

Mérnöki menedzsment módszerek VITMAK47

Mérnökinformatikus és villamosmérnök alapszakok

Gazdasági és humán ismeretek / Kötelezően választható

ÁLTALÁNOS ÉS SPECIÁLIS MÓDSZEREK A MÉRNÖKI MENEDZSMENTBEN

Elvek, modellek, eszközök, eljárások

Dr. Sallai Gyula

BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

Budapest, 2024

ÁLTALÁNOS VEZETÉSI MÓDSZEREK

A mérnöki menedzsmentben alkalmazott általános vezetési módszerek, technikák célja a *mérnöki vezetői feladatok, menedzseri funkciók ellátásának támogatása*, különösen:

- **döntés-előkészítés, döntéstámogatás**
(Pareto, STEP, gazd. számítások, adatbányászat, mesterséges intelligencia....)
- **stratégia tervezése, menedzselése**
(SWOT, Balanced ScoreCard, szervezetátalakítás, vállalati kultúra-fejlesztés....)
- **projektmenedzsment**
(projekt terv, PERT módszer, Gantt diagram....)
- **kommunikációs feladatok**
(értekezlet-vezetés, pl. hat gondolkodó kalap; érvelés....)
- **progressziósegítő módszerek**
(iránykijelölés, pl. SMART módszer; megoldáskeresés, pl. brainstorming...)
- **személyiségfejlesztés**
(munkastílus elemzés, pl. Vogelauer kerék; teljesítményértékelés....)
- **vezetőképzés**
(coaching módszerek, önmegismerés, konfliktus-kezelés....)

Egyszerű általános rendszerező technikák

Pareto módszer:

Tényezők/teendők rendszerezése, osztályozása fontosságuk (A, B és C prioritás) szerint: kevés fontos A, több kevésbé fontos B, a legtöbb a C.

STEP/PEST analízis:

A makrókörnyezet elemzésének strukturálása, pl. egy projekt elindításakor. Fontos, hogy minden szempontot megvizsgáljunk.

Négy oldalt különít el:

- **társadalmi** /ügyfélkör demográfia, iskolázottság, kultúra, mobilitás/ (S),
- **műszaki** /technológiai szint és trend, infrastruktúra/ (T),
- **gazdasági** /GDP, piac, árak, beruházási feltételek, munkaerő, bérek/ (E)
- **politikai** /közigazgatás, törvényi háttér és előírások/ (P).

Újabban a **természeti környezeti** (E) oldalt hozzáveszik: **STEEP**, esetleg a jogi/szabályozási (L a P-ből) és az oktatási (E az S-ből) oldalt is elkülönítik: **STEEPLE**.

Kommunikáció, értekezlet, tárgyalásvezetés

Hatékonyági szempontok (a vezető szempontjából):

- Felkészülés, értekezlet kezdése, időtartama, odafigyelés, többoldalú megközelítés, irányítás/strukturálás, összefoglalás (közben is), következő lépések meghatározása
- *Résztvevők száma, összetétele, bevonása, aktivizálása, gondolataik integrálása*
- *Értekezlet stílusa, hangneme (mennyire pörgő, hivatalos; megszólítás, szóhasználat)*

Hat gondolkodó kalap módszer, 1985 (Edward de Bono, máltai pszichológus)

Értekezletvezetést segíti: vitázás helyett a téma/probléma körbejárása;
mindenki minden oldalról közelítse meg a témát/problémát:

- **Fehér kalap:** tények, adatok felsorakoztatása, érzelemmentesen
- **Piros kalap:** érzések, megérzések, érzelmi nézőpont
- **Zöld kalap:** kreativitás, ötletek, alternatívák, lehetőségek gyűjtése
- **Sárga kalap:** értékeket, előnyöket keresünk, miért jó
- **Fekete kalap:** veszélyek, nehézségek kutatása, kritikus megítélés
- **Kék kalap:** átfogó gondolkodás (egy kalap alá vesz): célok; összehangolás, (rész)összegzés, (rész)eredmény kimondása

A kalapok sorrendje nem kötött, visszatérések lehetségesek

Célok kitűzése, a SMART módszer

A vezetés a célok kijelöléséről és eléréséről szól....

A személyekre való célok kitűzését a vállalati terv alapozza meg.

MbO (Management by Objectives): célkitűzésen alapuló vezetés

A vállalati stratégia személyre való lebontása olyan ún. teljesítménycélokra, amelyek teljesítése döntően rajtunk múlik.

Teljesítményértékelés keretében megegyezés a beosztottal,
közös kialakított és rögzített célok

Prémium kiírások: éves vezetői prémiumfeladatok

KPI: Key Performance Indicator (Kulcs teljesítmény mutató)

Az okos (smart) célkitűzés: Milyen legyen a cél?

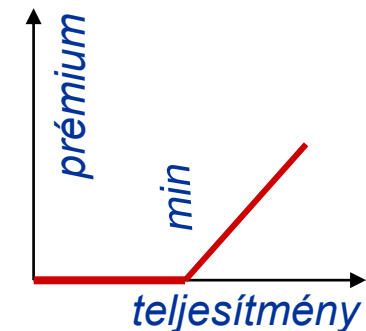
S Specifikus: a cél/feladat konkrét, személyre szabott megfogalmazása

M Mérhető: az előrehaladás és a cél elérésének megállapítása

A Attraktív: vonzó, (**R**elevant), aktivitásra serkentő, amiért tenni is kell

R Reális: elérhető, (**A**chievable), teljesíthető, amire ráhatásunk van

T Tervezhető: adjon határidőt, ütemezést (time-bound, timing)



Megoldáskeresés, laterális gondolkodás

Alternatív lehetőségek, opciók, ötletek kreatív feltárása (generálása és felvázolása) a probléma megoldására, a kijelölt cél/irány elérésére

Megközelítés: merjünk újragondolni, eltávolodni a szokásos nézőponttól, nézőpontváltás, a probléma szegmentálása, a megoldáselemek új kombinálása

Brainstorming: kritikától mentes ötletfeltárás csoportban

- az ötletek nem kritizálhatók, minél több ötlet (zöld kalap)
- mások javaslatai továbbfejleszthetők, gondolattársítás
- a pozitív hangulat serkető hatású
- a kiértékelésnél már a „negatívabb hangulat” az eredményesebb

Laterális gondolkodás, 1967 (Edward de Bono):

Alternatív megoldások tudatos generálásának kreatív módszere.

A gyakorlati kreativitás (idea creativity) fejleszthető képesség, tanulható.

Agyunk domináns sémákban gondolkodik, rutinokat követ. A laterális gondolkodás az „oldal/keresztirányú” kilépést segíti a sablonosból.

Nem kell feltétlenül „megmászni” az elénk halmozódott problémahegyet, ha kevésbé fáradságosan, bár hosszabb úton meg is lehet kerülni.

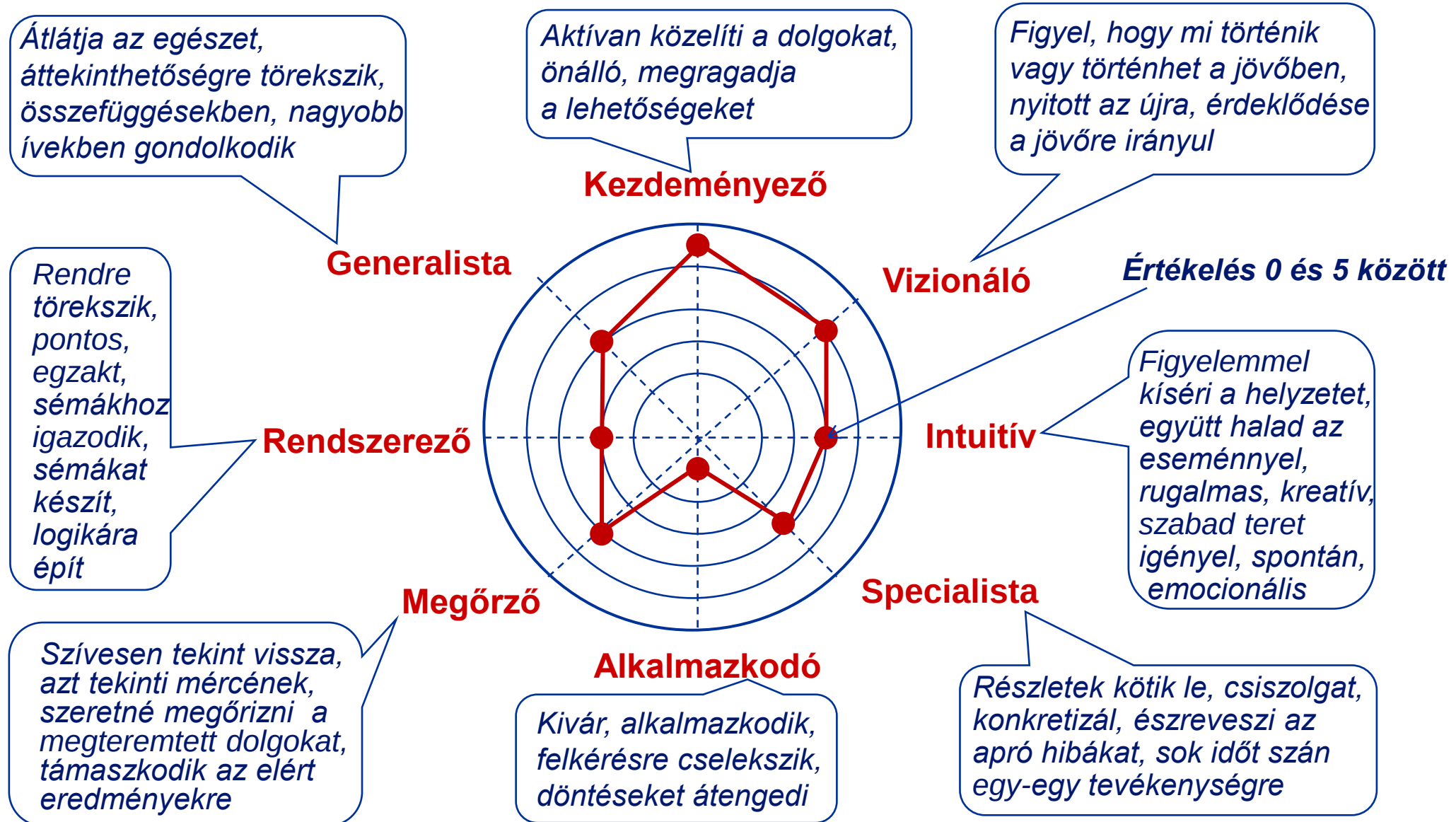
A laterális gondolkodás eszközei

A laterális gondolkodás eszközei segítik a kilépést a sablonosból, az alternatív megoldások, megközelítések keresését:

- **Provokálás, kimozdítás:** *tudatos* kibillentés a „stabil egyensúlyból”:
 - » kerülő út keresése (több lépésben);
 - » átértékelés (nézőpont, hangsúly, prioritásadás/váltás), lényegkiemelés;
 - » huszárvágás (egyszerűsítés, majd finomítás, iteráció);
 - » gondból erény kovácsolása (kiterjesztés);
 - » az állítás kifordítása, tagadásának bizonyítása, lépéscsere;
 - » vágyálomból/ideálisból kiindulás.
- **Legyezőelv:** teljes megoldáslista felállítása:
 - » cél – gondolkodási irányok – megvalósítási elvek – kivitelező ötletek lépcsőzetes kibontása;
 - » lehetőségek mátrixba rendezése szempontpárok szerint.
- **Asszociáció elősegítése:** más/véletlen kezdőpontból való újragondolás:
 - » véletlenszerűen választott szavak;
 - » szinonimák, idegen nyelvi változatok;
 - » figyelem elterelés (térjünk rá vissza 1-2 napirend után, darts);
 - » kreativitási problémalista kifüggesztése (pl. Gömböc).

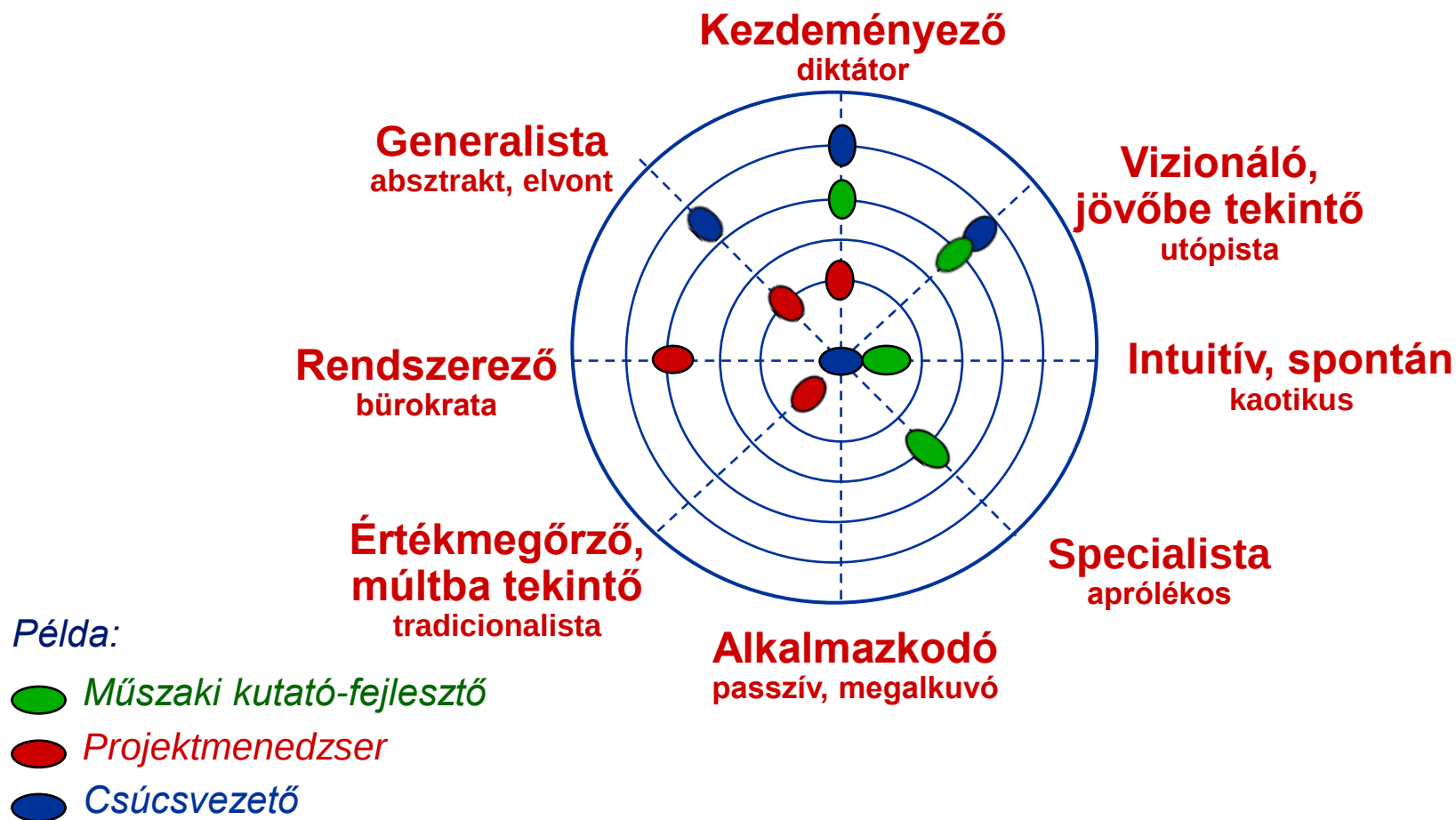
Munkastílus-elemzés: Vogelauer munkastíluskereke

Munkastílus-elemzés 8 küllő mentén, 4 ellentétpárt szerint (Werner Vogelauer osztrák mestercoach, 2008)



A Vogelaier-féle munkastíluselemzés alkalmazása

Az ellentétpárok összevonásával a *kiegyensúlyozottságot* és a *dominanciát* méri, ahol a szélső (5) értékek már negatívan extrémek: diktátor, utópista, kaotikus, aprólékos, megalkuvó, tradicionalista, bürokrata, elvont. Saját magunk (énkép), munkatárs, barát (tükör)
Cél: személyiségfejlesztés (diagnózis, iránykijelölés), csapatépítés



TIPIKUS MÉRNÖKI MENEDZSMENT FELADATOK ÉS MÓDSZEREK

Módszerek *műszaki-gazdasági megközelítést igénylő, komplex mérnöki problémák* megoldásához, különösen:

- Klasszikus üzemgazdaságtani feladatok
 - » Termelés optimalizálása
 - » Logisztikai tervezés stb.
- Technológiai trendek értékelése, technológiaválasztás
- Technológiai cégek összevetése
- Piacelemzés, termékmenedzsment, üzletfejlesztés
- Vállalatirányítás informatikai támogatása
- A vállalati működés átfogó modellezése
- Műszaki rendszerek fejlesztése
 - » Optimalizálási kritériumok
 - » Nagy ICT rendszerek tervezése

Klasszikus üzemgazdasági feladatok

A vállalati működés (termelés, logisztika, szolgáltatás, fenntartás...) tervezése, optimalizálása

- ❖ *Termelés optimalizálása*: miből mennyit?
az eszközök, anyagok és a gyártás költsége, illetve a termékérték függvényében
- ❖ *Szállítási, elosztási problémák*: raktárak és telephelyek között
 - » Elhelyezési, összerendelési problémák:
pl. egy új raktár, fenntartó központ, forgalomkoncentrációs pont helye és körzete
 - » Sorbarendezés: pl. utazó ügynök probléma, útvonal/nyomvonal tervezés
- ❖ *Szolgáltatástervezés*:
 - » Kiszolgálási problémák: sorbanállás, torlódás;
 - » Készletezés: kereslet modellezése, pótlás megrendelés tervezése
- ❖ *Berendezések elhasználódása*: karbantartás, beszerzés ütemezése.
- ❖ *Bővítéstervezés*: pl. erőforrások optimális elosztása üzletágak között
- ❖ *Projektfeladatok menedzselése*: kritikus út meghatározása.

Operációkutatási módszerek és modellek:

Lineáris és dinamikus programozás, gráfok (legrövidebb út eljárások...)
Újabban: mesterséges intelligencia gépi tanulás eljárásai

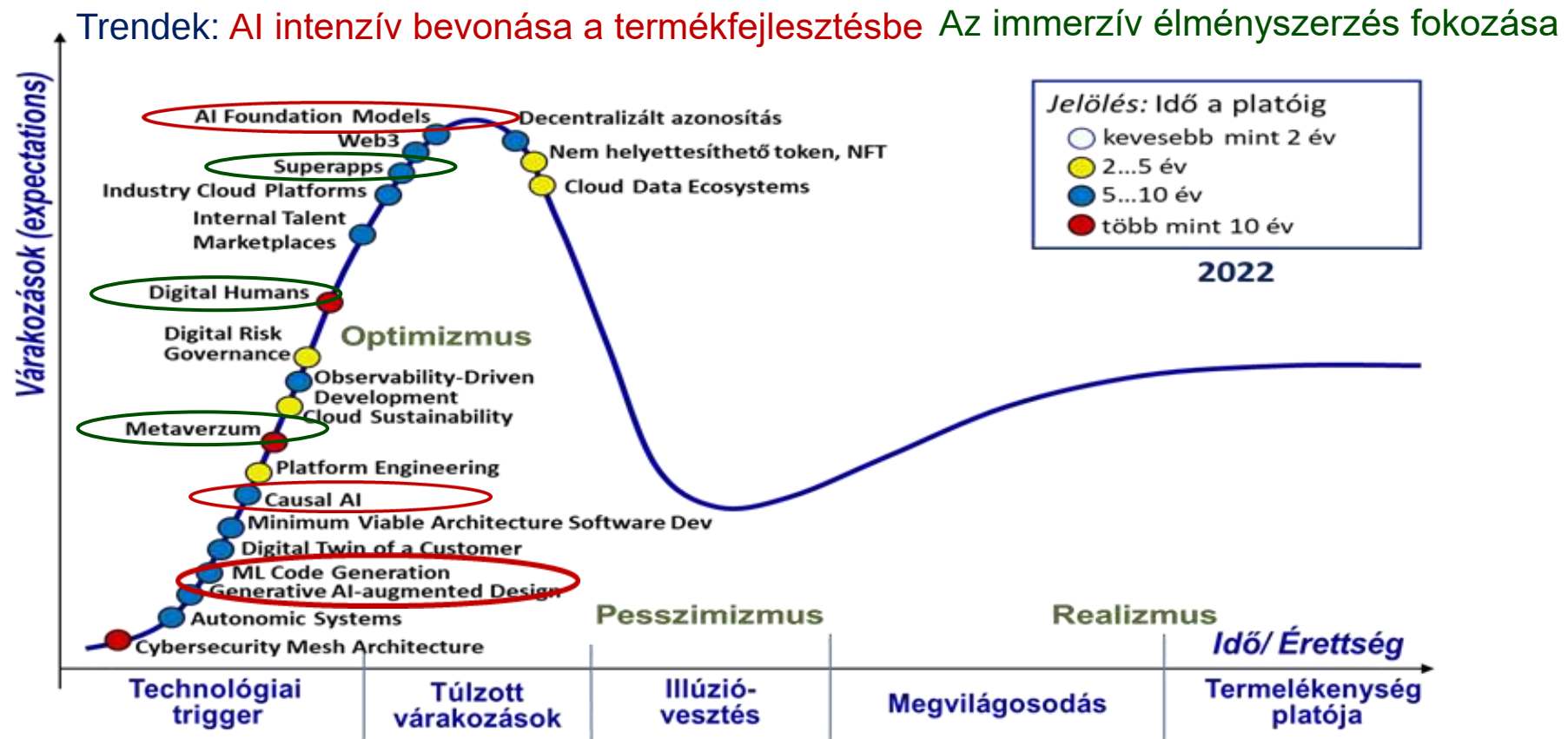
Technológiai trendek értékelése, technológiaválasztás

Technológiai előrettekintő program (TEP): a technológiai és a várható társ-gazd trendek hatásainak szisztematikus vizsgálata pl. egy országra, régióra, ágazatra...

Hype-diagramok: ICT technológiák érettsége és kilátásai

A Gartner több száz ICT technológiára évente kiértékeli.

Példa: a feltörekvő ICT innovációk életciklusgörbéje [Gartner Hype Cycle 2022]



Technológiai cégek összevetése

Mágikus kvadráns: technológiai cégek holisztikus összevetése
előrelátásuk és felkészültségük szerint
(jellemzően valamely piacon, termékterületen) [Gartner].

Ability to execute
Gyakorlati
megvalósítás
(képesség,
kapacitás,
vállalkozás...)



Példa: Data Science and
Machine Learning Platforms
(Gartner: 20 cég, 2021)

Completeness of vision
Megalapozott jövőkép
(tudományos és technológiai kutatás, piaci trendek...)

Challengers/kihívók: jelenleg dominál a piacon, felkészültségével a megvalósításra fókuszál

Visionaries/látnokok: ismeri a vizsgált piac mozgását, igényét, elvárásait, a jövő technológiáit

Leaders/vezetők: jelenleg és jövőben is jól pozícionált

Niche/Gap Players/követők: egy szűk piaci szegmensben sikeres

Alkalmazás: versenytársak értékelése, partner választás,
elmélet és gyakorlat egységének mérése, pl. technológiákra.

Piacelemzés, termékmenedzsment, üzletfejlesztés

Igények becslése; árképzés; ügyfél viselkedés elemzés, költségelemzés; helyettesítő termékek, versenytársak elemzése stb.

Figyelem a digitális technológia átütő szerepére, a kritikus képességek (meglétének, illetve hiányának) azonosítása: szakmai tudás, piacismeret....

Módszerek:

- élettartam-költségek, piacszegmentálás,
- marketing és játékelméleti modellek,
- marketing/üzleti/mérnöki stratégiák tervezése,
- STEP/STEEP analízis, SWOT analízis,
- Balanced ScoreCard, ökoszisztéma modellek stb.

Vállalatirányítás (műszaki és üzleti folyamatok) informatikai támogatása

Vezetői információs rendszer (VIR) eszközei:

- Vállalati erőforrás tervezés (Enterprise Resources Planning, ERP),
- Ügyfélkapcsolat-kezelés (Customer Relation Management, CRM),
- Ellátásilánc-menedzsment (Supply Chain Management, SCM),
- Üzletmenet-folytonosság menedzselés (Business Continuity Management, BCM),
- Multiprojekt-menedzsment stb.

A vállalati működés átfogó modellezése

A vállalat digitalizálása stratégiai jelentőségű új üzleti képességeket hozhat (pl. AI bevonása a fenntartásba), lényegi változásokat igényelhet az üzleti működésben. Az egymásra hatásokat, a szükséges változtatásokat effajta modellekkel jelenítik meg:

❖ Üzleti működés (business operations, B&O) modellje [Gartner].

A vállalat értékeket hoz létre és juttat el az ügyfeleknek:

- Milyen értékek?

Az **üzleti modell** mutatja meg.

- Hogyan hozza létre és juttatja el?

A **működési modell** fejezi ki.

- A közös láncszem: az üzleti képesség, az üzleti eredmény eléréséhez szükséges szervezeti képesség (eredmény, ill. alap).

❖ Vállalati architektúrák (EA):

üzleti, technológiai, adat és alkalmazás tartományok



Műszaki rendszerek fejlesztése

(eszköz... berendezés...szisztéma...hálózat...szolgáltatás)

Feladatok: a konstrukció kialakítása, méretezése; létesítés tervezése; kapacitásbővítés, rendszerek integrációja, rendszeroptimalizálás; funkcionalitás, szolgáltatásminőség, -választék fejlesztése; korszerűsítés: innováció bevezetése, technológia cseréje, stb.

Általános cél: Olyan műszaki megoldás, amely
optimális üzleti értékű (igényeket hatékonyan kielégítő),
rugalmas (skálázható, továbbfejleszthető),
biztonságos (üzembiztos, reziliens/ellenálló)

Módszertanok:

- ❖ **Gartner/Murphy BVICT modell:** stratégiai, üzleti, műszaki, pénzügyi és kockázati értékelés.
- ❖ **Gazdaságossági számítások:** műszaki alternatívák összevetése, időbeliség kezelése (pl. egyszeri és folyamatos költségek diszkontálása).
- ❖ **Fejlesztéstervezési módszerek** (különösen nagy rendszerek esetén)

A villamosmérnökök és mérnökinformatikusok mindennapi gyakorlata

Rendszeroptimalizálási kritériumok:

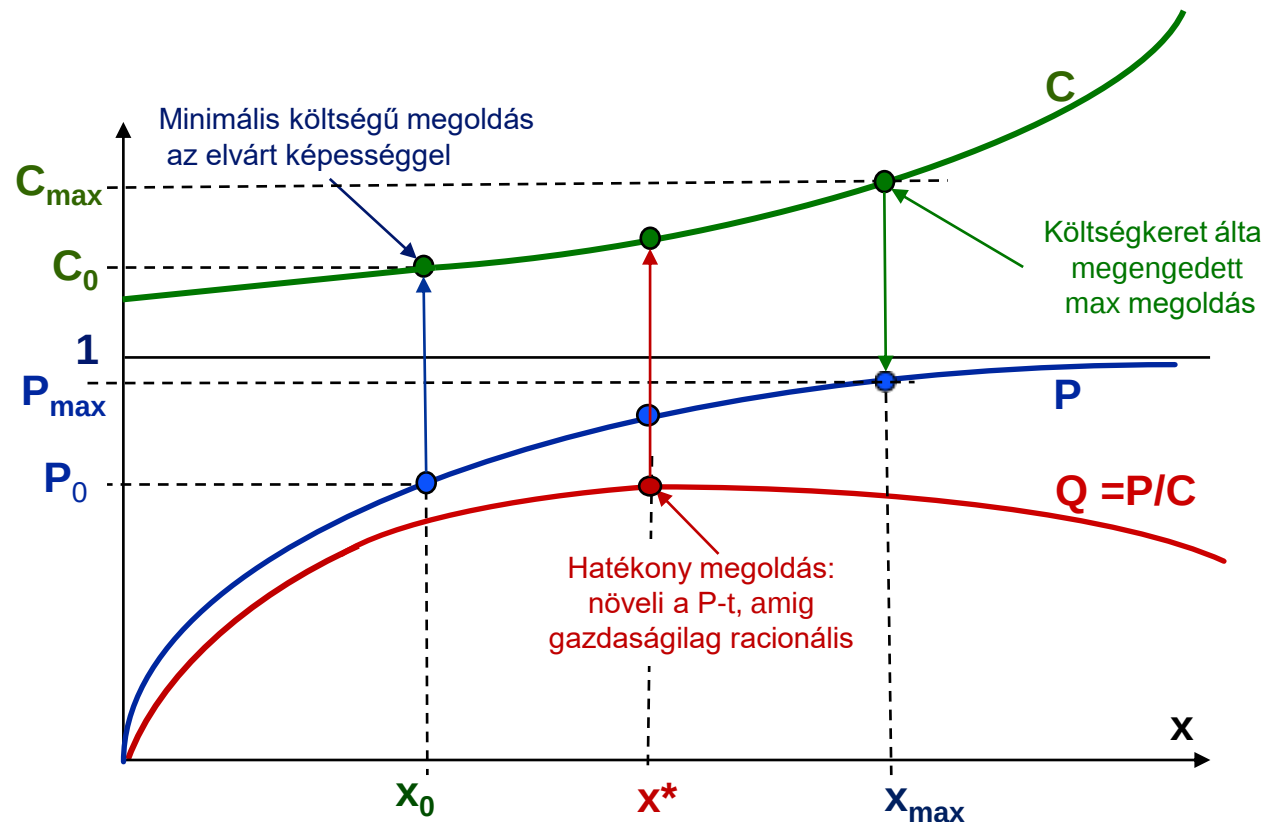
min ráfordítás, max teljesítmény és max hatékonyság

Max hatékonyság: a teljesítmény - ráfordítás viszony optimalizálása

Cél: **P teljesítmény** (ellátottság, minőség, biztonságosság, funkcionalitás) és az ehhez szükséges

C ráfordítás (költség) **Q arányának** maximalizálása a tervezési paraméter (x) függvényében.

A gyakorlati esetekben létezik az x^* **hatékony** megoldás. Matematikailag x^* egyértelműen létezik, ha P : konkáv, korlátos, monoton növekvő és C : konvex, szigorúan monoton növekvő.



Példa: Lefedettség

x : ellátott terület

P : ellátottak aránya

C : ellátás költsége

Példa: Forgalmi torlódás

x : nyaláb mérete

P : átvitt forgalom aránya

C : nyaláb költsége

Példa: Hibavédelem

x : tartalék kapacitás

P : működés biztonsága

C : tartalékolás költsége

Példa: Elvárások

x : komplexitás

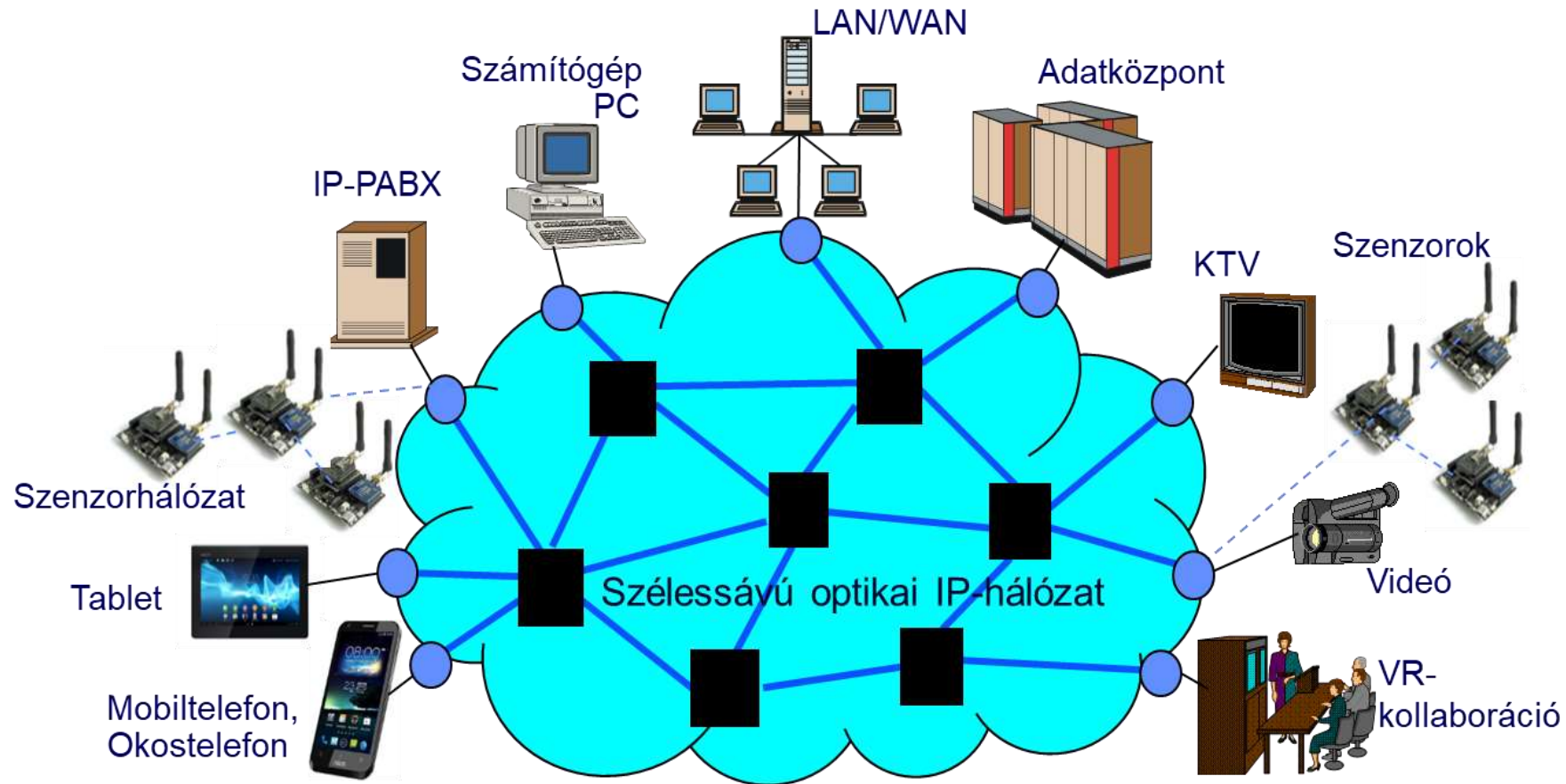
P : teljesítettség

C : megvalósítás költsége

Megjegyzés: Az x_0 , x^* és $x_{\max}$ megoldások ábra szerinti viszonya nem szükségszerű!

ICT szolgáltató hálózatok

A szolgáltatásokhoz, tartalmakhoz az interneten keresztül férünk hozzá:
always on (7x24 óra), felhőszolgáltatások, gazdag multimédia tartalmak,
tárgyak/szenzorok bekapcsolása, közösségi média, virtuális kollaboráció...



Nagy ICT rendszerek tervezése

Komplexitás: rendszerelemek sokfélesége, kapcsolódása, elhelyezkedése, hálózatos és funkcionális együttműködése (kompatibilitás); műszaki, pénzügyi és földrajzi kényszerfeltételek, modularitás...

Időbeliség: fokozatos kiépítés (ütemezés), az időtényező kezelése: új technológiák, eszközök, szolgáltatások bevezetése, mások kivezetése, cseréje, helyettesítése (migrációs stratégiák).

Bizonytalanságok: az igények, bevételek és költségek előrejelzésében: az igények/forgalom mennyiségének, jellegének alakulásában; az új technológiák, szolgáltatások kiépítésének és a működtetés költségében (kockázatkezelés, robusztus megoldások).

Alternatív lehetőségek: technológiában, a rendszer/hálózat konfigurálásában: a megoldásváltozatok optimális méretezése és összevetése.

Fejlesztéstervezési módszerek:

igények (mennyiség, funkcionalitás, választék), technológiák, területiség, időbeliség, költségek, előírások (minőség, biztonság, szabályok) és bizonytalanság kezelése.

Valós, NP teljes tervezési feladatokban az operációkutatási módszerek nem elegendők. A probléma belső struktúrájának ismerete és alkalmas rendező elvek alapján közelítő, heurisztikus eljárásokat alkalmazunk.

Nagy ICT rendszerek tervezésének mérnöki megközelítése

Heurisztikus modellek és módszerek alkalmazása:

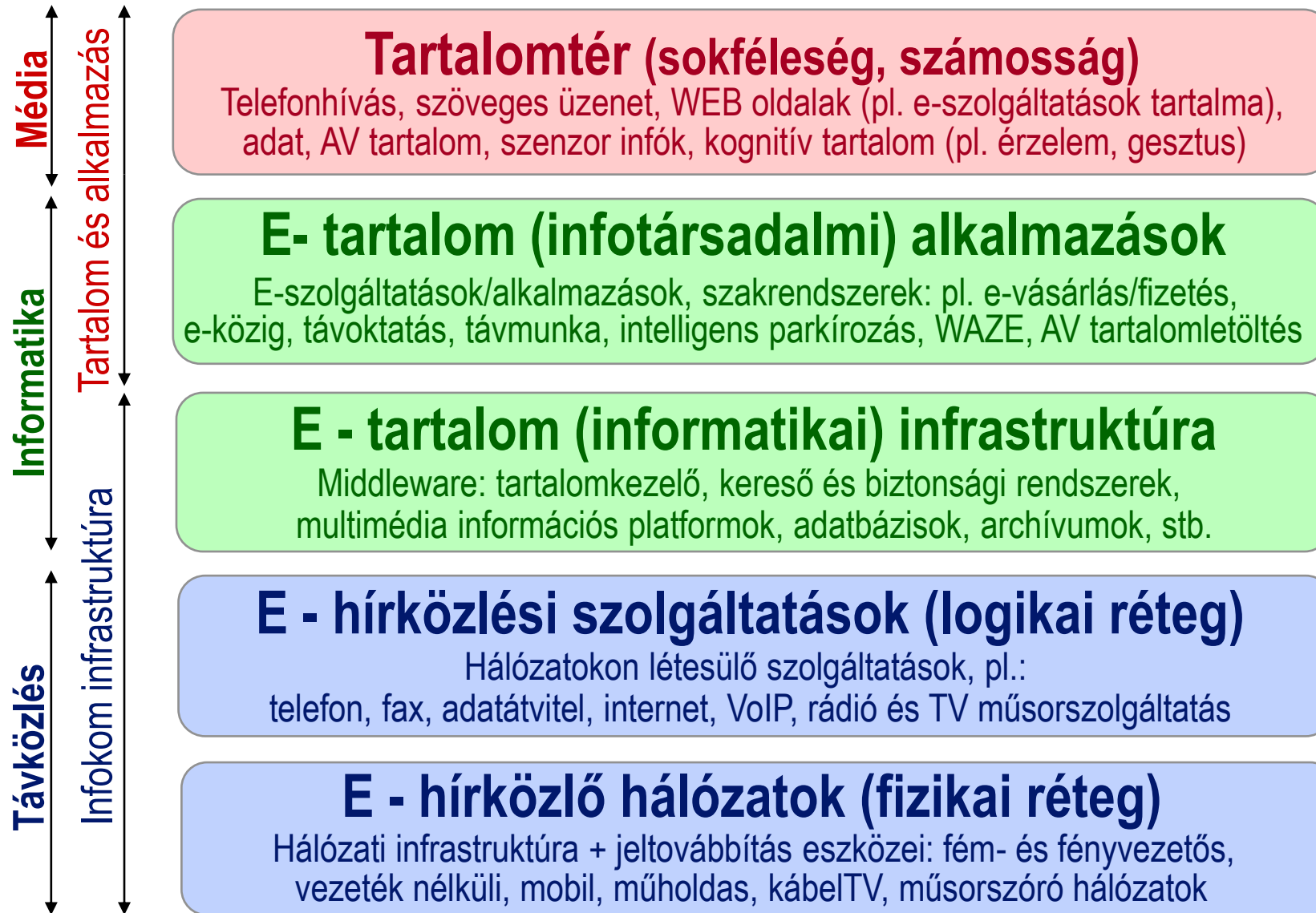
1. a feladat szegmentálása: részekre, fázisokra bontása
2. közelítő, célirányos rendszer/hálózati modellek
3. fázisonkénti tervezés/optimalizálás:
 - ❖ operációkutatási eljárások alkalmazása részfeladatokra
 - ❖ szuboptimális, pragmatikus algoritmusok alkalmazása
4. részmegoldások összerendezése, analízis, iteráció.

Tipikus heurisztikák, mérnöki menedzsment elvek:

1. Funkciók rétegekbe csoportosítása: rétegmodellek ➡
2. Forgalmi igények, kapacitások, funkciók koncentrálása (erőforrás-hatékonyság): több szintű, hierarchikus architektúrák ➡
3. Harmonikus – fizikai/térbeli, funkcionális és gazdasági – modellezés
4. Költségek, bevételek időbeliségének kezelése (pl. diszkontálással)
5. Heurisztikus optimalizálás és teljesítményanalízis

Az intelligens infrastruktúra rétegei

(ICT rendszerek tervezése, működtetése, szabályozása)



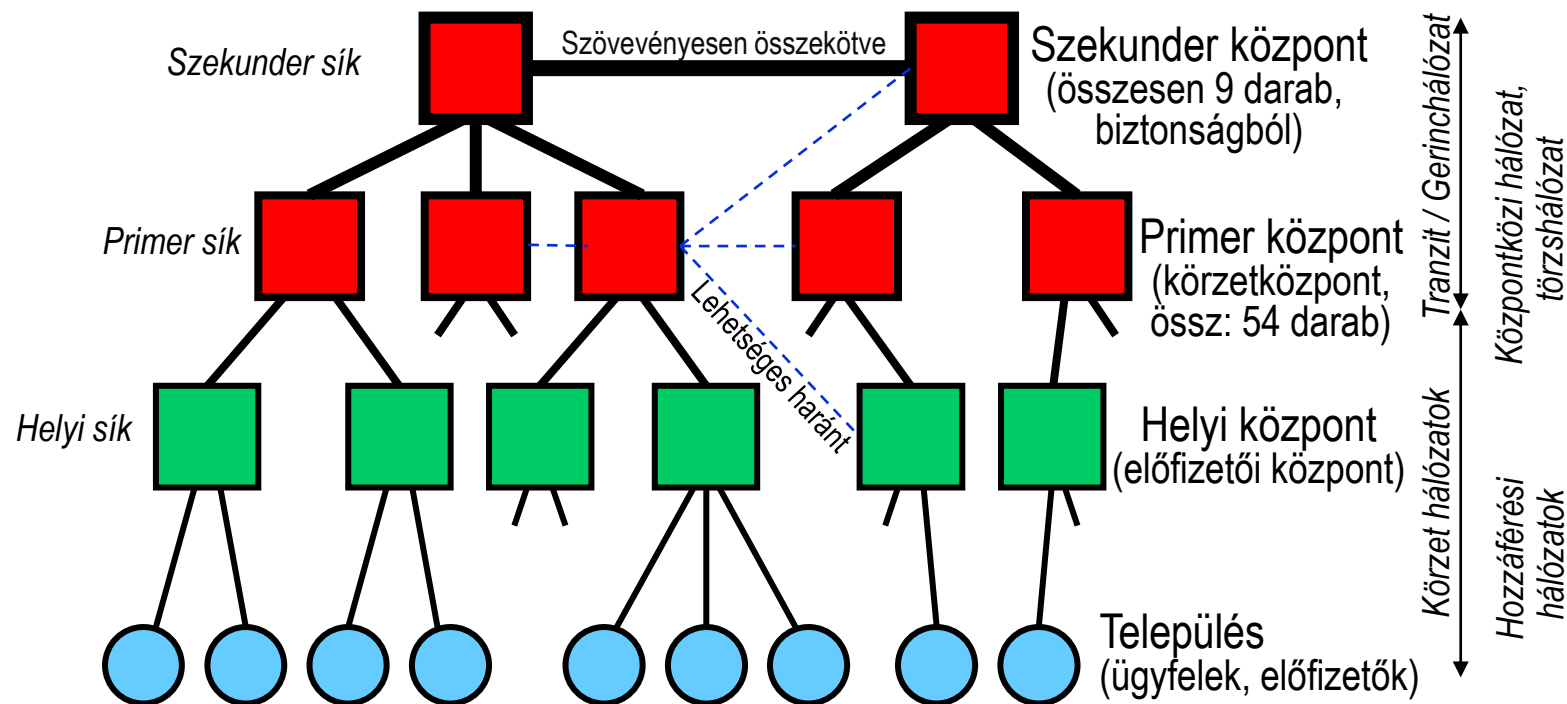
Forgalomkoncentráció

A forgalmi igények közvetlen kiszolgálása helyett koncentrált kiszolgálás:

- Kevesebb, de nagyobb forgalmú, jobb kapacitáskihasználtságú átviteli szakaszok;
- Funkciókat koncentráló tranzit kapcsolóközpontok, egyszerűbb helyi központok.

Extrém megoldás: egyszeresen összekötött hierarchikus hálózati architektúra.

Optimalizáció a hierarchiára és a haránt szakaszokra.

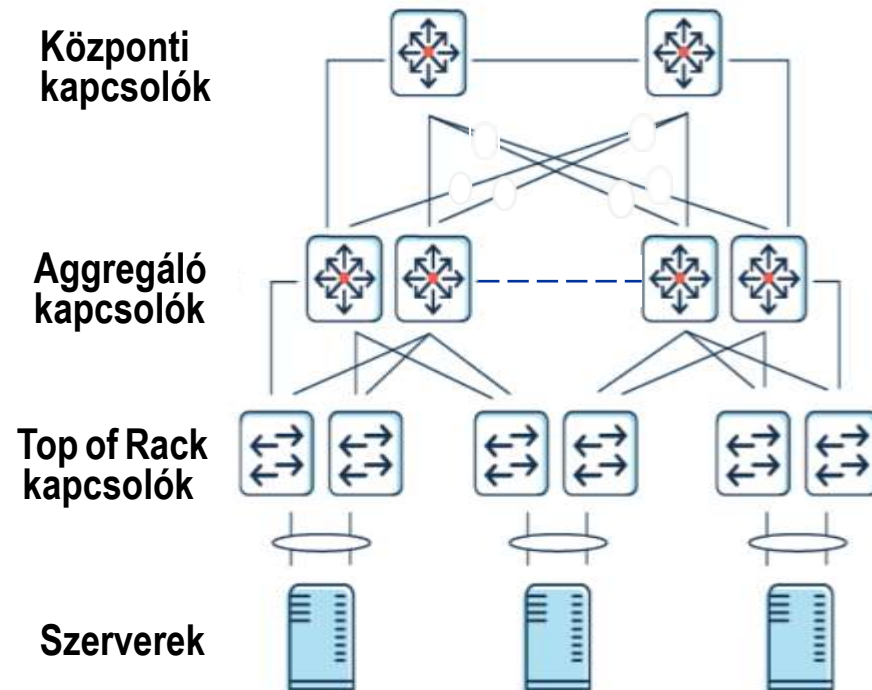


A digitális technológia kiaknázása az országos távbeszélő hálózat gyökeres átalakítását igényelte: csökkent a hierarchia szintek száma (kettővel),
a számozási körzetek száma (93-ról 54-re),
az előfizetői központok száma. } az összes hazai település (3155) összekapcsolására

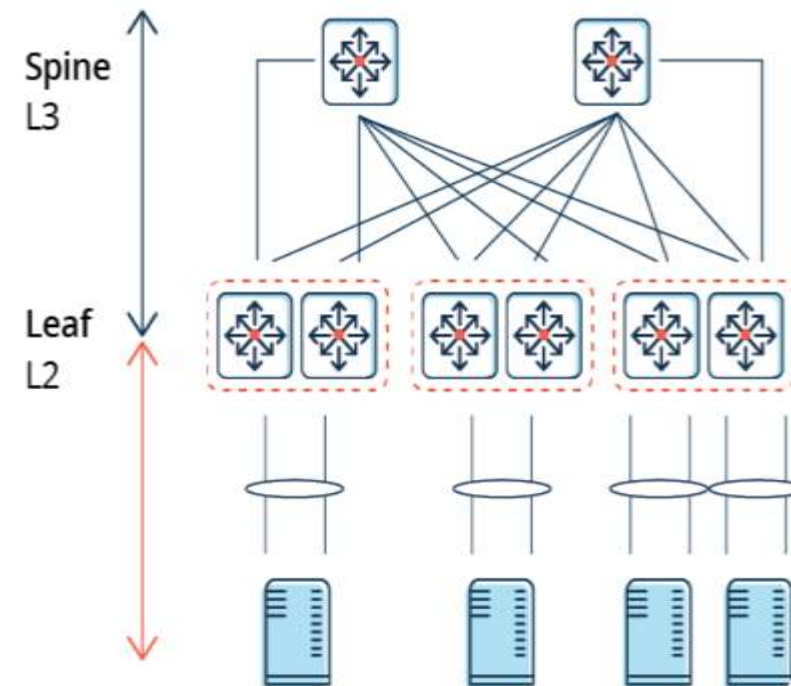
Adatközpontok architektúrája

Több 10 ezer szerver összekapcsolása (növekvő szerverközi forgalom)

Hagyományos 3-szintű architektúra



2-szintű felhő (spine-leaf) architektúra



ÖSSZEGZÉS ÉS KILÁTÓ

MÉRNÖKI MENEDZSMENT MÓDSZEREK

ÁLTALÁNOS MÉRNÖKI VEZETÉSI MÓDSZEREK

- * Rendszerezés, tárgyalásvezetés, célkitűzés, megoldáskeresés, munkastílus-elemzés, stratégia-tervezés...
- * Pareto, Bono, Vogelaer, STEP/STEEP, MbO, SMART-cél...
- * Laterális gondolkodás

TIPIKUS MÉRNÖKI MENEDZSMENT TECHNIKÁK

- * Harmonizált műszaki-gazdasági rendszermodellezés
- * Operációkutatási és Gartner modellek, ERP, CRM, EA...
- * Feladatok szegmentálása, funkciók rétegezése
- * Erőforrás-hatékonyság: forgalom-, funkció- és kapacitáskoncentráció
- * Időbeliség kezelése: egyszeri és folyamatos költségek és bevételek
- * Heurisztikus költségoptimalizáló eljárások
- * Minőség, túlterhelhetőség, biztonság elemzése
- * Interaktív tervezés

