



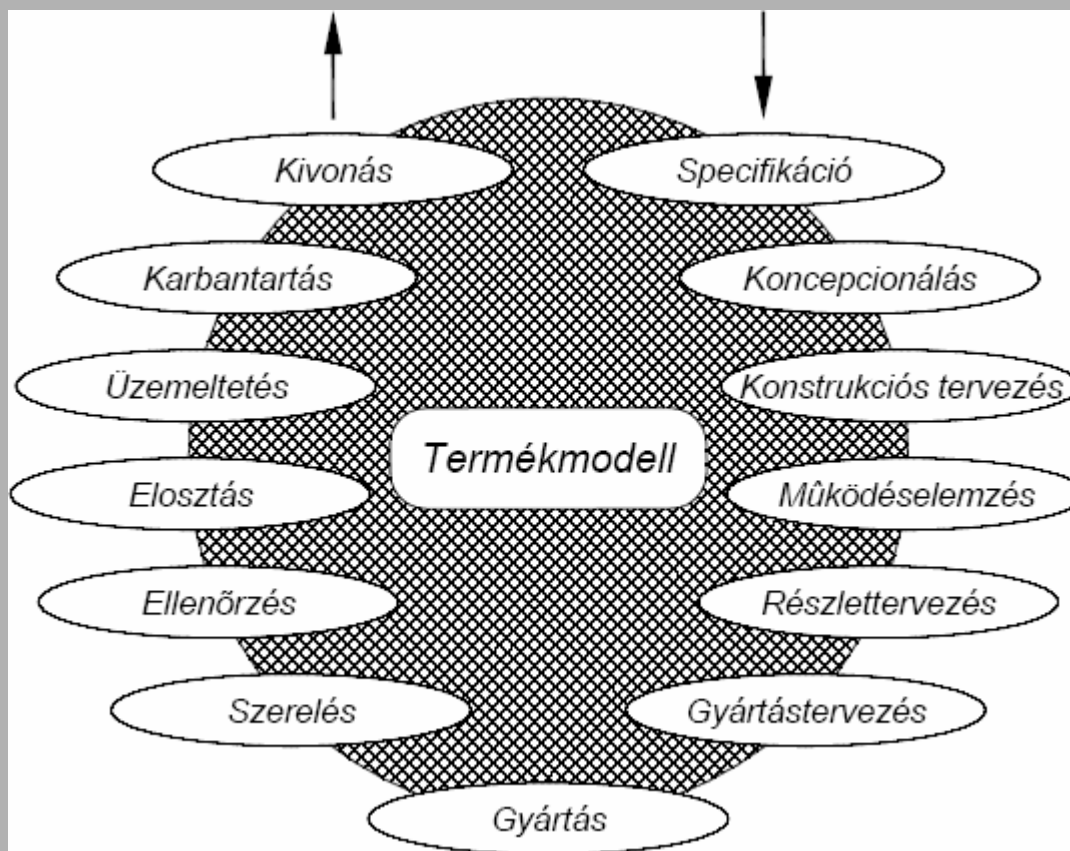
A számítógépes tervezési módszerek hatása a tervezési folyamatokra

Számítógépes tervezési módszerek hatása

A számítógéppel segített tervezés napjainkra már ipari technológiává vált.

A mai integrált terméktervező rendszerekkel szemben támasztott követelmény, hogy a termék teljes életpályájára vonatkozó információkat kezelni tudják.

A fejlesztések középpontjába állított termékmodellezés életpálya szakaszait mutatja az ábra.



A termékmodellezés részét képező integrált **CAD/CAM/CAE** rendszerek funkcionális részterületeit mutatja az ábra.





CAD $\Rightarrow$ **C**omputer **A**ided **D**esign (számítógéppel segített tervezés)

- tervezési koncepciók létrehozására, módosítások megvalósítására, elemzések elvégzésére és a tervezés optimálására használt számítógépes technológia;
- korábban rajzok és tervezési dokumentációk készítésére szolgált (CADD);
- a CAD alapvető szerepe a geometria definiálása;
- a geometria felhasználható további CAM, CAE, stb. tevékenységekre, jelentős időt megtakarítva és csökkentve a geometria ismételt létrehozása során bekövetkező esetleges hibákat.



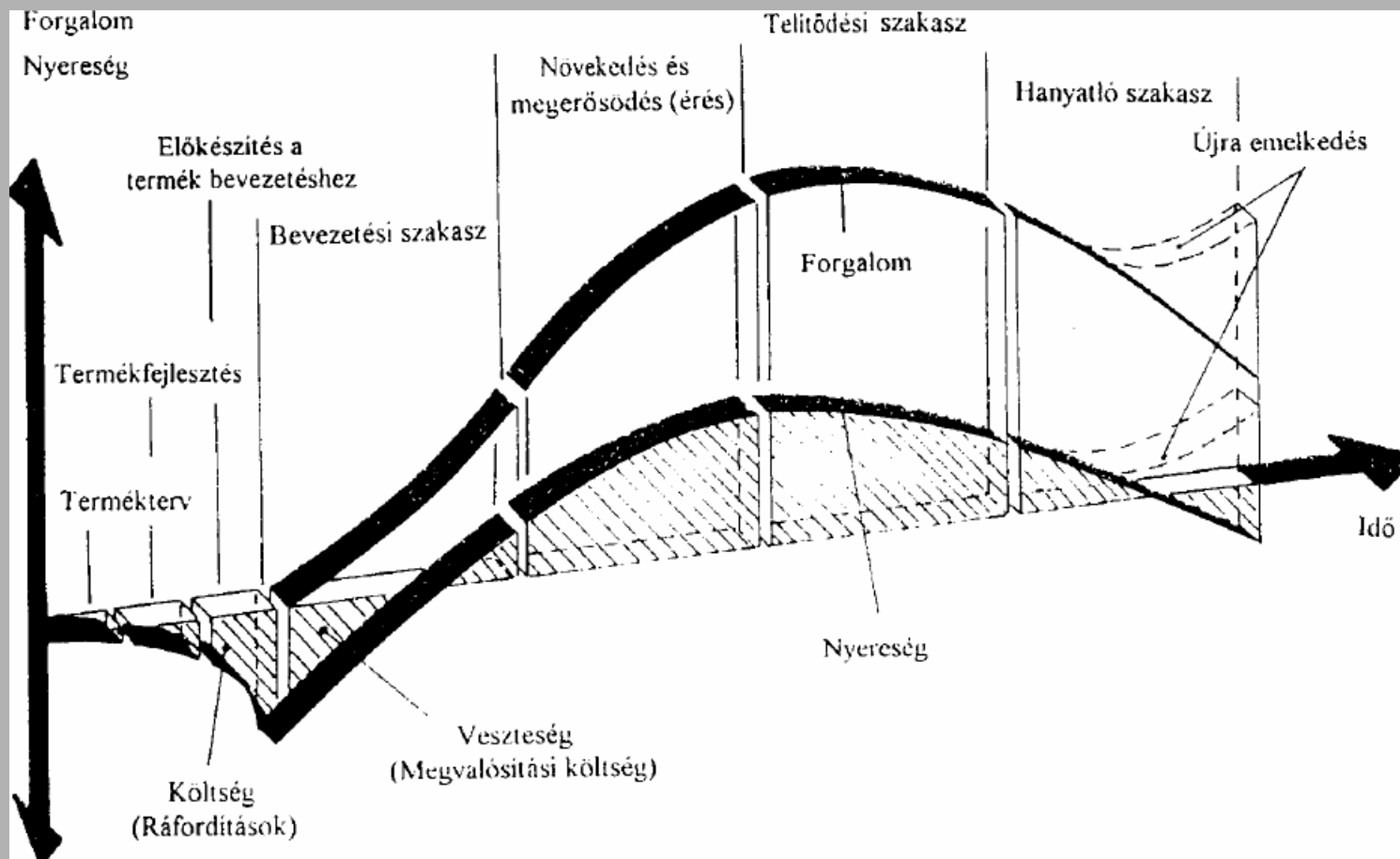
CAM $\Rightarrow$ **C**omputer **A**ided **M**anufacturing (számítógéppel segített gyártás)

- gyártási folyamatok tervezéséhez, szervezéséhez és vezérléséhez használt, a gyártórendszerekkel (interfészek révén) összekapcsolt számítógépes technológia;
- NC (numerical control) a gyártóeszközök programozott vezérlésének technológiája;
- gyártócellában működtethető, szerszámok és munkadarabok, kiválasztását és pozícionálását végző robotok programozása NC gépek részére;
- folyamat-tervezés: a szerkezet leggyártásához szükséges megmunkálási folyamat egyes lépéseinek meghatározása.



CAE $\Rightarrow$ **C**omputer **A**ided **E**ngineering (számítógéppel segített mérnökitevékenység)

- a megalkotott CAD geometria modell elemzésére, a termékek várható viselkedésének szimulálására, azok áttevezésére és optimálására használt számítógépes technológia;
- mozgásviszonyok elemzése, dinamikai vizsgálat, stb.;
- feszültségek, alakváltozások, hőátadási és áramlástanai viszonyok meghatározására a leggyakrabban használt eljárás a végeselemes módszer (VEM) (egyszerűsített geometriai modellt használ);
- szerkezeti kialakítás optimálása: alak és méret optimálás;
- célfüggvény, tervezési változók, kényszerek.



A korszerű tervezési módszerek alkalmazásával a fejlesztési idő lerövidíthető

Hagyományos

[illegible]

Lerövidített

[illegible]



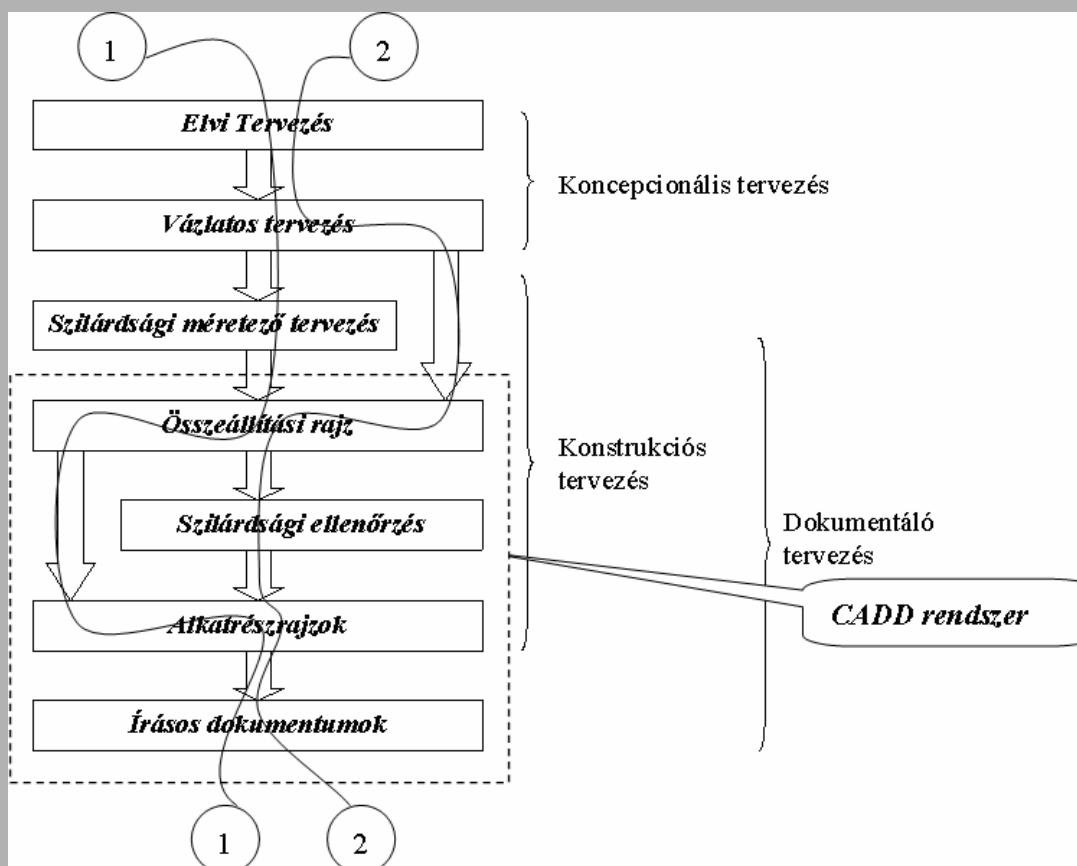
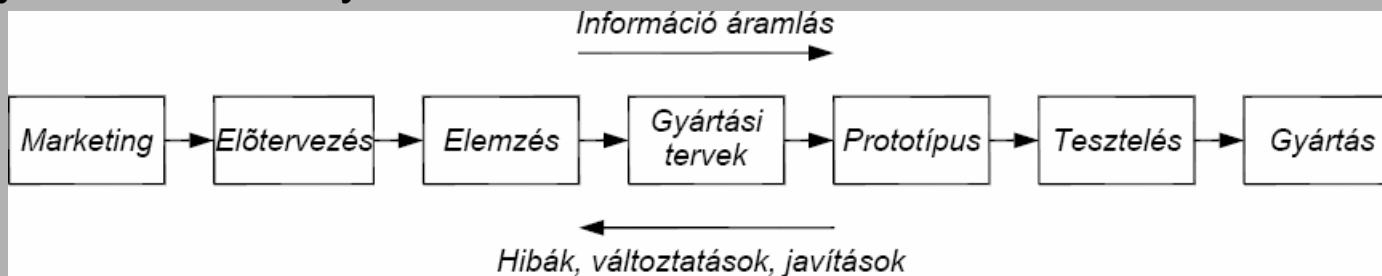
Hagyományos gépészeti tervezési folyamat

A tervezési folyamat legfőbb jellemzője, hogy az egyes munkafázisok sorban követik egymást.

A tervezési folyamat főbb lépései:

- ◆ termékkonceptió kidolgozása (piaci igények felmérése, újabb követelmények);
- ◆ koncepcionális tervezés, elvi megoldások kidolgozása;
- ◆ a termék modellezése, konstrukciós tervezés;
- ◆ terhelések, igénybevételek, számítások;
- ◆ részlettervek kidolgozása, végleges geometria;
- ◆ gyártás- és szerelэшhelyesség vizsgálata;
- ◆ költségek, szabványok, előírások;
- ◆ Végleges dokumentáció, alkatrészrajzok.

Hagyományos tervezési folyamat:





A soros tervezés fázisai:

Elvi tervezés: a tervezett objektum lehetséges működési elveinek tisztázása. Az alkalmazott elv származhat intuitív ötletből, vagy a módszeres tervezés alapelemének számító tervezési katalógusból. Az elvi terv leggyakrabban olyan kinematikai vázlat, mely tartalmazza a kiválasztott energiaforrásnak megfelelő szimbolikus jeleket is (villamos motorokat, hidraulikus- pneumatikus munkahengereket, stb.).

Vázlatos tervezés: a vázlatos tervezés során el kell képzelni és vázlat formájában rögzíteni kell a térben az elemeket. Ebben a munkafázisban arányos vázlatra kell törekedni, és már alkalmazni kell az ismert geometriai adatokat (pl. csatlakozó méretek, stb.).

Szilárdsági méretező tervezés: Ebben a munkafázisban el kell végezni minden olyan számítást, mely a későbbi konstrukciós munkához geometriai adatokat képes szolgáltatni. Mivel a tervezés ezen szakaszában a CAD modell méretek hiányában még nem áll rendelkezésre a mérnöki számításokat leggyakrabban manuálisan kell elvégezni.

Összeállítási rajz: A számított fő méretek ismeretében a soros (2D-s) tervezési módszer szerint meg kell szerkeszteni a tervezett objektum összeállítási rajzát.

Szilárdsági ellenőrzés: Abban az esetben, ha a 2-es nyomvonal szerinti útvonalon járjuk be az ábrát, tehát szilárdsági méretező tervezés nélkül, felvett adatokkal kezdődött meg az összeállítási rajz szerkesztése, akkor a szerkesztésből adódó adatokkal utólag szilárdsági ellenőrzést kell végezni, és az esetleges változásokat vissza kell vezetni az összeállítási rajzra. Ha korábban az 1-es útvonalon haladtunk az ábrán és a méretező tervezés által meghatározott adatoktól meg kellett térni az összeállítási rajz szerkesztése során ezt a blokkot ki lehet hagyni.



Alkatrészrajzok: A soros tervezési modell munkamódszere szerint az alkatrészrajzokat csak az összeállítási rajz/modell után lehet elkészíteni. Az alkatrészrajzok elkészítése általában nem a CAD program által biztosított belső automatizmus alapján történik. Ilyen belső automatizmust 2D-s programok (2D-s ábrázolás) esetében nem is lehet elvárni, mivel jelenleg nem ismerünk olyan mesterséges intelligenciát, mely csak az összeállítási CAD állományt felhasználva támogatni tudná az alkatrészrajzok létrehozását. Mivel a CAD rendszerek fejlődése túl lépett ezen a szinten, valószínűsíthető, hogy ez a probléma jövőben sem fog megoldódni. A tervezés során az alkatrészrajzok létrehozását CADD programokkal célszerű támogatni.

Írásos dokumentumok: A tervezési folyamatokat bemutató vázlatok csak ritkán utalnak arra, hogy egy komplett műszaki terv a rajzi dokumentumokon kívül írásos dokumentumokat és specifikációkat is tartalmaz. Ezek a dokumentumok általában darabjegyzékek, műleírások, mérési-, használati-, üzemeltetési-, karbantartási utasítások, gépkönyvek stb. lehetnek.

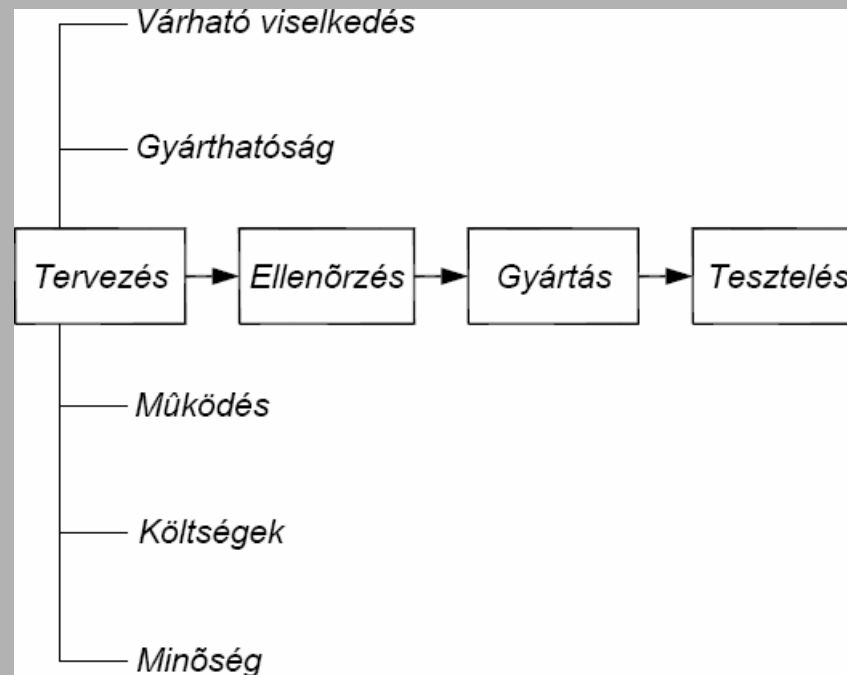
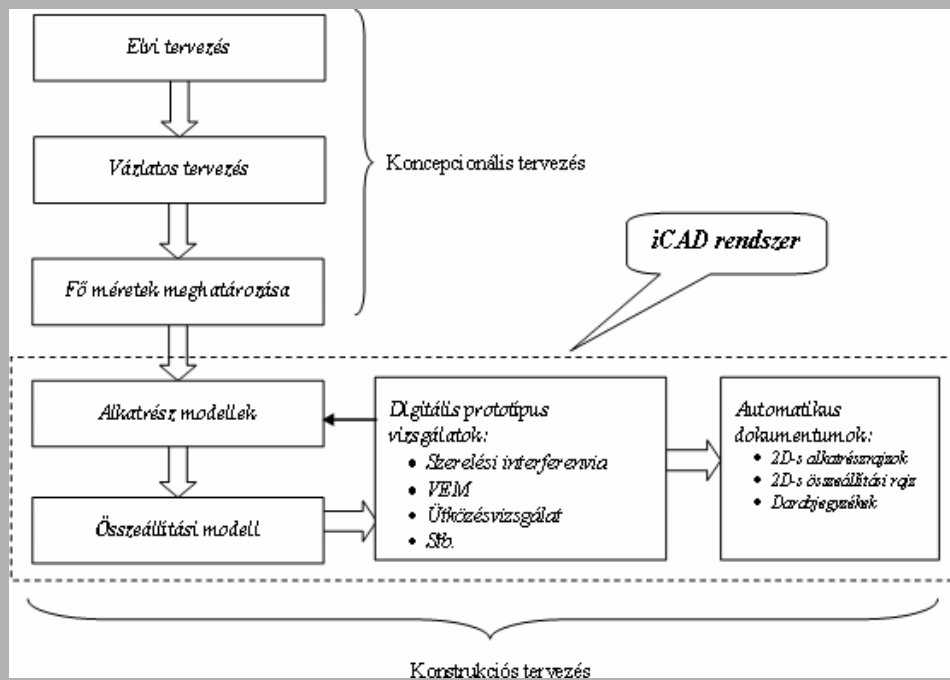
2D-s tervezési technológiát alkalmazva az automatikus darabjegyzék készítés komoly nehézségekbe ütközik, és néhány speciális esettől eltekintve nem is megoldható. Általában a kereskedelmi és szabványos tételek esetében lehet támogatást várni a CAD rendszerektől, abban az esetben, ha ezeket a tételeket a CAD rendszer „tudtával” illeszti be a tervező a rajzba. Egyes CAD rendszerek belső moduljai és külső segédprogramok alkalmasak arra, hogy a szabványos és kereskedelmi tételeket a felhasználó által menüből kiválasztva automatikusan létrehozzák a rajzban. Az ilyen esetekben speciális címkék segítségével az automatikus darabjegyzék készítő képes kigyűjteni a rajzban lévő ilyen tételeket. Az 2D-s ábrázolás jellegéből adódóan (az egyszerűsített ábrázolás szerint pl. minden csavar nem látszik a rajzon) a darabjegyzék számára automatikusan kigyűjtött tételekhez tartozó darabszámokat manuálisan kell megszámolni/ellenőrizni. Ez alól kivétel is van, pl. a síkba teríthető összeállítási rajzokból (hidraulika-, pneumatika-, légtechnikai-, egyes épületgépészeti tervek esetén) a kereskedelmi és szabványos tételek pontos megnevezéssel és darabszámokkal kigyűjthetők a darabjegyzék számára.



Hátrányok:

- ◆ a tervezési folyamat hosszadalmas, a piacra kerülés elhúzódik;
- ◆ a nem elégséges termékspecifikáció számos módosítást igényel a termékfejlesztés fázisában;
- ◆ a változtatások növelik a költségeket és a piacra kerülési időt;
- ◆ a gyárthatósági követelmények háttérbe szorulnak a tervezés során.

Párhuzamos vagy konkurens tervezési folyamat





A párhuzamos tervezés fázisai:

Elvi tervezés: hasonlóan a soros folyamatábrához a tervezési munka során először a tervezett objektum lehetséges működési elveit kell tisztázni. Az alkalmazott elv származhat intuitív ötletből, vagy a módszeres tervezés alapelemének számító tervezési katalógusból. Az elvi terv leggyakrabban olyan kinematikai vázlat, mely tartalmazza a kiválasztott energiaforrásnak megfelelő szimbolikus jeleket is (villamos motorokat, hidraulikus-pneumatikus munkahengereket, stb.). Ebben a munkafázisban CAD támogatást még nem lehet igénybe venni, mert a tervezet szerkezetnek sem a méreteit, sem a térbeli elrendezését nem ismerjük.

Vázlatos tervezés: a vázlatos tervezés során el kell képzelni és vázlat formájában rögzíteni kell a térben az elemeket. Ebben a munkafázisban arányos vázlatra kell törekedni, és már alkalmazni kell az ismert geometriai adatokat (pl. csatlakozó méretek, stb.). Ebben a munkafázisban CAD támogatást még nem lehet igénybe venni, mert a tervezet szerkezet méreteit, nem ismerjük.

Fő méretek meghatározása: a 3D-ben történő tervezés legnagyobb ellentmondása, hogy az iCAD rendszerekbe integrált méretező modulok addig nem képesek dolgozni amíg fel nem építjük a méretezendő objektum 3D-s geometriai modelljét. Ugyanakkor a 3D-s geometriai modell létrehozásához valamilyen kezdeti méretekkel rendelkezni kell. Ezt az ellentmondást a parametrikus modellezési technológia alkalmazásával lehet feloldani.



Alkatrész modellek: a tényleges konstrukciós tervezés az alkatrészek 3D-s CAD modelljének létrehozásával kezdődik, de az integrált CAD rendszerekben az adatok asszociativitása és a modulok közötti átjárhatóság lehetősége miatt tetszőleges irányban lehet megközelíteni a kész terv állapotát. Tehát lehet haladni abban irányban is hogy előbb készüljön el az összes alkatrészmodell, vagy azonnal (vízszintesen haladva az ábrán) elvégezhetők a digitális prototípus vizsgálatok, illetve a 2D-s alkatrészbrajz. Kereskedelmi és szabványos alkatrészek CAD modelljét nem kell felépíteni. Léteznek CAD-rendszer független alkatrész-adatbázisok is pl. Cadenas Partsolution, Web2CAD

Összeállítási modell: az összeállítási modellhez tetszőlegesen lehet felhasználni bármilyen, az adott CAD rendszerrel kompatibilis alkatrészmodellt. Az összeállítási modellek készítése során un. szerelési kényszerekkel lehet az egyes alkatrészek egymáshoz való kapcsolatát definiálni.

Digitális prototípus vizsgálatok: az iCAD rendszerek különféle integrált analízis modulokkal teszik lehetővé, hogy a készülő műszaki terv a tervezés fázisában a legfontosabb szempontok szerint ellenőrizve, tesztelve legyen. Az iCAD rendszerekben nincs szükség az adatok konverziójára, vagy újabb modellek létrehozására, mert a digitális prototípus vizsgálatokhoz a rendszer ugyan azokat a CAD-modelleket használja, amit korábban a tervező az alkatrésztervező és összeállítás-kezelő modulokban létrehozott. A számítások hatására megváltozott méreteket a rendszer képes végigvezetni a teljes tervdokumentáción. Igényes számításokhoz a megváltozott méretekkel célszerű a digitális tesztek újra végigfuttatni, és a végső eredményig folytonosan iterálni.

Automatikus dokumentumok: A 2D-s alkatrészbrajzok kevés felhasználói beavatkozás mellett készíthetők. A 2D-s dokumentumok lényegében a gyártási dokumentumok emiatt teljesen nem nélkülözhető a tervező szakértelme. Gondoljunk csak arra, hogy a tervező a 3D-s modelleket korábban szerkesztési mérethálózattal határozta meg, ami legtöbbször nem esik egybe a gyártási mérethálózattal. A 3D-ből 2D-be generált modellek esetében az alkatrészbrajzon feltüntetik az alkatrész axonometrikus / fotorealisztikus képét, ami nagyon megkönnyíti a rajzok olvasását. Emiatt egyszerűsített 2D-s ábrázolás mellett is egyértelmű lehet az alkatrészbrajz. Ez a folyamat lassan oda vezet, hogy a mérnöktársadalomnak lassan át kell majd értékelni a műszaki ábrázolásról alkotott képét és szabálykészletét.

A CADD programokkal ellentétben iCAD rendszer az automatikus darabjegyzék készítést teljes körűen és kompromisszumoktól mentesen képesek elvégezni.



Párhuzamos vagy konkurens termékfejlesztés

A tervezési folyamat legfőbb jellemzője a termékfejlesztéshez kapcsolódó tevékenységek egyidejű és integrált elvégzése:

- tervezési tevékenység;
- gyártástechnológia;
- anyagtudomány;
- marketing, stb.

A tervezési folyamat főbb jellemzői:

- ♦ a tervezési folyamat a termék teljes életciklusát (konceptió, minőség, költségek, újrahasznosítás) figyelembe veszi ;
- ♦ a termékfejlesztésben résztvevő partnerek között folyamatos információ áramlásra van szükség;
- ♦ a termék várható költségét a tervezési folyamat alapvetően meghatározza.

A számítógéppel segített párhuzamos tervezés főbb jellemzői:

- ◆ A termékfejlesztés valamennyi területére kiterjed (piackutatás, koncepcionális tervezés, megoldási elvek keresése, geometriai tervezés, elemzés, gyártási folyamatok tervezése, ellenőrzés stb.).
- ◆ A mérnöki tervezést számos CAD, CAM, CAE program segíti, újabban integrált formában.
- ◆ A műszaki adatbázisok integrálódnak a vállalati információrendszerbe.
- ◆ A „solid model”-re vagy más néven a test modellezésre épülő programok a következő tevékenységeket integrálja:
 - folyamattervezés;
 - geometriai tervezés;
 - gyártástervezés;
 - gyártás és szerelés szimulációja;
 - rapid prototyping.

A számítógépes konkurens mérnöki tervezés reprezentációja:

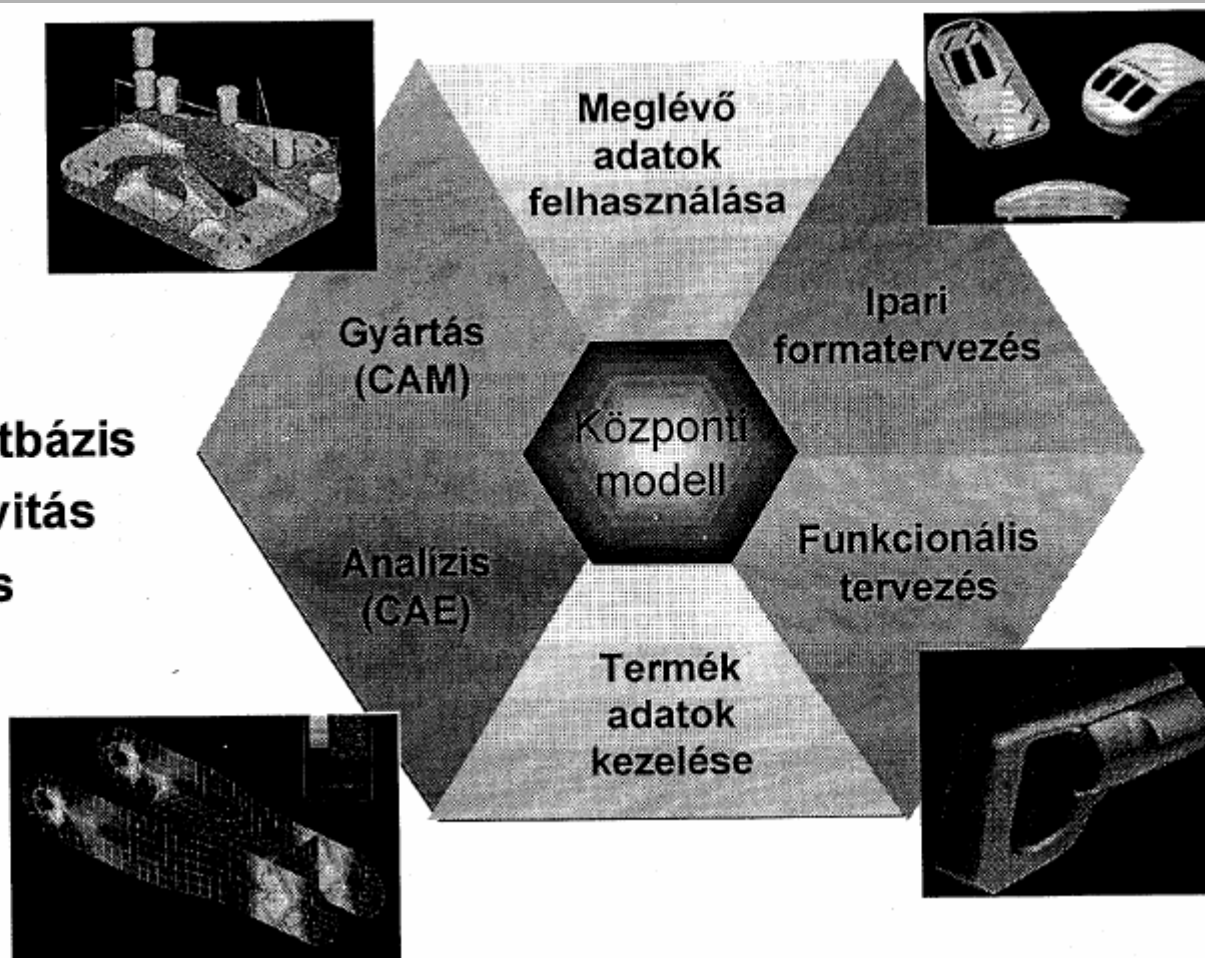
Modularitás

**Párhuzamos
termékfejlesztés**

**Központi modell
(Master model)**

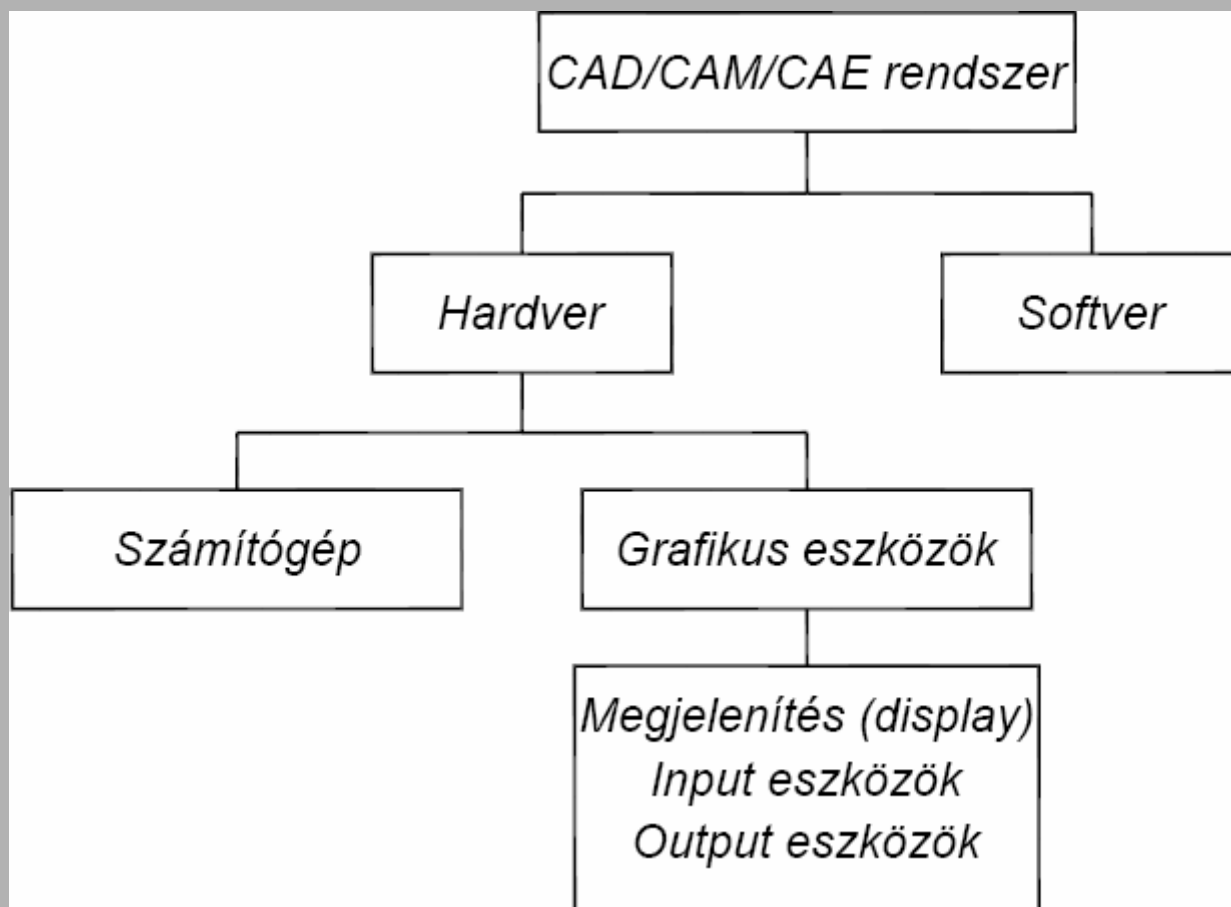
- ⇒ Közös geometriai adatbázis
- ⇒ Teljeskörű asszociativitás
- ⇒ Adatkonverzió mentes

Teljes megoldás



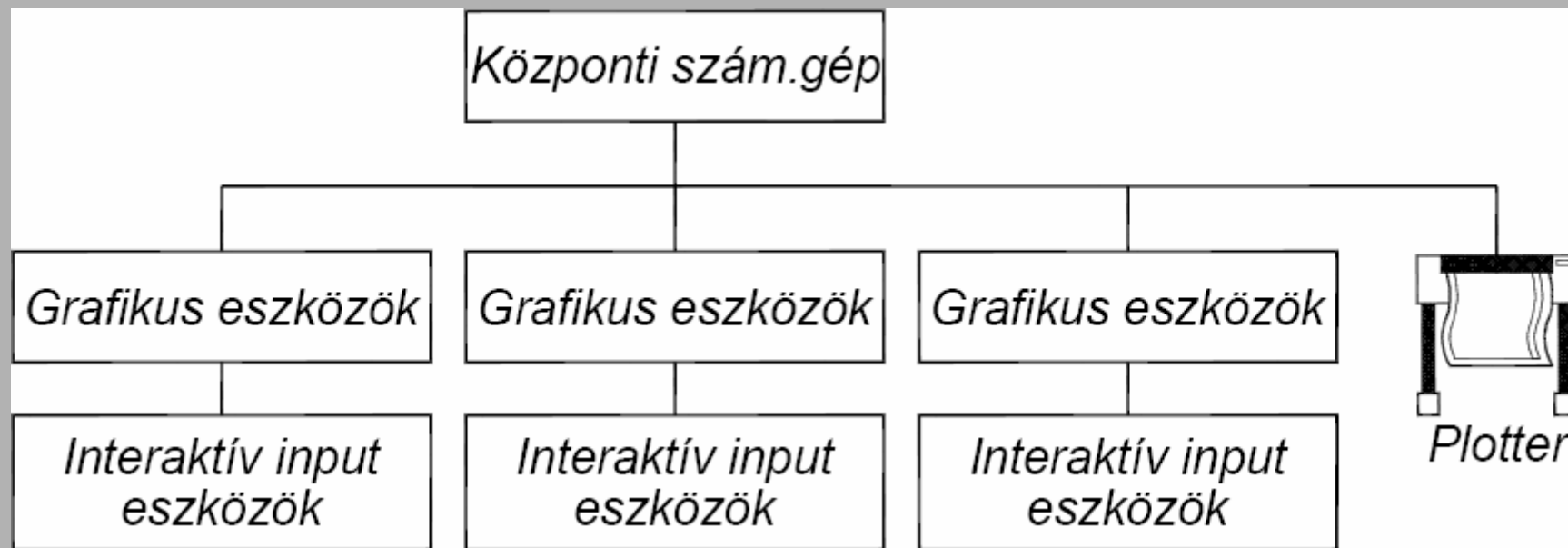
A CAD/CAM/CAE rendszer komponensei

Általános követelmény: hatékony, interaktív geometriai modell készítés és módosítás.



A CAD/CAM/CAE rendszer komponensei

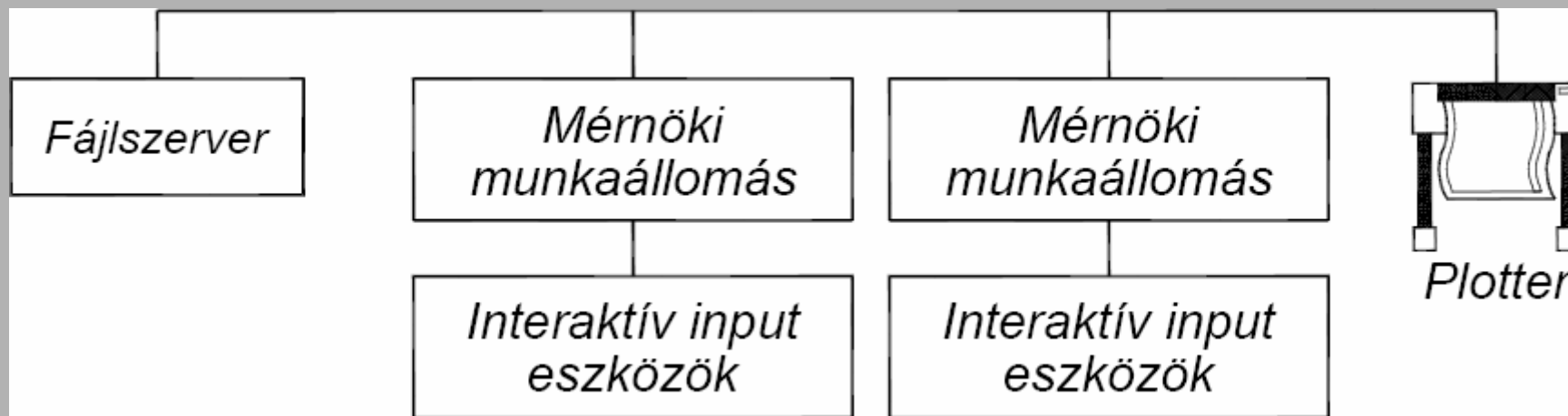
Számítógépes rendszer központi számítógéppel.



A rendszer költséges, és esetenként túlterhelt.

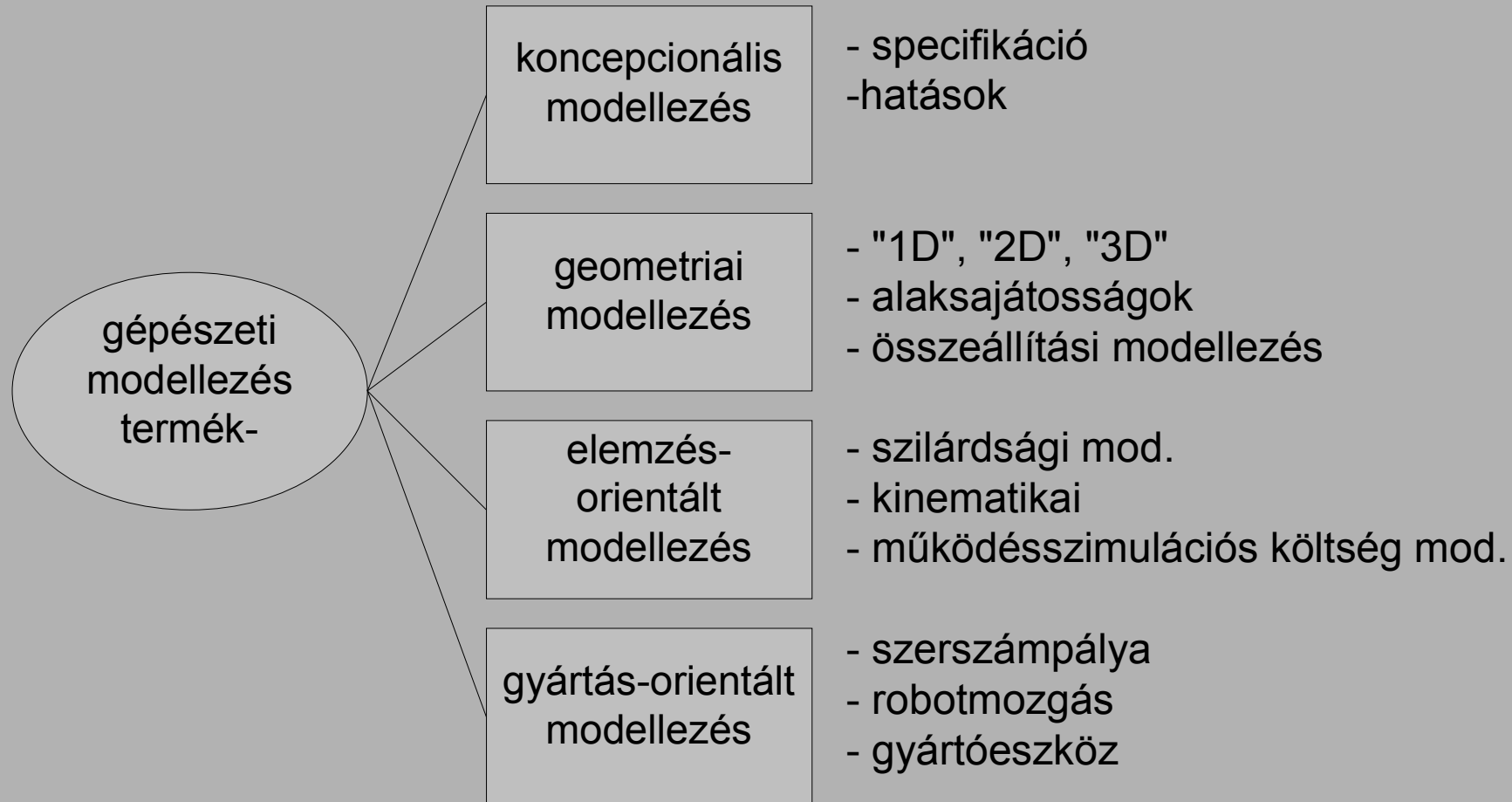
A CAD/CAM/CAE rendszer komponensei

Számítógépes rendszer munkaállomások használatával.



A munkaállomások használata olcsóbb, a rendszer rugalmasabb.

A termékmodell komponensei

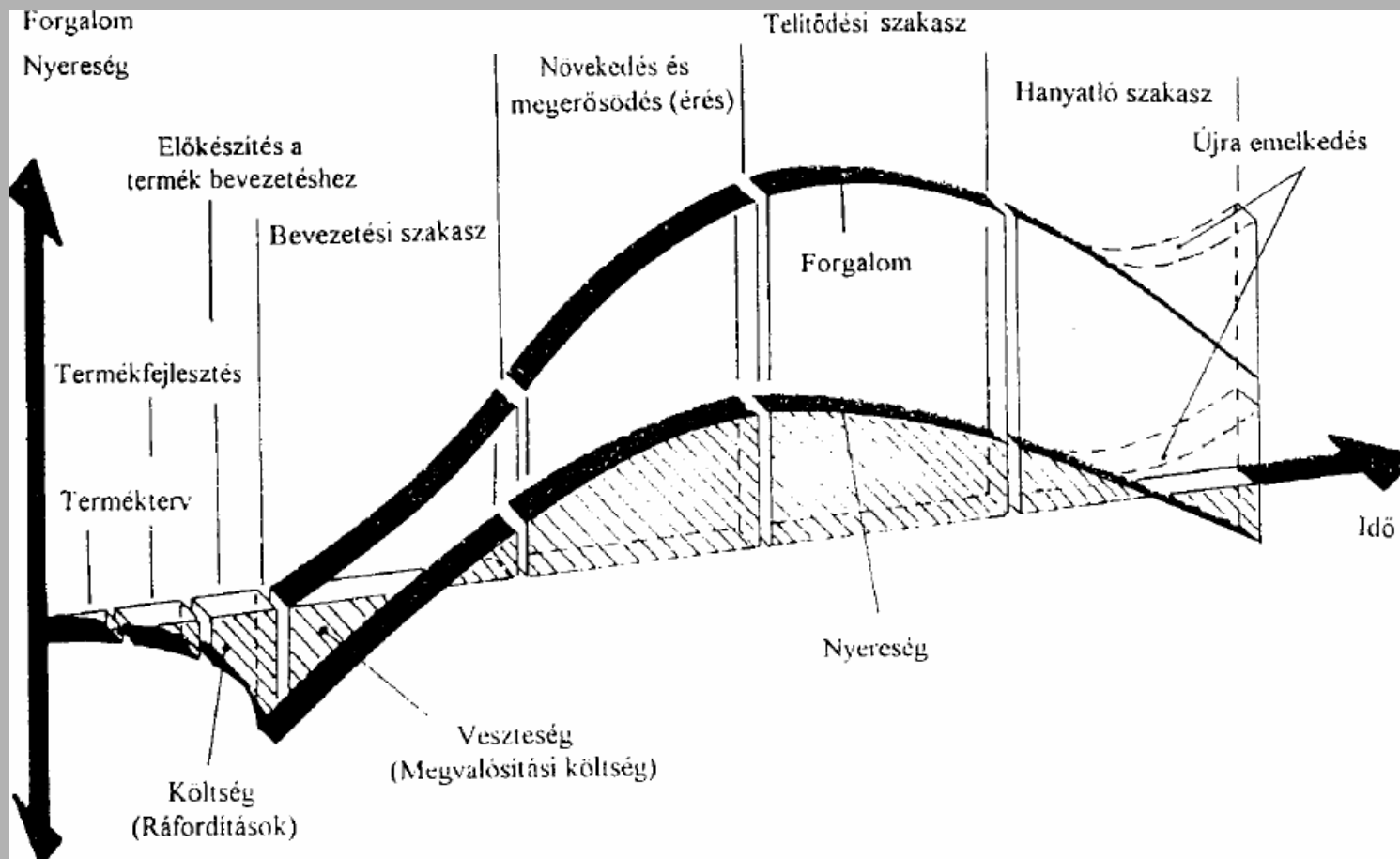




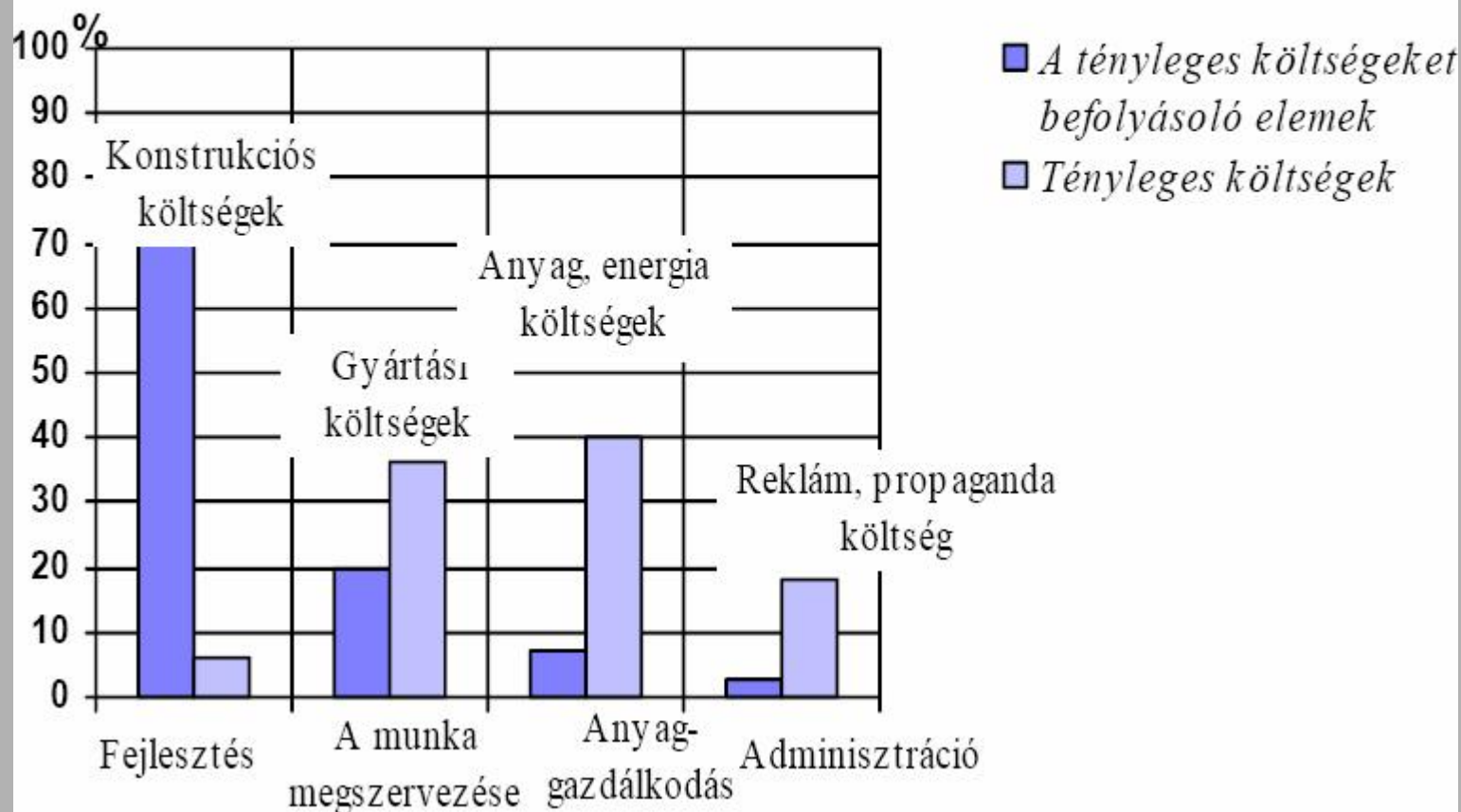
Költségmodellezés

A költségmodellek az alábbi szempontokat veszi figyelembe:

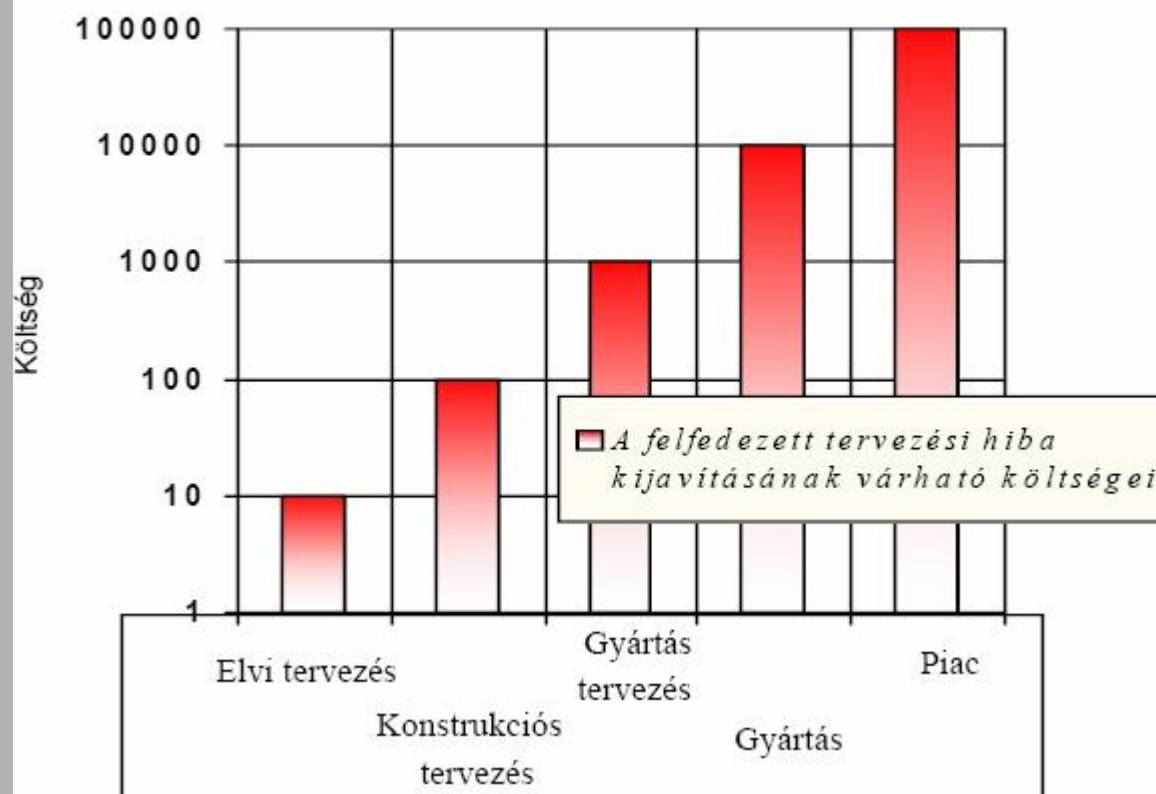
- ◆ termelőeszközök működésének költségei;
- ◆ a konkurens tervezési környezet fenntartási költségei;
- ◆ költségmegtakarító szemlélet helyett hozamnövelő szemléletet kell meghonosítani;
- ◆ a tervezés legyen költségérzékeny a gyártóeszközök működtetésének költségeire;
- ◆ a tervezési alternatívák kidolgozása nem jelentős költségnövelő tényező.



Egy termék tényleges költségei és a költségeket befolyásoló munkaterületek



A „Tizedes” szabály





Köszönöm a figyelmet!