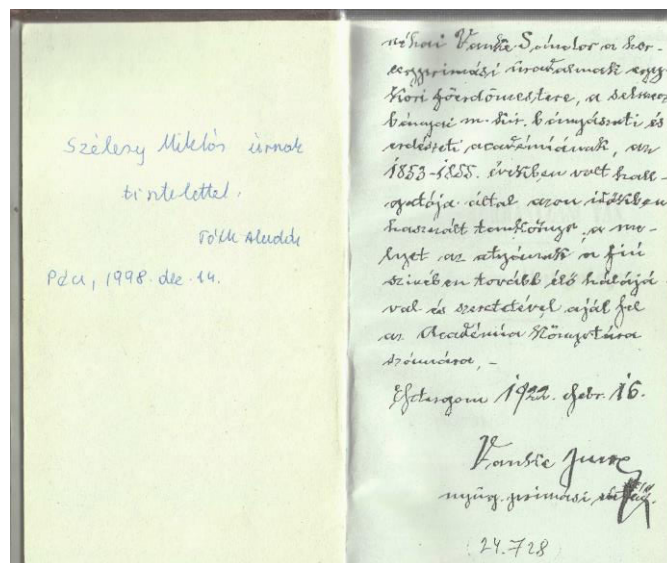
32. 41. 41. 2 Erdőkormányzási tan

A tankönyvet – jelentőségénél fogva - vázlatosan ismertetjük.



ábra. A tankönyv „címnegyedívhez” tartozó képe

A könyvet kinyitva baloldalon nekem szóló megjegyzés; **Tóth Aladár** erdőmérnök számomra a tanszéki példányból készített másolatot, amit ezúttal is hálásan köszönök.



ábra. Tóth Aladár erdőmérnök és Vanke Imre magas rangú egyházi személyiség kézirata

A jobb oldalon olvashatók a következők:

„néhai **VANKE SÁNDOR** a Szeregyprímási uradalomnak egykori főerdőmestere, a selmeczbányai m. kir. bányászati és erdészeti akadémiának, az **1853-1855.** években volt **hallgatója** által **azon időkben használt tankönyv** a melyet az atyának a fiú szívében tovább élő hálójával és szeretetével ajál fel az Akadémia Könyvtára számára, -

Esztergom 1922. febr. 16.

VANKE IMRE

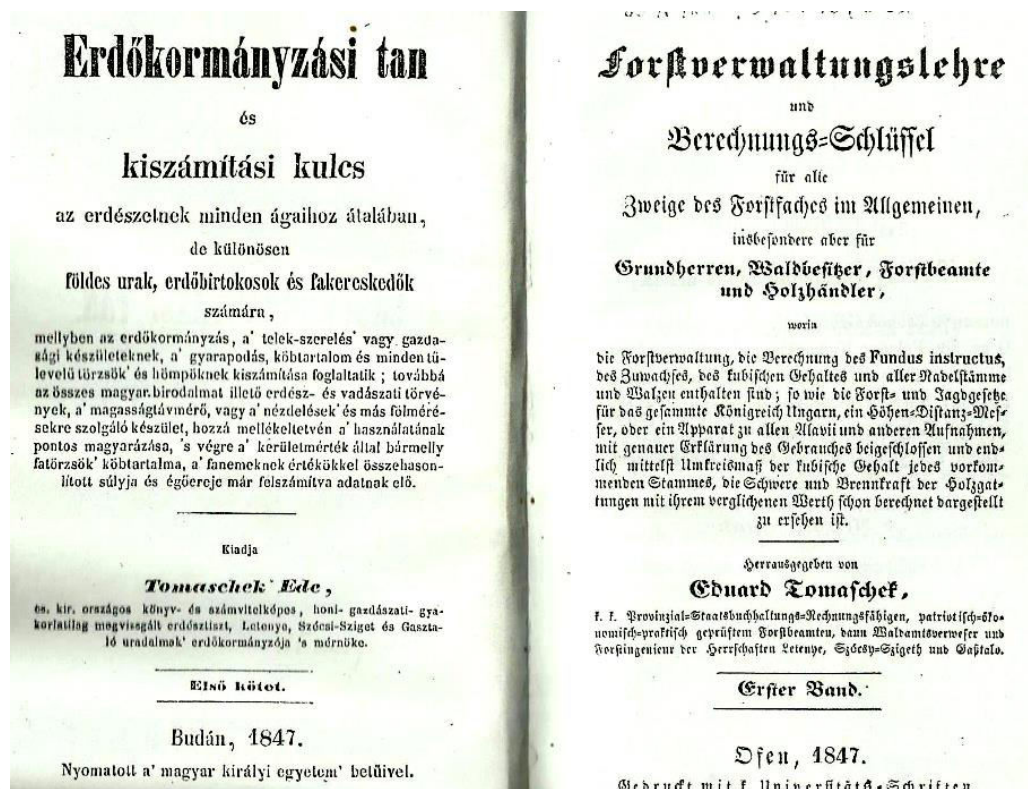
nyug. prímási ...”

A *Jegyzetek* című részben olvashatjuk:

„A’ földes úr és **erdőkormányzó** különösen ügyeljenek, valljon a’ szolgálatban levő személyzete **ismeri-e az országtörvényeit** vagy nem?”

MAGYARORSZÁGBAN sajnosan kell megvallani, ezen eset mindennapi, mert az **erdőszkar** az ország’ **törvényeit nem ismeri**, ’s többnyire oly férfiakból áll, kik a’ **külföldön’ nyerték erdőszi képességüket**; az ő gyakorlatuk egészen más elveken épül, ’s okozza, hogy gyakran nagy hibákba süllyednek, oka hogy számos **erdeink pusztulnak**. Az tehát az **első és fő kötelesség**: az ezen hivatalban állókat a’ törvénnyel megismertetni, s’ a’ mi még kívánatosabb volna, **erdőszi tanítványokat honfiakból képezni** az erdőgazdaságra...”

A könyvet úgy szerkesztették, hogy a nyitott könyv bal oldalán *magyarul* a jobb oldalán *németül* olvashatjuk ugyanazt a tartalmat.



ábra. Az Erdőkormányzási tankönyv első, belső két oldala

A könyvecske teljes *címének* ismertetése egyúttal akár *tartalomjegyzék* is lehetne (Tomaszek, 1847):

„**Erdőkormányzási tan és kiszámítási kulcs az erdészetnek minden ágaihoz általában, de különösen földes urak, erdőbirtokosok és fakereskedők számára,**

amellyben az erdőkormányzás, a telek-szerelés vagy gazdasági készüléteknek, a

gyarapodás, köbtartalom és minden túlevelű törzsök és hömpöknek kiszámítása foglaltatik; továbbá az összes magyar birodalmat illető erdész- és vadászati törvények, a magasságmérő, vagy a nézdelések és más földmérésekre szolgáló készülék, hozzá mellékelve a használatának pontos magyarázata, s végre a kerületmérték által bármely fatörzsök köbtartalma, a fanemeknek értékökkel összehasonlított súlya és égőereje már felszámítva adatnak elő.” (Kiemelés tőlem.)

Az Erdőkormányzási tan főbb részei:

Előbeszéd

Első rész.

Második rész.

Erdőkormányzási tan

Első rész. Mi az erdőkormányzási tan és mi a célja?

Második rész. A 'törvénytudomány' hasznairól.

Harmadik szakasz. A művelésről.

Negyedik szakasz.

Az erdei határtételekről.

A 'tükör-készület' hasznai

Alkalmazása és használata.

Az erdő' átszeléséről.

A 'magasság' méréséről.

Jegyzetek

Erdőtörvény

A 'tereziai urbér' kivonatja

Erdőhasználás

Szerszám- és épületfa

Fakereskedés Község-erdők.

Erdőrend

Erdővágási robot

Teljesítések módja

Vadászati robot

Parasztok' dologhoz tartozó teljesítésekről.

Vadászat, halászat és madarászat

Erdőtillalom.

A' bánáti urbér.

Makkolás

1836-diki Törvényczikkek kivonatja

VII. törvényczikkely.

X. Törvényczikkely.

1840-diki Törvényczikkek kivonatja

IX. Törvényczikkely.

A mezei rendőrségről.

Vadászat

A vadászatról általánosan

A 'földesurak' vadászatáról.

A 'nemeseknek mások' határában való vadászatáról

Katona-tisztek vadászatáról

1751-dik évi katonai regulamentum kivonata.

1783-dik évi rendelmény

A könyv végén - „függelékben” - szerepel:

Erdőelölvény példája. Minden földes úr vagy erdőkormányzó, valamennyi erdésztisztjétől évenként egy erdőelölvényi példát követeljen, melybe a várandó bevétel, s egyszersmind valamennyi ösmért, bár miféleképpen czimzett kiadás a bekövetkezendő évre feljegyezve legyen...

Erdőszámadás példája. Az erdőszámadás minden lajstromok, szerződések s nyugtatványok kivonata, s ennél fogva annál a bevétellel és kiadással, legfőképp pedig az alapkönyvvel, hol a természetű fa mennyisége kitéve van, öszve kell egyeznie, ne hogy az erdő, vágatás által,

pusztítást szenvedjen. Az eladott fa mennyisége tehát a rendszabályba kiemelt szaporodással összehasonlítható.

Ezen erdőszámadásból a földesúr megtudandja, ha **több** vagy **kevesebb** találtatik-e?

II-dik tábla. 1 □ 's így folytatólag több ölnyi erdőföldi szaporodás kiszámításának kulcsa.

I-ső tábla. Az évenkénti közép szaporodás úgy számíttatik, ha a feltalált fatömeg a 'famaradványok' korával holdszámra osztatik...

IV-dik példatábla. Melly által a' szaporodás minden földnek termékenségi képessége szerint kiszámítható.

V-dik tábla. Mellyben a termés mindennemű erdőlapályra kivette vagyon, ha ez hold szerint feltaláltatik 's rendesen meghatározatik. A feltalált fatömeg hold szerint évenként.

Végül egy geodéziai mérést és tárgyait – egy tuskót, egy fát, templomtornyot – ábrázoló kép zárja a függelék.

(Megjegyzésem: a III. tábla hiányzik a könyvből; vagy kifelejtették, vagy a táblák számozása rossz.)

32. 41. 42 A „klasszikus erdőrendezéstan” kibernetikus erdőmérnökei

A „klasszikus erdőrendezéstan” kibernetikus erdőmérnökeihez azokat soroltuk, akik tankönyvet írtak a 1900-as években, az erdőrendezéstan tárgykörében:

- **Belházy Emil** - *Az erdőrendezéstan kézikönyve 1895,*
- **Fekete Lajos** - *Erdőrendezéstan 1903,*
- **Muzsnay Géza** - *Erdőrendezéstan 1912.*

Mind hármójuk tökéletesen tisztába volt az igazi, mérnöki szabályozás fogalmával, hiszen ennek a *szabályozásnak* közismertnek kellett lennie, mert az *Erdészeti Műszótárban*, az *üzemterv* legrégebbi fogalmában, olvashatjuk a következőket (Divald és Wagner, 1868):

„**Üzemterv, Betriebsplan, Wirtschaftsplan**; előre való meghatározása azon **gazdasági rendszabályoknak** melyeknek keresztül vitele által valamely **erdőtest jelen czélszerűnek** talált állapotban fenntartatik, vagy jelen **czélszerűtlen** állapotából a **céliba vett előnyösebb állapotba** átvitetik.” (Kiemelés részben tőlem.)

Napjainkban ezt a típusú szabályozást nevezzük az *eltérések kiegyenlítésén alapuló szabályozásnak*, melynek lényege a következő (Tóth I. Z., 1973):

„A **valós objektum leíró** - felépítési, statikus - **modelljének** kimeneti változatosságáról **visszacsatolás** útján **információ** jut az **objektum irányítási** - szimulációs, dinamikus – **modelljéhez**, amely ezeket a változatosságokat **összehasonlítja** és **döntésekké**, irányító utasításokká, **pragmatikus információvá** alakítja át.” (Átszerkesztés, valamint a betoldások és kiemelések tőlem.)

A szabályozás „képlete” természetesen a *vadász mérnöki szabályozásra* is érvényes, csak az erdő helyett a *vadállományt* kell behelyettesítenünk.

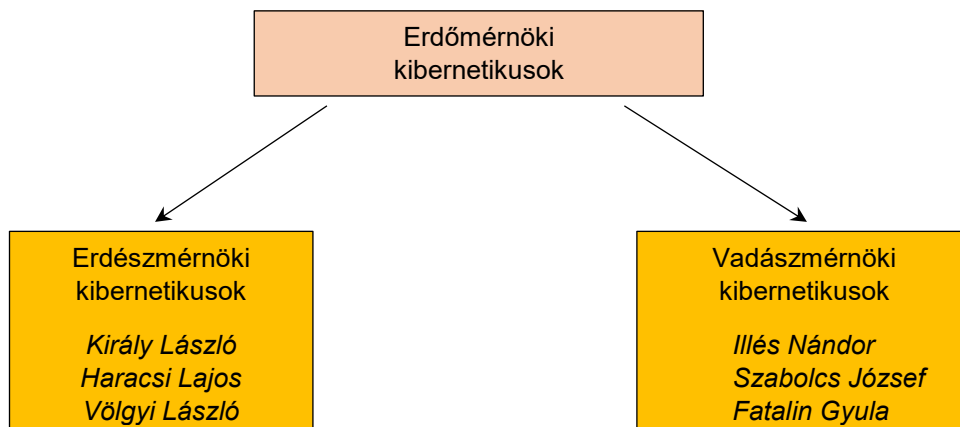
32. 41. 43 A napjaink kibernetikus erdőmérnökei

32. 41. 43. 1 Erdész mérnöki és vadász mérnöki kibernetikusaink

Kibernetikusaink, a szakmák és módszereik szerinti szöveges felosztása a következő.

- Erdésmérnöki kibernetikusaink
 - fafajonkénti modelleket alkalmazó
 - matematikai modellekkel dolgozó
 - **Király László**
 - fafajtársulások modelljeit alkalmazók
 - verbális modellekkel dolgozó
 - **Haracsi Lajos**
 - matematikai modellekkel dolgozó
 - **Völgyi László**
- Vadásmérnöki kibernetikusaink
 - vadfajonkénti modelleket alkalmazók
 - matematikai modellekkel dolgozók
 - **Illés Nándor**
 - **Szabolcs József**
 - **Fatalin Gyula**
 - vadfajtársulásonkénti modellekkel dolgozó nincs.

Az erdőmérnöki kibernetikusok felosztása:



ábra. A jelenkori erdőmérnöki kibernetikusok szakmák és módszereik szerinti felosztása

32. 41. 43. 2 A Magyar Erdőmérnöktan

A „mi kormányzási tanunk” is - *A Magyar Erdőmérnöktan* – ugyanúgy a két szakterületnek, az erdésmérnököknek és a vadásmérnököknek, a szabályozásaira vonatkozó összefogó munka, amely nem a törvények ismertetése szerint, hanem éppen az „erdéstudomány” részletes egybefogása szerint történt.

A tankönyvünk címe a Magyar *Erdőmérnöki Kormányzástan* is lehetett volna, de - **Jurásek FABIÁN** erdőmérnök a tantárgy címének az *erdőmérnöktan* javasolta, amit elfogadtam és a magyar jelzővel kiegészítettem.

32. 41. 5 Az erdő mint kibernetikai rendszer

A korábbi fejezetben, az erdő egészét mint rendszert, már megtárgyaltuk kétféle szempontból is:

1. az erdőt mint a rendszerelmélet *totális rendszerét*, valamint

2. az erdőt mint az ökoszisztéma-elmélet *ökoszisztémáját*.

Adósok vagyunk még a két fenti témakör kiegészítésével:

1. az erdő totális rendszere mint kibernetikai rendszer és a szabályozása,
2. az erdei ökoszisztéma mint kibernetikai rendszer és a szabályozása.

Emlékeztetőül idézzük fel a *kibernetikai rendszerek fajtáit*, melyeket az *alapvető irányítási módok* alapján különítettek el (lásd Tóth I., Z. 1973):

- a vezérelt rendszerek,
- az önvezérelt rendszerek,
- a szabályozott rendszerek,
- az önszabályozott rendszerek és
- a kibernetizmusok.

Azt is tudjuk, hogy „a legmagasabb rendű irányítási módhoz tartozó rendszerek a *kibernetizmusok, amik kizárólag az élők jellemzője.*”

A fenti, mindkét adósság tárgyát képező rendszert, természetesen *kibernetikai rendszernek* tekintjük.

32. 41. 51 Az erdő mint totális – kibernetikai - rendszer, kibernetikai elvek szerinti vizsgálata

A *kibernetikai elvek* mindegyikének segítségével kellene jellemeznünk az erdőt mint *kibernetikai rendszert*. Mi csak néhány, *egyszerűbbnek látszó* és számunkra *fontosabb elvet* veszünk szemügyre, azok hogyan érvényesülnek az erdő esetén.

A kibernetikai rendszerek vizsgálatának elvei *kétféleké* lehetnek:

1. az *általános kibernetikai elvek* és
2. a *kibernetikai dualitási elvek*.

Meg kell jegyeznünk, hogy a kétféle vizsgálati mód szempontjai átfedéseket is tartalmaznak.

Mindkét vizsgálati mód elveinek sorrendje – szerintünk – nem a fontossági sorrendet tükrözi.

A kibernetikai elvekre vonatkozó néhány választ természetesen *Morozovtól az erdőelmélet megalkotójától* idézzük.

32. 41. 51. 1 Az erdő vizsgálata általános kibernetikai elvek alapján

Az *általános kibernetikai elvek* a következők (Tóth I. Z. 1973):

- Az ingerválasztás és afferentáció elve
- Az információ megkötés elve
- A visszacsatolás elve
- A szabályozókör elve
- Az algoritmikus működés (műveletvégzés) elve
- a nem-algoritmikus működés elve
- Az ultrastabilitás elve
- A multistabilitás elve

32. 41. 51. 11 Az ingerválasztás és afferentáció elve

„Az ingerválasztás és afferentáció elve szerint a kibernetikai rendszereknek **szelektív módon** érzékelnie kell a fennmaradása szempontjából fontos **környezeti változásokat**, azaz **információt** kell kapnia a környezetéről...

Ezzel kapcsolatban rámutathatunk arra az összefüggésre, amely az élők világában fennáll a **fajfejlődés természetes kiválasztódási elve** és az **egyedek ingerválasztási elve** között. A **környezet** kiválasztja az egyedek közül a neki megfelelőket, s azokat találja **»neki megfelelőnek«**, amelyeknek ingerválasztása leginkább megfelel a környezetnek (azzal adekvát). (Kiemelés tőlem.)

32. 41. 51. 12 Az információ megkötés elve

„Az információ megkötés elve szerint a kibernetikai rendszerek képesek a felvett információkat **struktúrájuk és funkcióik fejlesztésére** felhasználni. Így is értelmezhetjük **ASHBY**-nek azt a kijelentését, hogy a **kibernetikai rendszerek az energia számára nyitottak**, az **információ számára zártak**. **ANOHN** például az imént idézett cikkében erre vonatkozó kutatási problémát ismertet a biológia köréből:

»A tudósok tisztázni akarják, hogy a csírasejteket érő miféle hatások járulhatnak hozzá a **sejtmag** és a **protoplaszma fehérjemolekula-láncaiban** összesűrített **információ-mennyiség megnövekedéséhez**, s hogyan jut érvényre mindez az **információ** a szervezet **ontogenetikus** fejlődési szakaszában.« (Kiemelés tőlem.)

32. 41. 51. 13 A visszacsatolás elve

„A visszacsatolás elve szerint minden önmagát irányító rendszerben az **információk** szakadatlan **kétirányú** áramlása kell, hogy megvalósuljon. Az egyik irányban aktivizáló hatás terjed a rendszer egyik elemétől a másikig, illetve megvalósul a rendszer hatása a környezetére (előreccatolás), a másik fordított irányban információk haladnak az előbb említett hatások eredményeiről, az aktivizált elemek működésének eredményéről, illetve a környezet változásairól, reagálásairól. Ez utóbbi információszolgáltatást visszacsatolásnak nevezzük. **ANOHN** a visszacsatolást (reafferentációt) az élő szervezetek szempontjából a következő szavakkal méltatja:

»a reafferentáció már a legkezdetlegesebb formáiban is az élő szervezetek létfenntartásának elengedhetetlen feltétele volt. Az élőlények egész további evolúciója egészen az ember megjelenéséig alá volt rendelve az akció eredményére vonatkozó reafferentáció egyetemes törvényének.«

32. 41. 51. 14 A szabályozókör (körök) elve

„A **szabályozókör (körök) elve** feltételezi a visszacsatolás elvét, minthogy a szabályozás nélkülözhetetlen része az akciók eredményének mérése. **Szabályozókör** **azáltal alakul ki**, hogy a mért eredmény – egy a kívánt vagy szükséges eredménnyel történő **összehasonlítás** után – az **újabb akció** indításának az alapja lesz. Ez a megállapítás mindenekelőtt egy adott érték, norma mint eredmény tartására szolgáló, **ún. negatív visszacsatolás** esetében érvényes. A negatív visszacsatolás ugyanis az újabb akciót úgy indítja, hogy az eredmény az előzőleg észlelt eltérés irányával ellentételesen változzon, s ezáltal az eltérés csökkenjen. Más viszont a **pozitív visszacsatolás** hatásmechanizmusa. Itt a visszacsatolás az újabb akciót úgy indítja, hogy az eltérés az alapértéktől – amit természetesen nem mindig nevezhetünk kívánt vagy szükséges értéknek - az előzőleg észlelt irányban tovább növekedjen.

A negatív visszacsatolás a rendszer adott működésmódjának és paramétereinek a fenntartására hivatott olyan környezeti hatásokkal szemben, amelyek ezeket zavarják, szükséges értéküktől eltérítik. Ilyen elven működik például az ember hőszabályozási mechanizmusa, valamint számos műszaki szabályozó rendszer. A negatív visszacsatolás a rendszer alkalmazkodását szolgálja – egy bizonyos határok között – változó környezetben.

A pozitív visszacsatolás funkciója nem a stabilizálás, hanem egy adott irányú változás fenntartása. ...Így pozitív visszacsatolás segíti elő a növekedést és fejlődést, illetve az elgyengülést, a sorvadást.”

Válaszunk

A válaszokat:

- az ingerválasztás és afferentáció elvére,
- az információ megkötés elvére,
- a visszacsatolás elvére és
- a szabályozókör elvére

tulajdonképpen már megadtuk. Például az „evolúció elemi ciklusában a szabályozó mechanizmus sémája című (32. 12. 22. 31. 2) fejezetben.

A szabályozókör elvéhez és a kölcsönhatáshoz – kiegészítésképpen - még hozzá idézhetjük a következőket.

Az erdőben megnyilvánuló számtalan *kölcsönhatást* kifejező *szabályozó köröket*, – **Morozov** szavaival a *bioszociális köröket* – a következőképpen kell értenünk (Morozov, 1952):

„...az **erdőben** nem csupán **egyik fának a másikra kifejtett kölcsönös hatása**, hanem a különböző **szociális körök** kölcsönös **keresztzése** és kölcsönös **befolyása** is érvényesül.

És miként a **fák** kölcsönös hatásban a **küzdelem** elemei elszakíthatatlanok a **védekezés** tényezőitől, azonképpen befolyásolja az **egyik szociális kör** a **másikat**, és ezzel kapcsolatosan ugyanazoknak a jelenségeknek: **küzdelemnek** és a **védelemnek** a társulását is észlelhetjük. ...

„Az **erdei együttélés** annál **tökéletesebb**, minél nagyobb mértékben használja ki a teljes **környezetet**, vagyis az **éghajlatot** és a **talajt**. Ebből a szempontból természetesen az **elegyes, összetett** és **vegyes korú** állományok sokkal tökéletesebbek, mint az **elegyetlen, egyszintű** és **egykorú állományok**, azonban magától értetődik, hogy a kihasználásnak ez a mértéke az **éghajlat** és a **talaj minőségének** függvénye. Minél kedvezőbb ez a két tényező, annál több növény léphet fel vetélytársként és használhatja ki a környezetet. De minél több az **életközösségek** alakítására alkalmas igénylők száma, annál bonyolultabb lesz kölcsönös viszonyuk, annál élesebbé alakul ki a közöttük folyó **küzdelem**, és annál feltűnőbbben mutatkoznak meg az életközösség egyéb oldalai is: az **együtműködés**, a kölcsönös védelem és kölcsönös alkalmazkodás egymáshoz. Minél több az **érintkezési pont** a társulás tagjai között, minél változatosabb kölcsönös viszonyuk, annál inkább biztosított az ilyen **erdő felújulása** és annál könnyebben **gyógyítja** be azokat a sebeket, amelyeket az ember vagy más természeti csapás – pl. a tűz vagy a rovarok támadása – ejtett rajta. Minél több egymásra ható **bioszociális kör** alakul ki a társuláson belül, annál ellenállóbb lesz az erdei életközösség.”

„Az **összetett állományokban** a különböző erdei társulások **küzdelmének** és általában **kölcsönös viszonyának** újabb problémája tárul elénk. Az **elegyetlen** állományokban csak azonos fajok egyedeinek a kölcsönös befolyásával volt dolgunk, az **elegyes** állományokban pedig részint az ezek közötti, részint a különböző fajok közötti küzdelemmel. Az **összetett állományokban** a helyzet még bonyolultabbá válik, mert megmaradnak a **kölcsönös viszony** elemei, ezekhez még az egész állomány és egy vagy két másik állomány közötti kölcsönös összefüggések is kapcsolódnak. Ha ezen felül minden **szint** egyszersmind elegyes állomány is, akkor a különböző egymásra-hatások és **kölcsönös viszonyok rendkívül bonyolult rendszere** van előttünk, amely hol előnyös, hol hátrányos, mert tényezői sem a küzdelemben, sem a közös munkában, sem egymás segítésében **egymástól el nem választhatók**. Az életnek ez a sokoldalúsága, ha az egyes egyedeknek nem is, de a közösségnek feltétlenül nagyobb **élettani állékonyságot** biztosít.”(Kiemelés tőlem.)

Kölcsönhatás még részletes magyarázata szerint (Morozov, 1952):

„Az **erdő** természetében a leginkább lényeges – és éppen ezért a legértékesebb – elem a **kölcsönhatás**, de ennek a minősége és összetettsége **eltérő**, mégpedig attól függően, hogy az **állomány** elegyetlen vagy elegyes, alakja egyszerű vagy összetett, állása sűrű vagy ritka, záródása teljes vagy hiányos stb. Miként az élettanban mindenütt, ebben az ágazatában is, bizonyos alakok határozott módon működnek.”

„... meggyőződhetünk arról, hogy a **felső** szintek hatást fejtenek ki az **alsókra**, az **uralkodó**

fák az elnyomottakra, a lombsátor pedig az aljára. Ha azonban megfigyeljük az erdőt, azt is észlelhetjük, hogy az **alsó** szintek is hatnak a **felsőkre**, az **elnyomott** fák az **uralkodókra**, az **aljfa** pedig az **anyaállományra**.” (Kiemelés tőlem.)

A létért folyó küzdelemhez, a pozitív visszacsatoláshoz, *Az állomány növekedése és a fák között a létfenntartásért folyó küzdelem jelenségei* című fejezetben olvashatjuk a következőket (Morozov, 1952):

„... nézzük meg az erdő egy másik sajátosságára vonatkozó néhány részletet, amelyek az erdő élettani képét **más oldalról** világítják meg: a **létfenntartási küzdelmet**, az élet törvényét az erdőben...

Úgy vélem, erre a kérdésre **J.A. MEDVEGYEV**, az ismert erdészeti szakember kiváló feleletet ad. Ha a **fa** egyik szerve, vagy az egész fa a fagy, villám, szél vagy a **környezet** más, kedvezőtlen befolyása miatt elpusztul, ezek a jelenségek a **növény** és a **külső természet közti harc következményei**. De akkor, amikor a fa egyes részeinek, vagy az egész fának a pusztulása a **szomszédos**, hatalmasabban kifejtett szervezetek előidézte **beárnyékolás** (vagyis fényhiány), vagy pedig az erősebb szomszédok elvonta **nedvesség** hiánya miatt következik be, ez a **fák egymással folytatott létfenntartási harcának** a megnyilvánulása. Bizonyos területegységen az ismert nagyságú növények meghatározott száma helyezkedik el. A korról **növekszik a fák mérete** és azok **igényességei** is. Az eleinte egyedül álló élő szervezetek fokozatosan növekednek és egymással mind a **koronákban**, mind a **gyökérrendszerekben** érintkezésbe jutnak. Ettől a pillanattól kezdve a következő jelenségeket figyelhetjük meg. A fák méretei és igényei növekszenek, **de a terület változatlan** marad. Szélességben csak egy ismert határig terjeszkedhetnek, és ezért a terület megszerzéséért fent és lent kell növekedniök; lent szűkebb, fent tágabb a határ. Ilyen helyzetben nagy jelentőségű a törzsek növekedésének, valamint valószínűleg a gyökérrendszer gyarapodásának a **gyorsasága**. Amint az **állomány záródik**, vagyis abban a pillanatban, amikor **társas egészset alkot**, egyértelmű lesz, mert az egyes fajok és példányok eltérő sajátos növekedési erélye társadalmi viszonylatban még nem nyilvánulhatott meg.

Ha a **fák** egyedülálló növények volnának, az **egyéni növekedési erőnek**, amely az **anyaszervezettől kapott örökség** és minden egyed esetében eltérő, semmiféle észrevehető következménye nem volna. De a **társulásban** - amikor a növekedési erő küzdelme a területért csak fenn és lenn folyhat és csak a **szomszéd legyőzése** után, oldalt is – egyéni eltérései alapvető jelentőségűek. Ez az eltérés az eredetileg egynemű közösség első és legfontosabb mozzanatának, a **széttagolásnak**, valamint a **fák egymás ellen folytatott létfenntartási küzdelmének** hatalmas tényezője.” (Kiemelés tőlem)

A fentiekben az *ingerválasztás* és *afferentáció* elvére, az *információ megkötés* elvére is megkaptuk a választ, mert ha a fáknek nem volnának ezek a képességei, akkor mindezekről nem beszélhetnénk.

Nézzük meg még a visszacsatolás elvének a *pozitív visszacsatolás* jelentését, **Morozov** szavaival ez az *„ok okozat körforgását”* jelenti (Morozov, 1952):

„Azok a **fák**, amelyeknek nagyobb az egyéni növekedési erélyük, szomszédaitak túlnövik, és ennek következtében a meleg és a fény kihasználására önmaguknak jobb feltételeket teremtenek, de ugyanakkor túlszárnyalt, elnyomott és beárnyékolt szomszédaitak kedvezőtlen helyzetbe hozzák. A megmaradt egyedeknek meg kell elégedniük kisebb fény mennyiséggel, ez magától értetődően a gyökérrendszer tápláló szerveinek tengődésében is kifejezésre jut; mivel pedig egyre gyengébben fejlődnek, természetesen nem segíthetik elő a korona megfelelő kialakulását sem. Ilyenformán az **ok és okozat körforgása** miatt egyre rosszabbá válik a lemaradó fácska táplálkozása, és az legyöngül. Ez a küzdelem – amint az erdészetben már régen megfigyelték és bebizonyították – a győzők felett sem múlik el nyomtalanul. Azok szabadon, a többiek versenye nélkül, kétségkívül jobban fejlődtek volna; ezt az erdőgazdaságban a gyérítési kísérletek be is bizonyították., amikor csupán az elnyomott csoportokat távolították el, vagyis azokat, amelyeket a létért folytatott küzdelemben társaik legyőztek. Az uralkodó csoportok növekedése így többé-kevésbé erősödik. A küzdelem menete során az **uralkodók** helyzete tovább javul, viszont az **elmaradottaké** rosszabbodik, egyre kevésbé tudnak fejlődni, az elnyomottak hátsó soraiba kerülnek, vagyis olyan közös környezetbe, amelyben tengődésüknek a hely éghajlati sajátossága és a fafaj árnytűrése szab határt.” (Kiemelés tőlem.)

32. 41. 51. 15 Az algoritmikus működés (műveletvégzés) elve

„Az algoritmikus működés (műveletvégzés) elve. L. N. LANDA az algoritmikus folyamatot a következőképpen írja le:

»Az **algoritmikus folyamat** minden egyes lépésben az átalakulást szenvedő objektum bizonyos **véges számú** q_1, q_2, \dots, q_n **állapotok** valamelyikében lehet. Az objektum átalakulásának jellegét minden lépésben a rá gyakorolt hatás jellege és az objektum pillanatnyi állapota határozza meg. Az algoritmus adottnak tekinthető, ha minden egyes lépésre vonatkozólag egyértelműen meg van határozva, hogy az objektum előforduló állapotaiban milyen műveletet kell végezni ahhoz, hogy végül a **kívánt végállapotba** jussunk. Eközben az objektum valamennyi lehetséges állapotát ismertnek tételezzük fel, s az algoritmusnak mindegyik esetre egyértelműen meg kell szabnia a végrehajtandó műveleteket.«

Mint hogy itt **véges számú állapotról** van szó, a természeti, társadalmi vagy műszaki folyamatokban ezeket csakis absztrakcióval tudjuk azonosítani. A döntő az, hogy minden egyes meghatározott állapotra a rendszer **determinisztikus módon** reagál, miközben általában nyitott kérdés az, hogy az átmenet az egyik állapotból a másikba determinisztikus-e vagy sem. Ha e megjegyzéseket figyelembe vesszük, nyilvánvaló, hogy az **állatvilágban** (méhek, madarak, hangyák stb.), a **gépek** világában és az **embernél** számtalan algoritmikus folyamatot találhatunk...

... az **algoritmus szó** arab eredetű (AL-KVARIZMI, IX. században élt arab matematikus nevének latin átírása)...

A modern értelemben vett **algoritmuselmélet** A. I. MALCEV szerint a század harmincas éveiben keletkezett, mint a matematikai logika része (ága), s együtt fejlődött a **rekurzív** (kiszámítható) **függvények elméletével**, a **programozáselmélettel**, az **automaták elméletével**.” (Kiemelés tőlem.)

32. 41. 51. 16 A nem-algoritmikus működés elve

„A **nem-algoritmikus működés elve**. A tisztán algoritmikus működésű rendszerek **gépszerűek**, s megismerésük a működési algoritmusuk feltárására redukálódik. A **kibernetizmusokat** az jellemzi, hogy meghatározott állapotokra nem determinisztikusan, hanem **sztochasztikusan** vagy éppen **véletlenszerűen** reagálnak...

A nem-algoritmikus működés a **funkciók labilitását** jelenti, ami egyaránt lehet káros vagy hasznos a rendszer számára...

Ha a funkció labilis, ezzel maga a **struktúra is labilissá**, változékonnyá válik. Ez nagy **hiba** lehet a viszonylag **állandónak** tekinthető **környezetben**, de bizonyos **előnyei** vannak, ha a **környezet változó**, és a rendszer **alkalmazkodása** a struktúra változását is megkívánja.

A nem-algoritmikus működéssel függ össze az **elébecsatolás** fogalma. Elébecsatolásról akkor van szó, ha a rendszer nem kizárólag az érzékelt állapotra reagál, hanem a reagálásánál az **érezkelt állapot jövőbeli** kifejlődési lehetőségeit is figyelembe veszi (például tapasztalatai alapján). Az **elébecsatolás** a **rendszer** és **környezete** kapcsolatának **magasrendű formája** (ilyen például a **madarak vándorlása**).” (Kiemelés részben tőlem.)

Válaszunk

Az:

- algoritmikus működés (műveletvégzés) elvéhez és
- a nem-algoritmikus működés elvéhez
a következőket fűzhetjük.

Az *algoritmikus működés (műveletvégzés) elve* azt jelenti az idézet szerint, hogy »Az *algoritmikus folyamat* minden egyes lépésben az átalakulást szenvedő *objektum* bizonyos *véges számú* q_1, q_2, \dots, q_n *állapotok* valamelyikében lehet.«

Nem másról, mint az erdő *faállományának* a „működéséről” van szó. Vagyis, a *vágásoserdőben*, a levágot *faállomány* helyén *fiatalos* lesz, amely elkezd növekedni, később

középkorú és végül *öreg* állomány lesz belőle. Ez az állapotsorozat - ez a folyamat - véges számú állapotokat jelent, az állapotok száma attól függ, hogy hányszor, milyen időpontokban vizsgáljuk, rögzítjük az állományszerkezet jellemzőit.

Ezt a témát, a későbbiek folyamán, az erdész mérnöki szabályozástanban részletesen fogjuk tárgyalni. (L. a faállomány modelljét.)

A *nem algoritmikus működés elvéhez*, pontosabban az *elébecsatoláshoz* kapcsolódunk, miszerint: ... ha a rendszer nem kizárólag az érzékelt állapotra reagál, hanem a reagálásánál az *érezkelt állapot jövőbeli* kifejlődési lehetőségeit is figyelembe veszi (például tapasztalatai alapján).

Példánk lehet a mostani *klímaváltozás*. Egészen biztos, hogy a *természetes felújításkor*, lesz olyan *magonc*, akár több is, melynek *genetikai információja melegtűrőbbé, szárazságtűrőbbé* teszi a többinél.

32. 41. 51. 17 Az ultrastabilitás elve

„Az ultrastabilitás elvét a **stabilitás** fogalmából kiindulva érthetjük meg. Egy dinamikus rendszert akkor nevezünk stabilnak, ha az, miután **zavaró** hatások **egyensúlyi állapotából** kimozdították, képes e hatások valamilyen módon történő **kiküszöbölésével** vagy kompenzálásával visszatérni egyensúlyi állapotába. Az **egyensúlyi állapotot** ez esetben úgy értelmezhetjük, hogy ebben a rendszer funkciói zavartalanul, **akadálytalanul működhetnek** (a rendszernek tehát nem kell feltétlenül nyugalomban lennie). A stabil dinamikus rendszerekre ezért gyakran mondják, hogy finalitásuk van, azaz **célratörő** rendszerek; az ilyen értelmű **célszerűség** azonban nyilvánvalóan nem meríti ki a célszerűség fogalmát még a kibernetikai rendszerek körében sem. A stabilitás mindig valamilyen **stabilitási tartományon** belül érvényesül. Az emberi szervezet például a mai földi életkörülmények között stabilnak mondható. Ha azonban csak egy-két tényezőt – mondjuk a levegő összetételét vagy a hőmérsékletet – szokásoshoz képest nem is túl nagymértékben megváltoztatunk, ez a rendszer nem lesz képes fennmaradni. A stabilitás határok így egyben a rendszer **alkalmazkodási határai** is.

A fentiek alapján az **ultrastabilitás** a rendszer sajátos alkalmazási módjának tekinthetjük, amikor is a rendszer a stabil állapot felé való törekvéshez a **viselkedési módok** egy repertoárjával rendelkezik, s abból választ. Ez a **választás** lehet feltételes vagy feltétlen, **próbálgató** (trial and error) vagy **optimalizáló** stb. **ASHBY** az ultrastabil rendszer egy modelljeként szerkesztette meg **homeosztát** nevű berendezését, amelyen az ultrastabilitás számos vonása tanulmányozható...

Egy rendszer **ultrastabilitása** azonos értelmű azzal, hogy **többféle strukturális mozgásra** képes. Ebből viszont az következik, hogy **elemeinek** is többféle strukturális mozgásba való részvételre kell képesnek lenniök. Azokat az elemeket, amelyek megfelelő rendszer több különböző strukturális mozgásában képesek részt venni, **multifunkcionális elemeknek** nevezzük. Vagyis az elemek multifunkcionalitása az ultrastabilitás egyik feltétele, kritériuma.

32. 41. 51. 18 A multistabilitás elve

„A **multistabilitás elve** a bonyolultabb kibernetikai rendszerekben valósulhat meg. Szükséges ugyanis, hogy a rendszer **több részrendszerből** épüljön fel, amelyek egymáshoz kapcsolódása feltételtől függő, amelyek **egyenként ultrastabil rendszerek**. A multistabilitás a rendszer **adaptációs képességét** számottevően növeli, s utat nyit olyan bonyolult viselkedési formákhoz, mint az **önszervezés**, a **tanulás** és a **működés optimalizálás**.” (Kiemelés tőlem.)

Válaszunk

Ugyanazokat mondhatjuk, mint az előzőkben, hogy a fenti elvekre a válaszok benne „foglaltatnak” **Morozovnak** *Az erdő élettana* című munkájában.

32. 41. 51. 2 Az erdő vizsgálata kibernetikai dualitási elvek alapján

Összesen tizennégy dualitási elv szerint vizsgálhatnánk az erdőt, de csak néhány egyszerűbb elvet érintünk.

Most itt csak néhány elvet emeljük ki:

- a morfológiai szintből:
 - a részek hierarchikus elrendezésének elvét;
- a strukturális-funkcionális szintből:
 - a visszacsatolás elvét,
- a strukturális-viselkedési szintből:
 - a negatív visszacsatolás elvét (a környezethez való alkalmazkodás folyamatában),
- A fejlődési szintből
 - az információmegkötés elvét.

Láthatjuk, hogy ezeknek, az elveknek a többsége, már szerepelt az *általános kibernetikai elveknél* is.

32. 41. 51. 21 Morfológiai szint

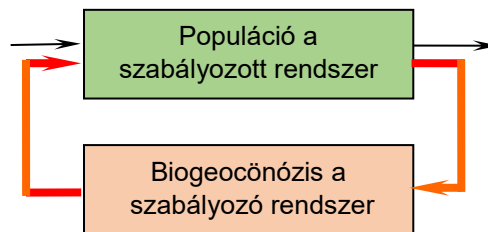
32. 41. 51. 21. 1 Az első morfológiai elv

„1. Morfológiai szint:

- Az **első morfológiai elv** az **anyagi rendszer** és az **információrendszer** dualitását mondja ki... az anyagi rendszerekben, többek között a **kibernetikai rendszerekben** lezajló folyamatokat **információs folyamatokként** ábrázolhatjuk.

Válasz

Először **Smalgauzennek**, az „evolúció elemi ciklusában a szabályozási mechanizmus sémáját” egyszerűsítjük:



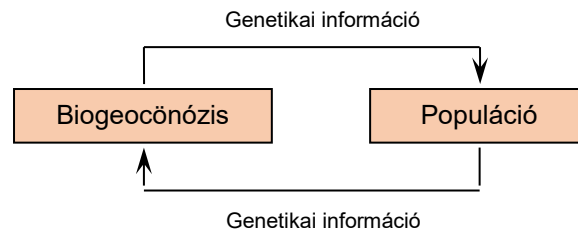
ábra. Az erdő ember nélküli szabályozóköre és a visszacsatolása

Tovább egyszerűsítsük a fenti „evolúciós” szabályozókörmünket, hogy most a *populáció genetikai információja áramoljon „körbe-körbe”, a populációtól a biogeocönózisig és vissza!*

A kiválogatódás szabályozókörében, **Morozov** szavaival, az információ áramlása az „ok-okozat” körforgását jelenti (Szélesy, 1979):

„Az **erdő önirányításának** – kibernetizmusának – a lényege úgy érthető meg, ha az **információáramlást** – az öröklődési anyagban lévő **genetikai információ** körforgását – az

erdő egységes egészének az egyik fontos és viszonylag **önálló oldalaként** kezeljük és az **evolúció szabályozási mechanizmusába** helyezzük.”



. ábra. Az „elemi evolúció” egyszerűsített szabályozókörében a genetikai információ áramlása

Így ábrázolhatjuk az erdő *kibernetikai rendszerében* lezajló folyamatokat – az első morfológiai elv szerint – *információs folyamatokként*.

A populáció természetesen egyaránt vonatkozik a *fák populációira* is és a *vad populációira* is.

32. 41. 51. 22 Strukturális-funkcionális szint

32. 41. 51. 22. 1 Az első strukturális-funkcionális elv

2. Strukturális-funkcionális szint:

„Az **első strukturális-funkcionális dualitási elv**... határozatlansági elvként ismeretes...

Minden működő rendszer a **struktúra** és a **funkció** (a mikrostruktúra és a rendszerfunkció) valamilyen egységét képviseli...

A **rendszerfunkció** mindig a környezetbe nyúlik, a **rendszer** és a **környezet** viszonyát fejezi ki. A rendszer megfelelése a környezetének nemcsak a környezet számára hasznos (például biztosítja annak egyensúlyát, amint ezt a természet **biológiai egyensúlyviszonyainak** kialakulásánál látjuk), hanem sok esetben a rendszer **fennmaradásának** is feltétele. Így tekintve a rendszerfunkciót, az a **környezet függvénye** lesz, és a rendszer **külső célszerűségét** testesíti meg. Ha a rendszeren belüli elemi és részfolyamatok nem alkalmazkodnak a rendszer változó külső célszerűségéhez, ez is ellentmondások forrása lesz.” (Kiemelés tőlem.)

Válaszunk

Morozov így látta az **első strukturális-funkcionális dualitási elv** megnyilvánulását (Morozov, 1952):

„... az **erdőnek mint összetett szervezetnek**, mint **szociális egésznek**, minden megnyilvánulása

- tehát a létért folytatott harc erőssége,
- a lombsátor alatti helyzet megváltozásának mértéke,
- a fajok közötti viszony,
- az élő és holt talajtakaró jellege,
- az erdő növekedése,
- a fák magtermése és felújulása,
- hosszú élete és ellenálló képességének foka azokkal a különböző veszélyekkel szemben, amelyekkel az állatok, főképpen a rovarok, a növényi élősdiek,
- a fűtakaró...

a **környezet vastörvényének a hatalma alatt áll.**” (Kiemelés és átszerkesztés tőlem.)

32. 41. 51. 22. 2 A második strukturális-funkcionális elv

A strukturális-funkcionális elv, a *szükséges változatosság elve*, fontos jelentőségű az erdőmérnöki szabályozásban. Kétféle megfogalmazásban is olvashatunk erről (Tóth I. Z. 1973):

2. Strukturális-funkcionális szint:

„A második strukturális-funkcionális dualitási elv a **szükséges változatosság elve**... az **önirányító rendszerek** vonatkozásában azt mondja ki, hogy az **irányított részrendszer** irányítás alá vont tulajdonságának (vagy tulajdonságainak) a **változatossága**, figyelembe véve a **környezeti hatásokat** is, meghatározza az **irányító részrendszer szükséges változatosságát**.” (Kiemelés tőlem.)

A fenti megfogalmazottakat kifejtve:

„A **szükséges változatosság elve** tehát a következőkre irányítja a figyelmet:

- az **irányító rendszer** változatossága ne legyen **kisebb** a szükségesnél;
- Az **irányító rendszer** változatossága ne legyen **nagyobb** a szükségesnél;
- a **zavaró hatásokhoz** egyértelműen (és helyesen) rendeljük hozzá az utasításokat.” (Kiemelés tőlem.)

Válaszunk

Az *erdőrendezés gyakorlatából* vegyük a példát. Ha egy erdőrészlet *faállományát* – irányított részrendszert – a *körlapösszeg* – az irányító részrendszer – szerint akarjuk *szabályozni*, akkor nem fogjuk felmérni a faállományt törzsenként, mert elegendő annak körlapösszegét ismernünk...

(Az ún. tudományos felmérések sokszor esnek ebbe a hibába, mert a továbbiakban nem használják semmire.)

32. 41. 51. 22. 3 A harmadik strukturális-funkcionális elv

2. Strukturális-funkcionális szint:

A **harmadik strukturális-funkcionális dualitási elv** a **részek** és az **egész** kölcsönhatásának az elve...

A részekből kiindulva az elv azt állapítja meg, hogy a **részek tulajdonságain alapulnak** az **egész tulajdonságai**, bár az utóbbiak az előbbiekre közvetlenül nem vezethetők vissza: a **minőségileg új tulajdonságok forrása** a részek sajátos kapcsolódási módja. Az **egészből** kiindulva viszont az elv azt állapítja meg, hogy az egész állapota **visszahat** a részekre, segíti vagy korlátozza azok működését, tulajdonságaik érvényesülését.

Válaszunk

A *rész és egész kérdését* részletesen kifejtettük már az előző fejezetekben:

- az erdő dialektikus fogalmánál és
- az erdő mint totális rendszer részben.

32. 41. 51. 23 A rendszerfejlődési szint

32. 41. 51. 23. 1 A rendszerfejlődés első dualitási elve

a differenciáció és az integráció elválaszthatatlan összefüggését monja ki... a rendszerfejlődés a rendszer integrált differenciációja.

32. 41. 51. 23. 2 A második rendszerfejlődési dualitási elv

a strukturális és a funkcionális változékonyság elve...

32. 41. 51. 23. 3 A harmadik rendszerfejlődési dualitási elv

a hosszúidejű és a rövididejű emlékezet dualitásának elve...

32. 41. 51. 23. 4 A negyedik rendszerfejlődési dualitási elv

az irányítás dualitásának elve...

Válaszunk

A rendszerfejlődési szintekből a második rendszerfejlődési dualitási elvet – a *strukturális és a funkcionális változékonyság* elvét - a még nem közölt könyvrészletben érintettük:

31. Az erdőmérnöki tárgyak jellemzése

[...]

31. 21 A tárgyak szerkezete és működése

32. 41. 52 Az erdő, mint ökoszisztéma, kibernetikai rendszer

Az erdőt, mint az *ökoszisztémát* – objektumként – az előzőkben már megtárgyaltuk. Itt az ökoszisztémát a szabályozás szempontjából vizsgáljuk, mert eddig erről nem sokat hallottunk.

A *Környezetvédelem biológiai alapjai* című könyv *Környezetvédelmi feladatok a növényvédelem területén* című fejezetében idézik **Balogh János** ökológus professzort, aki az *ökoszisztémákat, a szabályozás szempontjából*, a következőképpen osztotta fel (Balogh in Kovács, 1977):

„BALOGH (1974) három fő ökoszisztéma- (életközösség-) típust különböztet meg:

1. önszabályozó ökoszisztéma,
2. külső szabályozású ökoszisztéma
3. ökoszisztéma-maradványok, kultúrsivatagok.)”

(Kiemelés és számozás tőlem.)

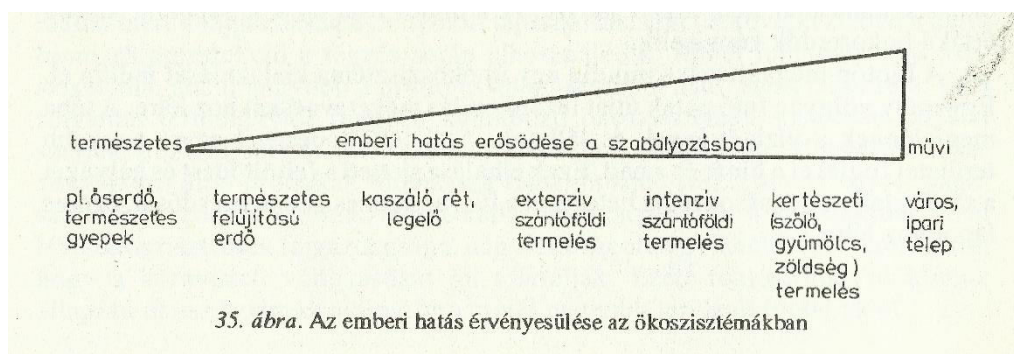
19 évvel később megjelent **Sántha Attila**, - erdélyi magyar, költő, újságíró – *Környezetgazdálkodás* című könyve, és az *Ökoszisztémák csoportosítása* fejezetében írja (Sántha, 1993):

„A **FÖLDÖN** kialakult rendkívül nagyszámú ökoszisztémát különböző szempontok szerint csoportosítjuk. Számunkra legkézenfekvőbb az **ökoszisztémák szabályozása** szempontjából történő csoportosítás.

E szerint beszélhetünk:

- természetes,
- ember által befolyásolt (félkultúr) és
- művi (kultúr) ökoszisztémákról.

A csoportosítás lényege, amit azt a **35. ábra** is szemlélteti, hogy az **emberi hatás** által nem érintett (természetes) és kizárólag csak emberi szabályozás által fenntartott (művi) ökoszisztémák mint két véglet között az emberi hatás által különbözőképpen érintett ökoszisztémák helyezkednek el.



35. ábra. Az emberi hatás érvényesülése az ökoszisztémákban

.ábra. Az emberi hatás érvényesülése az ökoszisztémákban,
Sántha könyvéből

Természetes ökoszisztémák. Önszabályozó képességgel rendelkeznek, amelyet az ember hatása még nem bontott meg. Területük csökkenő, de ide sorolható még a **FÖLDFELSZÍN** jelentős része. Mindenekelőtt az **őserdők**, sivatagok, óceánok nagy része stb. Területük csökkenését egyrészt a fokozódó termelőtevékenység (pl. őserdők irtása, tengeri halászat, sivatagokban az olaj és az ásványi kincsek kitermelése, infrastrukturális létesítmények fejlesztése) másrészt a fokozódó környezetszennyezés hatására bekövetkező változások okozzák.

Ember által befolyásolt ökoszisztémák. Ide soroljuk mindazokat a **szárazföldi** területeket (főleg a **mezőgazdasági** és **erdőgazdasági** területeket), **felszíni vizeket**, amelyekben az **ember szabályozó hatása** érvényesül. Lényeges azonban ennek mértéke. Így a természetes ökoszisztémákhoz hasonló, nagyfokú önszabályozó képességgel rendelkező **erdőktől**, amelyek az emberi hatás megszűnése után a fajgazdagság növekedésével és a különböző életkorú egyedek megjelenésével teljes önszabályozó képességgel rendelkező ökoszisztémákká **alakulnának vissza**, a másik véglet a csak fokozott **agrotechnikai beavatkozásokkal** és **kemizálással** fenntartható, erőteljesen az emberi befolyás alatt álló, nagyon korlátozott önszabályozó képességgel rendelkező, és így az emberi hatás megszűnésével összeomló intenzív **kertészeti ökoszisztémák** között az emberi befolyás erősségétől függően nagyon sok ökoszisztéma-típus helyezkedik el.

A területek többségét alkotó **mező-**, illetve **erdőgazdasági ökoszisztémák** fő jellemzője, hogy az ember a nettó produkció növelése érdekében korlátozza az ökoszisztémát alkotó fajok számát, ezzel elszakítja a táplálkozási láncok többségét, csökkenti a fajok között fennálló bonyolult kölcsönhatás-rendszert. A **táplálkozási piramis** tetején az **ember** elfoglalja a **csúcsragadozók** helyét, általában azokat teljesen ki is irtja, vagy létszámukat elhanyagolható méretűre csökkenti. A számára hasznos fajt vagy fajokat igyekszik elszaporítani, míg a többi **konkurens** fajt lehető legnagyobb mértékben korlátozni. Azokat növényi (gyomok), illetve állati kártevőknek tekinti.

Az így létrehozott **monokultúrák**, amelyekre jellemző, hogy hatalmas területeket pl. csak a **napraforgó** vagy búza, kukorica, illetve **lucfenyő** stb. foglalnak el, teljesen természetidegenek. Rendkívül erős a természet törekvése az eredeti állapot visszaállítására. Ezt az ember folyamatos beavatkozásokkal (pl. rovar- és gyomirtás stb.) akadályozza meg. A **mezőgazdasági ökoszisztémák** sérülékenységét tovább növeli, hogy a monokultúrákat egyidős növényállományok alkotják, amely még inkább szükségessé teszik az emberi beavatkozást.

Művi (mesterséges vagy urbán) ökoszisztémák. Az ember által létrehozott és fenntartott ökoszisztémák, amelyek önszabályozó képességüket teljesen elveszítették. Fennmaradásuk kizárólag az emberi tevékenység függvénye, abban a természeti tényezők szerepe elenyésző. Ide tartoznak a **városok**, ipatelepek, közlekedési létesítmények stb. Területük ugyan nem éri el a **FÖLD** területének 1 %-át, de hátrányos hatásuk annak sokszorosára kiterjed.

Az ember által befolyásolt és művi ökoszisztémák növekedése a **természetes ökoszisztémák rovására** történhet. Az **emberi befolyás növekedése** az ökoszisztémák sérülésével, a művi ökoszisztémák területének bővülése a **bioszféra károsodásával** jár. A természeti rendszerek **pusztulása** az emberi társadalmi és gazdasági tevékenységének a következménye, amely a számára nyújtott előnyök mellett a fennmaradását is veszélyezteti. Ezért rendkívül fontos, hogy a bonyolult természeti rendszerek alaposabb megismerésével olyan fejlődési pályákat válasszunk, amelyek a természeti törvényekkel jobban összehangolhatók." (Kiemelés tőlem.)

(Megjegyzésünk:

Sajnálatos, hogy a Szerző nem hivatkozik **Balogh Jánosra**, – a *Kossuth- és Széchenyi-díjas zoológus, ökológus, egyetemi tanárra, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagjára* – a *három ökoszisztéma-típus* elkülönítésekor.

Sántha az ökoszisztémát egyértelműen *objektumként* kezeli.)

(Megjegyzésem: az „ökológiai szabályozás” ... ha az „életközösségek... állapotukat... megőrzik”, azt a **negatív visszacsatolásnak** köszönhetik... ellenben „amely az életközösséget tovább viszi egy másik állapotba”, azt **pozitív visszacsatolásnak** nevezzük. Mindezeket részletesen a szabályozás nagyfejezetében ismertetem.)

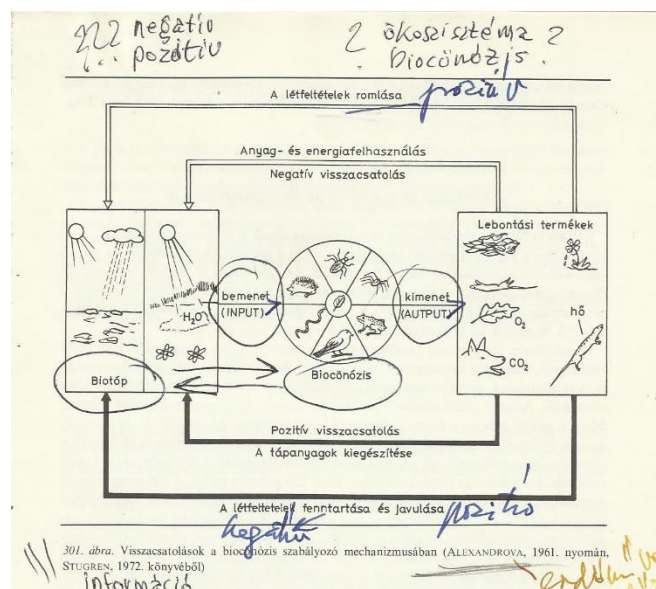
32. 42. 32. 1 „Szabályozás az ökoszisztémában”

Egyetemi tankönyvnek szánt *Növényföldrajz, társulástan és ökológia* c. munkában, *Szabályozás az ökoszisztémában* c. fejezetében, enyhén szólva is, igen csak furcsán alkalmazzák a *kibernetikai* alapfogalmakat, más értelmezést kaptak, mint amit a kibernetika tudománya alkalmaz.

Kifogásainkat az alábbiakban tesszük meg.

Egy fogalompárt – ami nélkül nincs szabályozás – a *pozitív* és a *negatív visszacsatolást* említjük, ami itt kizárólag az *anyag- és energiaáramlásra* vonatkozik, információáramlásról szó sem esik (szerk. Hortobágyi et al. 1981):

A *Szabályozás az ökoszisztémában* című fejezetében található az alábbi ábrát:



301. ábra. „Visszacsatolások a biocönózis szabályozó mechanizmusában”(Alexandrova, in Stugren, 1972. könyvéből)

Az ábrával kapcsolatban több megjegyzésem is van:

1. a szerzők a **biocönóvizist** mint az objektum **modelljét** – bemenet (input), fekete doboz, kimenet (output) - értelmezik,
2. az **anyag- és energiaáramlást** összekapcsolták a **visszacsatolásokkal**, pedig a visszacsatolást nem az anyag és energia áramlásokra, hanem az **információ áramlására** szokták vonatkoztatni,

„ A **pozitív visszacsatolás** elősegíti a környezet és az életközösség **anyagkicserélődését, energia áramlását** és ezek tartós fennmaradását,

a **negatív visszacsatolás** **gátolja** az életközösség és környezete **anyagkicserélődését, energiaáramlását**.

A **szabályozás** a rendszer kijelzéseinek megfelelően **elősegíti (pozitív visszacsatolás)**, ill. **fékezi (negatív visszacsatolás)** a struktúrállandóságot és a működést, és ezzel biztosítja annak **egyensúlyát**, ill. tartós **fennmaradását**. (Kiemelés tőlem.)

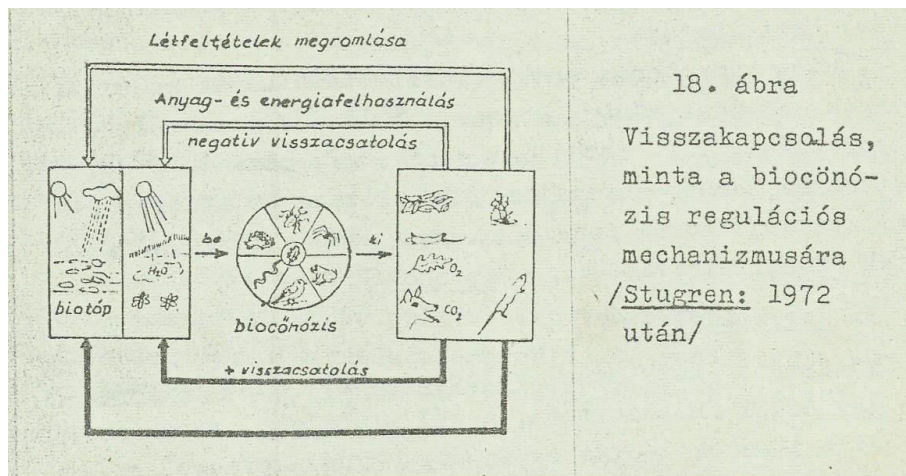
Megjegyzésem: a *viSSzacSATolás* e két formájának jelentése – a kibernetikai értelmezés szerint – a *pozitív* „elősegíti” helyett *erősíti*, a *negatív* „gátolja” helyett *stabilizálja* „az adott irányú változást”.

3. az is furcsa, hogy egy rendszerben egyszerre szerepel a negatív- és a pozitív visszacsatolás, mert vagy az egyik, vagy a másik érvényesül...
4. az meg teljesen érthetetlen, hogy a szerzők miért éppen **Alexandrova** ábráját vették át **Smalgaufen** ábrája helyett, hiszen éppen kollégájuk, **Juhász N. P.**, egyik tanulmányában erről már szerezhettek tudomást... (Lásd az irodalom jegyzéket.)
5. A közölt ábrán *biocönózis* és *biotóp* kifejezések szerepelnek, de a szövegben nincs utalás rá, hogy mit is kell e fogalmakon érteni... Az *ökoszisztéma* és *ökotóp* mint alapfogalmak, azok sincsenek ismertetve.

32. 42. 32. 2 „Visszakapcsolás, mint a biocönózis regulációs mechanizmusára”

Majer Antal erdőmérnök professzor is közölte **Alexandrova** ábráját az egyetemi jegyzetében, nyilván abban a reményben, hogy érthetőbb lesz az ehhez kapcsolódó mondanivalója (Majer, 1981):

„Az erdei ökoszisztéma önszabályozó mechanizmusának köszönhető, hogy a károsítók és károk bizonyos határig nem rontják le az erdő stabilitását, a »dinamikus egyensúlyt« (Kiemelés tőlem.)



.ábra. Az átvett ábra **Majer Antal** erdőmérnök professzor jegyzetében

Megjegyzésünk: a „visszakapcsolás” a szabályozóköriben a visszacsatolását jelenti.

32. 42. 32. 3 „Ökoszisztéma-mérnök fajok”

Elégé meghökkentő fogalom az „ökoszisztéma-mérnök fajok” megnevezés. De sejthetjük, hogy jelentős szerepük van az ökoszisztéma szabályozásában.

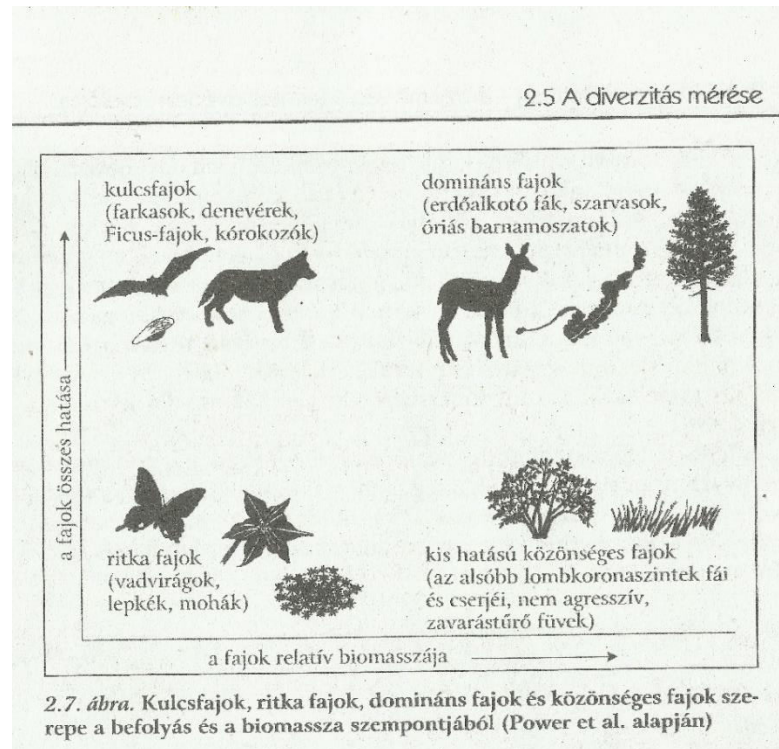
A *természetvédelmi biológia alapjai* c. könyv *Kulcsfajok* részében olvashatjuk a következőket (Standovár – R. B. Primack, 2001):

„A fizikai környezetben gyökeres átalakítást végző, ún. ökoszisztéma-mérnök fajok is kulcsfajok (McLAREN & PETERSON 1994). A legszemléletesebb példa talán az észak-

amerikai **hód**, mert gátépítési tevékenységével egész völgyek társulásait alakítja át, s ezzel rengeteg vizes élőhelyhez adaptálódott faj életfeltételeit teremti meg...” (Kiemelés tőlem.)

A mellékelt ábrából leolvashatjuk még a következőket is:

- a kulcsfajokat,
- a dominánsfajokat,
- a ritka fajokat és
- a kis hatású közönséges fajokat.



„Ökoszisztéma-mérnök fajok”

Ezek az élőlények a *koordináta-rendszerben* vannak elhelyezve, a *vízszintes* tengelyen a fajok relatív biomasszája, a *függőleges* tengelyen a fajok összes hatása szerepel.

32. 5 Az erdőmérnöki kibernetika egyezése az erdőmérnöki szabályozástannal

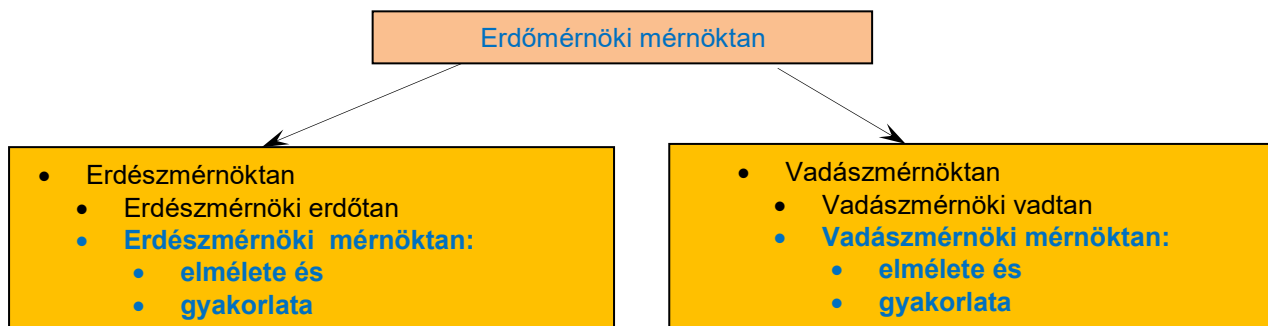
Ebben a fejezetben áttekintjük *A Magyar Erdőmérnöktan* korábbi fejezeteit a szabályozással kapcsolatban. Megnevezzük azokat a fejezeteket, amelyek a **szabályozás különböző elnevezéseit** tartalmazzák.

32. 51 Szabályozás szereplése az erdőmérnöki tantárgy első feladatkörében

A szabályozás fogalma *A Magyar Erdőmérnöktan* első feladatkörében, - az erdőmérnöktanban mint az összetett szavunk második jelentésében:

- erdőmérnöki mérnökstanban szerepel:
 - erdőmérnöki mérnökstanban,
 - vadászmérnöki mérnökstanban.

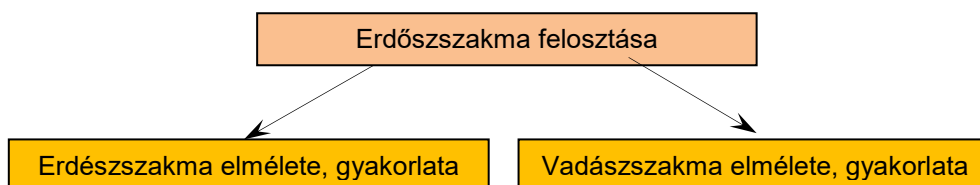
Az erdőmérnöki mérnökstan felosztása:



.ábra. Az erdőmérnökstan és a vadászmérnökstan felosztása

32. 52 Szabályozás szereplése az erdőmérnöki tantárgy második feladatkörében

A szabályozás fogalma a második feladatkörben, az erdőszakma felosztásában szerepel:



.ábra. Erdőszakma két szakma egésze és ellentéte

32. 52. 1 A szabályozások az erdőszakma gyakorlatában

Az erdőszakma gyakorlatában a szabályozások az erdőmérnöki üzemtervekben valósulnak meg:

- erdőmérnöki üzemtervekben:
 - erdőmérnöki erdőművelések szabályozásai,
 - erdőmérnöki előhasználatok szabályozásai,
- vadászmérnöki üzemtervekben:
 - vadászmérnöki vadművelések szabályozásai,
 - vadászmérnöki vadhasználatok szabályozásai.

32. 52. 2 A szabályozások az erdőszakma

elméletében

Az erdőszakma **elméletében a szabályozások** az *erdőmérnöki* tudomány *alapvető- és főágazataiban* valósulnak meg:

- alapvető ágazataiban:
 - a **rendezéstanokban**
 - **fa-,(erdő-) rendezéstanban,**
 - **vadrendezéstanban,**
- főágazataiban:
 - a **műveléstanokban**
 - **fa-,(erdő-) műveléstanban**
 - **vadműveléstanban)**
 - a **használattanokban**
 - **fa-,(erdő-)használattanban**
 - **vadhasználattanban**

A továbbiakban egy külön nagyfejezetben fogjuk részletezni az erdőmérnöki szabályozástant:

A könyv *Második részében,*

A magyar erdőmérnöki szabályozástanban.