

Módszeres eljárás a korszerű termelési rendszerek kialakítására

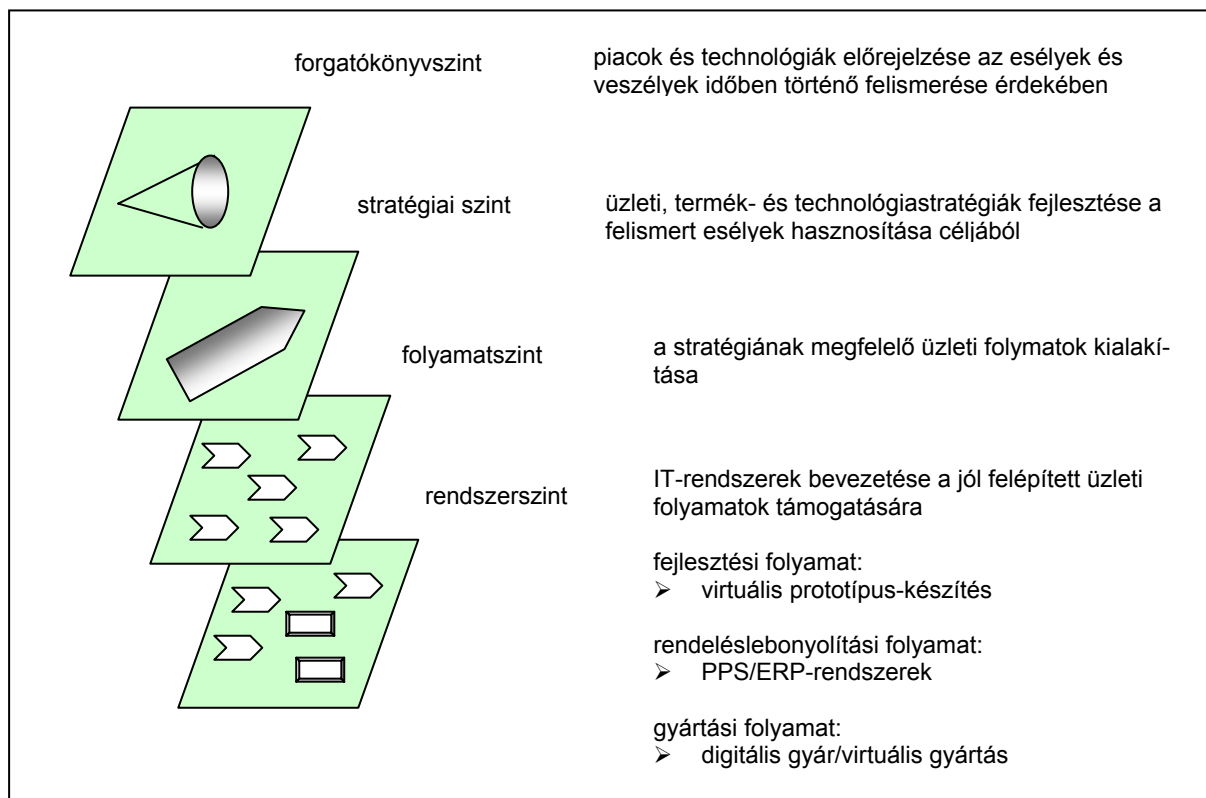
A digitális gyár, ill. a virtuális gyártás ma már közismert fogalmak, amelyek az automatizált gyártási rendszerek számítógépes modellezését és elemzését jelentik. Az ehhez rendelkezésre álló IT-eszközök az elmúlt évtizedben óriásit fejlődtek, és napjainkban már lehetővé teszik a korszerű gyártási rendszerek elemzését majdnem minden szempontból. Teljes hatásukat azonban csak akkor tudják kibontakoztatni, ha a gyártási rendszerek tervezését a gyártási rendszerek fejlesztésének módszeres eljárása és eszköztára támogatja. A gyártási rendszerek fejlesztése a termékek keletkezési fázisának szerves része, amelynek elején a stratégiai termékfejlesztés áll. Feladata a jövőbeni verseny előrejelzése annak biztosítása céljából, hogy a termékkeletkezés a holnap követelményeinek megfeleljen. Jelen cikk a jövőbeli termelés kialakítására szolgáló rendszert mutatja be. Ez lehetővé teszi a jövőbeli követelmények integrálását a termék keletkezésének folyamatába, a gyártási rendszer szisztematikus tervezését és a digitális gyár IT-eszközeinek hasznos alkalmazását.

Tárgyszavak: előrejelzés; gyártási rendszer; menedzsment; termelés; tervezés; vállalatirányítás.

Az első a stratégia

A múltban sok vállalat merész CIM-stratégiát dolgozott ki (CIM = számítógéppel integrált gyártás), amivel azt a kérdést akarták megválaszolni, hogy hogyan lehetne a versenyképességet az információtechnika ún. köteget alkalmazásával javítani. A gazdaságossági számítások azonban pragmatikus mérlegelés után gyakran háttérbe szorultak. Nagy és drága felhasználói rendszereket használtak, amelyek gyakran nem hozták a várt hasznot. A költségeket azonban messzemenően elérték, sőt néha jelentősen túllépték. Ennek fő oka a nem megfelelően struktúrált rendszerekben rejlett. Az információfeldolgozási eljárások azonban

megkövetelik a jól strukturált folyamatokat. Megszületett tehát az üzleti folyamat (business process) fogalma. Világossá vált az is, hogy a jól felépített folyamatok nemcsak az IT-eljárások hatékony alkalmazásának feltételét képezik, hanem már önmaguknak is nagy hasznot hoznak. A vállalatoknál a folyamatok rendszerint történelmileg alakulnak ki, és így jelentős racionalizálási lehetőséget alkotnak. A business process reengineering (rövidítve **BPR**, magyarul kb. az üzleti folyamatok átalakítása) címszó alatt sok helyen megkérdőjelezték a már kialakult, és új, karcsú folyamatokat határoztak meg és valósítottak meg. Az eredmények egészében véve kétségtelenek. Világossá vált azonban, hogy a karcsú folyamatok önmagukban nem biztosítják egy vállalat jövőjét. Az üzleti folyamatok átalakítása csak akkor vezet tartós eredményre, ha a *folyamatok okos üzleti stratégia következményei*.



1. ábra Négyszintű modell a jövőbeli termelési rendszerek kialakításához

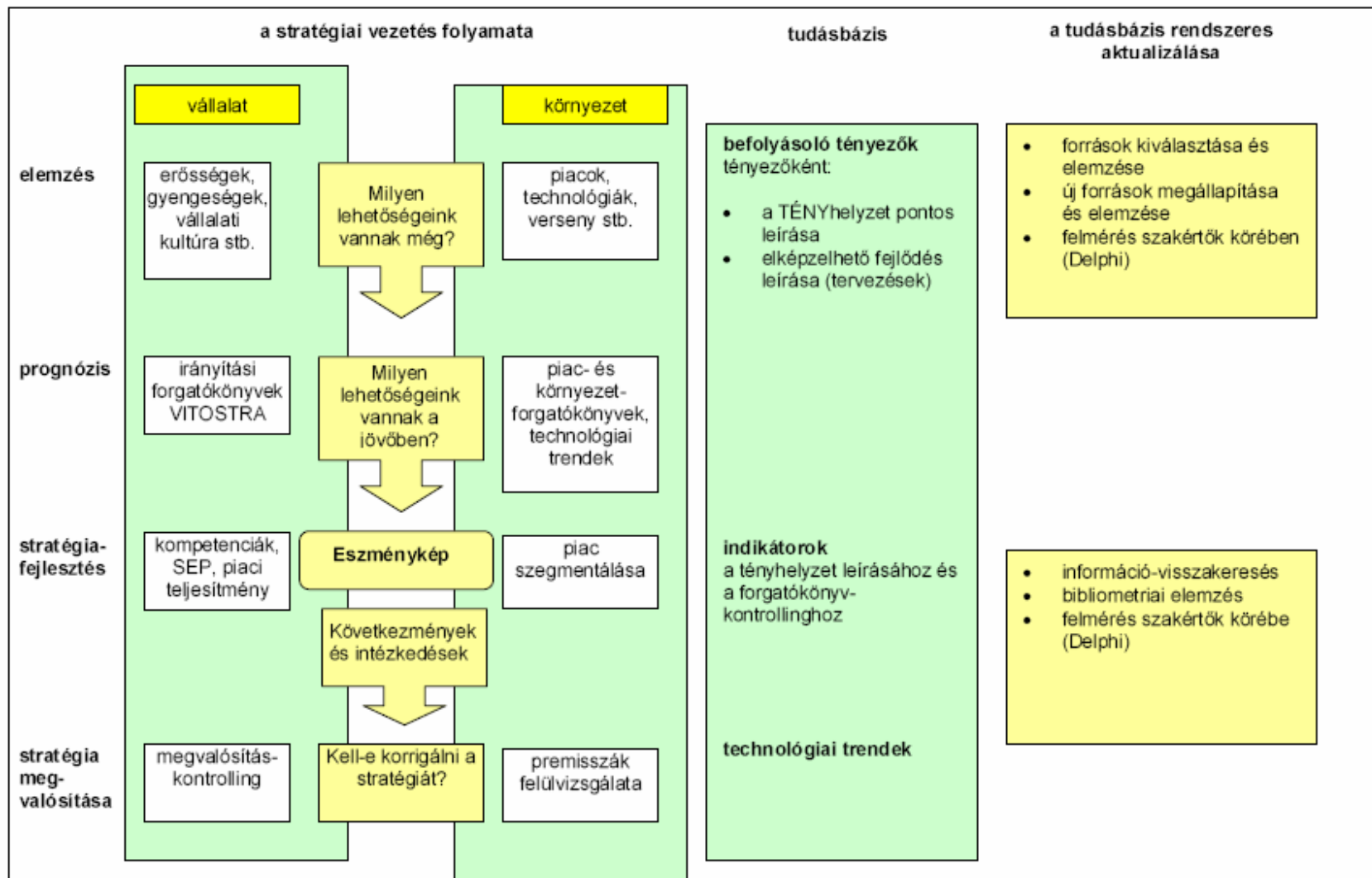
A merész CIM-stratégiák itt vázolt, a BPR-kampányokon keresztül egészen a stratégiai irányultság hangsúlyozásáig terjedő történelmi fejlődését sok projektben lehetett megfigyelni. Az ezekben szerzett tapasztalások

talatok alapján alakult ki a jövőbeli termelési rendszerek kialakítását ábrázoló és segítő modell, amely az *1. ábrán* látható.

Ez négy szintből áll, amelyeket fentről lefelé kell kidolgozni. Nyilvánvalóvá, hogy az IT-rendszerek bevezetése a jól átgondolt cselekvési lánc végén, és nem az elején áll. Ez különösen érvényes a termékek keletkezésének úgynevezett virtualizálására. Ezen a fejlesztés alatt álló termék számítógépes modelljeinek abból a célból történő létrehozását és elemzését értjük, hogy az idő- és költségigényes prototípuskészítés és -tesztelés a minimálisra csökkenjen. Erre gyakran használják a virtuális prototípus-készítés fogalmát. Ha a gyártási rendszer tervezéséről van szó, ami tulajdonképpen a termék létrejöttéhez tartozik, akkor digitális gyárról beszélünk. A kérdés itt a következő: a négyszintű modell értelmében a rendszerszint felett mit kell tenni a virtuális gyártás sikeres kialakítása érdekében? A vállalatvezetés számára itt az előretekintés és a stratégia képezi a döntő ösztönzést.

A stratégia kidolgozása a stratégiai vezetés referenciaeljárása szerint történik (*2. ábra*). Az első lépés a kiindulási helyzet elemzése. Ennek során egyrészt a vállalat erősségeit és gyengéit, valamint a vállalati kultúrát határozzák meg, másrészt a vállalati környezetet vizsgálják meg azért, hogy megállapításokat lehessen tenni a piacokról, technológiákról és az aktuális versenyről. Az ezt követő prognózisban a forgatókönyv-technika segítségével meg lehet állapítani piacoknak és környezetnek azt a jövőbeni helyzetét, amelybe a saját üzleti tevékenységet bele kell helyezni. Az intelligens, technológiaorientált üzleti és termékstratégiák fejlesztését szolgáló eljárás – VITOSTRA – támogatja a stratégia változatainak kidolgozását. A stratégiafejlesztés szakaszában elkészül egy eszménykép, valamint egy program következményekkel és intézkedésekkel, amelyek a stratégiát teljessé teszik. A stratégia megvalósítása során ügyelni kell a stratégiában megfogalmazott intézkedések következetes végrehajtására. Ehhez megvalósítás-controllingra van szükség. A premisszák controllingja megmutatja, hogy a piac- és környezetprognózis során megfogalmazott feltételezések még érvényesek-e.

A forgatókönyv-technika lehetővé teszi a jövő elképzelését. A jövőre vonatkozó forgatókönyvek befolyásoló tényezők hálós rendszerén alapulnak, amelyben minden tényezőre több elképzelhető fejlődés jöhet számításba. Befolyás-elemzéssel ki lehet szűrni azokat a tényezőket, amelyek különösen nagy hatást gyakorolnak a vizsgálat tárgyának jövőjére. Ezekre az úgynevezett kulcstényezőkre különböző jövőbeni fejlődéseket, projekciókat állapítanak meg. A jövőprojekciók konzisztenciájának páronkénti értékelése adja a forgatókönyvek számításához az alapot. En-



2. ábra A stratégiai vezetés referenciaeljárása és online tudásbázis piac- és környezetprognózis készítéséhez

nél elvileg a következő kérdést kell megválaszolni: Mennyire valószínű két előrejelzés vagy projekció bekövetkezése egy önmagában megalapozott jövőscenárióban? Elkészítik az előrejelzések megalapozott kombinációit, a projekciókötegeket. Minden kötegben minden kulcstényező pontosan egy projekciót tartalmaz. Az egymáshoz hasonló kötegeket klaszterelemzéssel fogják össze. Egy forgatókönyv egymáshoz jól illő projekciókötegek klaszterja.

A forgatókönyv-technika döntő lépése a kulcstényezők azonosítása és leírása jövőre vonatkozó előrejelzésekkel, valamint megalapozott forgatókönyvekké kombinálása. Ezek a lépések olyan tudást igényelnek, melyek beszerzése idő- és költségigényes.

Itt a Heinz Nixdorf Intézet által a piac- és környezetprognózisokhoz kifejlesztett online-tudásbázis információk és adatok rendelkezésre bocsátásával segít. A tudásbázis lényegében befolyásoló tényezőket tartalmaz, valamint azok jövőkivetítéseit és indikátorait. Minden tényezőhöz a tény-szituációt keresik, pontosan leírva és indikátorokkal igazolva. Indikátorokon az idő során mérhető értékeket értjük. Példák a tudásbázisból származó tényezőkre:

- virtuális projektkeletkezés átjárhatósága,
- funkcionális anyagok használata szerszámgépekben,
- berendezéskomponensek intelligenciafoka,
- automatizáltság foka.

A második tényező, a „funkcionális anyagok használata szerszámgépekben” részletes kifejtése az alábbiak szerint történhet.

– *Meghatározás*

A funkcionális anyagok lehetővé teszik többek között adaptronikus rendszerek megvalósítását. Az ilyen rendszerben a szenzorika, aktorika és mechanika kompakt struktúrát képez. Az adatronikát „intelligens anyagok” alkalmazása teszi lehetővé, ami a szabályozó kör szenzorika, aktorika és mechanika funkcióit tartalmazza.

– *Jelenlegi (tény-) helyzet*

Az adaptív struktúra-technológia, röviden adaptronika új technológia a struktúrendszer optimalizálására. Ezt úgy érik el, hogy a struktúra-dinamikai tulajdonságokat folyamatosan a változó környezeti feltételekhez igazítják. Alkalmazási terület például az aktív rezgéscsillapítás és az üzemelő építőelemek struktúrába integrált hibaellenőrzése. A folyamatos korrekció következtében kisebb az alkatrészek igénybevétele, így azok könnyebben kivitelezhetők. A hagyományos mechanikai szabályozó körrel ellentétben az adaptronikus rendszerekben az egyes elemek több funkciót látnak

el (aktor, szenzor és szabályzó), aminek következtében nagy integrációs sűrűség érhető el. Bár az adaptronika számos lehetőséget kínál, eddig csak keveset tártak fel ezek közül.

- *'A' előrejelzés: az „intelligens anyagok” alkalmazása a szerszámgépekben egyes egységekre korlátozódik.*

Az adaptronikus rendszerek nagy lehetőséget kínálnak a szerszámgépek teljesítményének és gazdaságosságának javítására. Az intelligens anyagok, például piezokerámiák vagy emlékező ötvözetek szükséges alkalmazása azonban növeli ezeknek a technológiáknak a költségét. Az adaptronikus rendszerek alkalmazása ezért a szerszámgépek kevés alkatrészére korlátozódik.

- *'B' előrejelzés: az adaptronikus szerszámgépek ágazati szabványok.*

Adaptronikus rendszerek határozzák meg a szerszámgépek működését, és azokat a gépállvány, valamint a teljes gépkörnyezet területén az állító- és főmeghajtók javítására használják. Szerszámgépek szerkesztése során a kritikus helyeken többfunkciós anyagokat használnak, amelyek lehetővé teszik a teljes szerszámgéprendszer struktúrájának és csillapításának egyidejű befolyásolását. Ez könnyű szerkezetet tesz lehetővé, ami a szerszámgép tömegét a passzív szerkezetek hagyományos kialakításához viszonyítva egyértelműen csökkenti.

Egyértelmű, hogy ezek a kulcstényezők és előrejelzések nem cég-specifikusak, hanem az egész ágazatra érvényesek. Kézenfekvő ezért, hogy ezeket az információkat egy tudásbázisban feldolgozzák, rendszeresen aktualizálják, és piac- és környezet-forgatókönyvek kialakításához a vállalatok rendelkezésére bocsássák. A vállalat az egész ágazatra érvényes tényezőket specifikus szempontból továbbiakkal kiegészíti, és így olyan piac- és környezet-forgatókönyveket kap, amelyek megfelelnek a vállalat szempontjainak.

A tudásbázis amellet, hogy információkat tartalmaz a gyártás- és automatizálástechnika jövőbeni fejlődését befolyásoló tényezőkről, vezérfonalat szolgáltat a piacok és az üzleti környezet alakulásának módszeres előrejelzéséhez. A vállalatok így a forgatókönyvek alapján hatékonyan tudnak stratégiai tervezést végezni.

A forgatókönyvek bővítik a képet a lehetséges jövőbeni fejlődésről, ezért megfelelő alapot képeznek a stratégiák kidolgozásához. Elemzésük útmutatást ad a holnapi sikerlehetőségekhez, de a mai, bevezetett üzleti tevékenység lehetséges veszélyeire vonatkozóan is. A felismert esélyek kihasználása és a veszélyek ügyes elhárítása érdekében a vál-

latat szempontjából stratégiai döntéseket kell hozni. A stratégia számos vállalati tevékenységen alapszik. Egyes szakértők szerint ezeket úgy kell megválasztani, hogy olyan kombináció keletkezzen, amely egyszeri, különleges, és a versenytársak nem tudják minden további nélkül utánozni. Ez a vállalati siker tartós biztosításának legígéretesebb módja.

Az új eljárás, a VITOSTRA lehetővé teszi különböző cselekvési opciók, úgynevezett stratégiai változók figyelembevételét. Ezek azok az állítócsavarok, amelyeken keresztül egy vállalat egyedi stratégiai döntéseket tud hozni. Stratégiai változó például a gyártásmélység vagy a termelési program szélessége. Rendszerint minden stratégiai változóhoz kínálnak alternatív cselekvési opciók. A gyártásmélység vonatkozásában egy vállalat például nagy vagy csekély gyártásmélység mellett dönthet. A jellemzőket annyira pontosan kell részletezni, hogy – még ha durván is, de – lehetőség legyen arra, hogy egy jellemző másikra változtatásának időráfordítását és költségeit becsülni lehessen.

A forgatókönyv-technikához hasonlóan a cselekvési opciókat konzisztencia-értékeléssel és klaszterelemzéssel tömör cselekvési mintákká – stratégiai alternatívákká – foglalják össze. A pontos leírások alapján meg lehet ítélni a pénzbeli és időbeli ráfordítást, ha a vállalat pl. egy stratégiáról egy másikra akar váltani.

Most már az a cél, hogy a vállalat számára meghatározzák a legnagyobb sikert ígérő stratégiaalternatívákat. Ennek során a következő két szempontot kell figyelembe venni:

– *A stratégiai alternatívák elérhetősége.*

Az elérhetőség figyelembe veszi azt a pénzügyi és időráfordítást, amellyel a stratégiaváltás jár, valamint a lehetséges korlátokat.

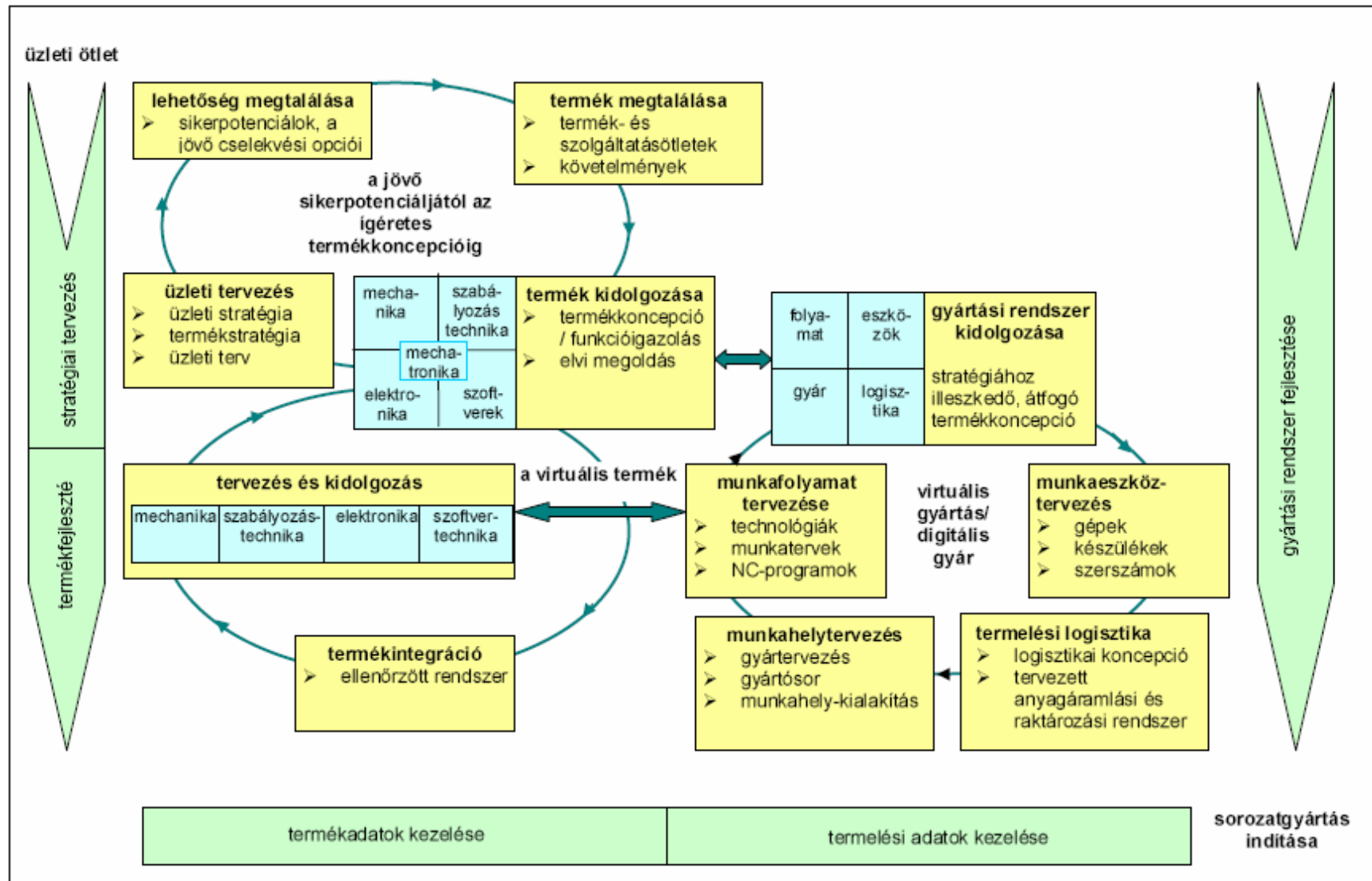
– *A stratégiai alternatívák vonzereje.*

Ez a következőkből adódik: abból a piaci potenciálból, amelyet a vállalat számára az ilyen pozicionálás lehetővé tesz, a várt versenyintenzitásból, a stratégiai elemzésben és prognózisban megállapított haszonpotenciál feltárásából, valamint a vállalati egyéni célok összhangjából.

Minél nagyobb egy stratégiai alternatíva vonzereje, és minél könnyebben elérhető az egy vállalat számára, annál nagyobb a sikerpotenciál. A termék keletkezési folyamata az előrettekintéssel és a stratégia kialakításával kezdődik.

Gyártási rendszer tervezése mint szerves alkotóelem

A termékkeletkezési folyamat a termék-, ill. üzleti ötlettől a sikeres piacra lépésig terjed; és a 3. ábra szerint magában foglalja a stratégiai



3. ábra A terméketkezés háromciklusos modellje

terméktervezést, termékfejlesztést és gyártásrendszer-fejlesztést. Tapasztalatok szerint a termék keletkezési folyamatát nem lehet a folyamatlépések szigorú következményének tekinteni. Sokkal inkább olyan feladatok összjátékáról van szó, amelyeket három ciklusra lehet osztani.

Első ciklus: a jövő sikerpotenciáljától az ígéretes termékkonceptiók felé

Ez a ciklus jellemzi a jövő sikerpotenciáljának megtalálásától az ígéretes termékkonceptiókig – az úgynevezett elvi megoldásig – tartó eljárást. Magában foglalja a lehetőség és a termék megtalálását, az üzleti tervezést, valamint a termék kidolgozását. A lehetőség kigondolásának célja a jövő sikerpotenciáljainak felismerése, valamint a megfelelő cselekvési változatok megállapítása. A már bemutatott forgatókönyv-technikák mellett Delphi-tanulmányokat vagy trendelemzéseket is alkalmaznak.

A felismert sikerpotenciálokra alapozva a termékelképzelés az új termék- és szolgáltatásötletek keresésével és kiválasztásával foglalkozik. Az ötletkeresés lényeges segédeszközei a kreativitástechnikák.

Az üzleti tervezésben az első lépés az üzleti stratégia, azaz annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy mely piaci szegmenseket kell megoldozni és hogyan. A bemutatott VITOSTRA eljárás segít a stratégia kidolgozásában. Ennek alapján történik a termékstratégia meghatározása is. Ez megállapításokat tartalmaz pl. a termékprogram kialakításáról, a piac által megkövetelt sokféleség gazdaságos kezeléséről, az alkalmazott technológiákról és a programok gondozásáról, karbantartásáról. A termékstratégia egy üzleti tervbe torkollik, ami azt igazolja, hogy az új termékkel, ill. egy új termékopcióval el lehet-e érni vonzó beruházás-megtérülést.

Második ciklus: termékfejlesztés/virtuális termék

Ez a ciklus a termék kidolgozását, a szakterületre jellemző sajátos tervezést, valamint az egyes szakterületek eredményeinek egy össz-megoldásba integrálását foglalja magába. Mivel ebben az összefüggésben fontos szerepet játszik a számítógépes modellek létrehozása és elemzése, elterjedt a virtuális termék, ill. virtuális prototípus-készítés fogalma.

Harmadik ciklus: a gyártási koncepciótól a sikeres piacra lépésig – A digitális gyár

Itt a gyártási folyamat megtervezése áll az előtérben. Ez a szakasz a tervezés és kidolgozás feladatterületéből kiindulva a gyártástervezésen át a sorozatgyártás beindításáig tart. Gyártástervezésen itt a gyártási rendszer kialakításával kapcsolatban egyszer megteendő intézkedéseket értjük. A gyártás- vagy munkatervezés feladatkörei a munkafolyamatok, a munkahelyek, a munkaeszközök, a munkaidő, az igények, a munkahatáridők és a munkaköltségek tervezése. A termékkeletkezési folyamat keretében a három első területnek, valamint az üzemben belüli logisztika (gyártáslogisztika) kialakításának van különös jelentősége. A sorozatgyártás elindításakor történik a termék és a gyártási rendszer optimalizálása.

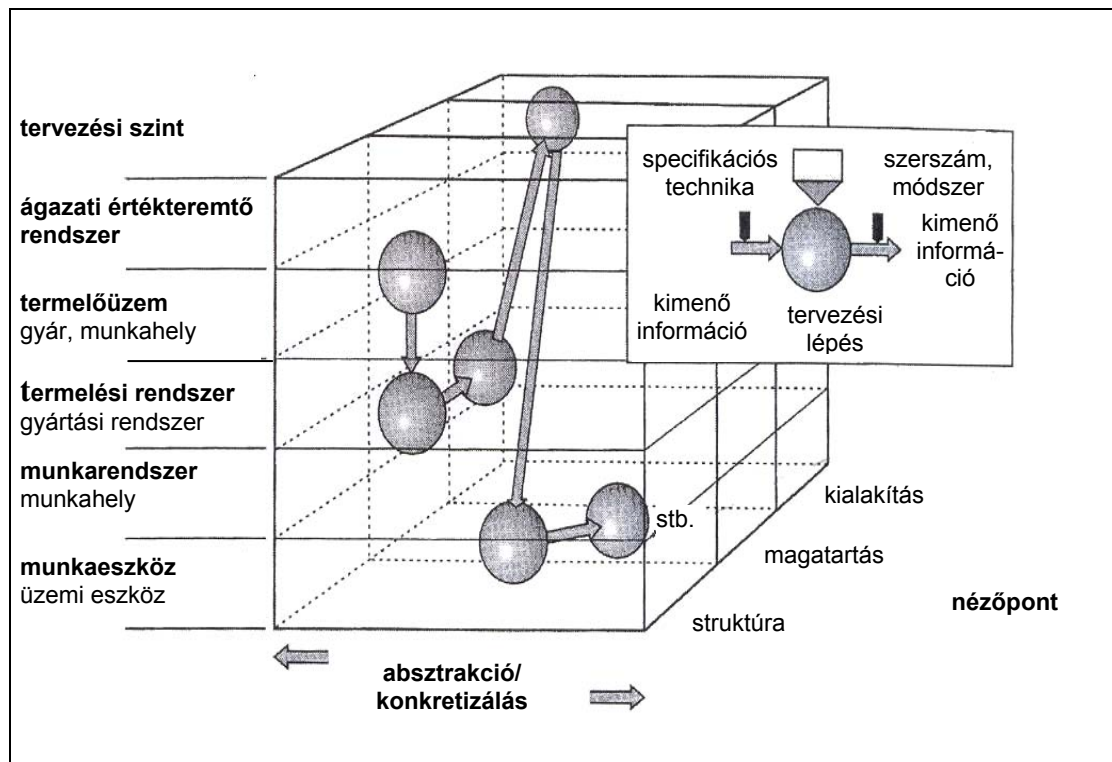
Ennek a ciklusnak a kiindulási pontja a termék koncepció, és nem a készre kifejlesztett termék, mivel a gyártás tervezésének a termékfejlesztéssel párhuzamosan kell történnie. Ez főleg az itt vizsgált összetett termékekre érvényes. Így például mechatronikai termékek esetén – amelyek a gépészet és az elektronika integrációjából jöttek létre – már a termék koncepciót is a figyelembe vett gyártástechnológiák határozzák meg.

A gyártási rendszer fejlesztése harmadik ciklusának további részében tovább kell konkretizálni a négy fő szempontot, azaz a munkafolyamatok, munkahelyek, munkaeszközök tervezését és a gyártási logisztikát. Ennek során részleges modellek keletkeznek (a feldolgozott szempontok és részszerkezetek számítógépen belüli reprezentációi), amelyeket összefüggő rendszerre kell integrálni.

A vázolt ciklusmodellhez nagy teljesítményű adatkezelésnek kell tartozni, ami a termék- és termelési rendszer-fejlesztés parciális modelljeit leképezi és integrálja. Ennek során elsősorban a termékfejlesztés parciális modelljeit kell összekapcsolni a termelési rendszer fejlesztésének parciális modelljeivel. A 3. ábrában szereplő vízszintes nyilak ezt a kapcsolatot jelzik. Eszerint a termék kidolgozását a termelési rendszer kidolgozásával szoros összefüggésben kell elvégezni.

A gyártástervezés módszertanának referenciamodellje

Az elmondottak szerint szükség van a termék és termelési rendszer integratív fejlesztésének átfogó, módszeres eljárására. Ami a gyártási rendszer fejlesztését tágabb értelemben illeti, olyan referenciamodellt ajánlunk itt, amely a következő három dimenzióval rendelkezik (4. ábra):



4. ábra Munkatervezés/gyártástervezés tervezési tere

- *Absztrakció/konkretizálás.* Ez a módszeres fejlesztés szokásos iránya, amely szerint az elvont dolgok szintézise és elemzése a konkrétához vezet. Gyakran konkrét megoldást is elvonatkoztatnak azért, hogy megtartsák a jobb megoldás megtalálásának a bázisát.
- *Tervezési szintek.* Ezek határozzák meg a tervezés tárgyát. A megértés megkönnyítése érdekében szintenként tudatosan megnevezünk szinonimákat is.
- *Szempontok.* Itt arról van szó, hogy a klasszikus három szempont, a struktúra, magatartás és kialakítás hogyan vált be mint úgynevezett Y-modell a mikroelektronikus rendszerek tervezésében.

Ez a három dimenzió határozza meg a tervezés terét. Egy specifikus gyártási rendszer tervezése mint a tervezési rendszerek következménye, ebben a térben fogható fel. Ennek során egy tervezési lépést módszerek és megfelelő eszközök támogatnak. A bemenő és kimenő információk leírásához specifikációs technikákra van szükség. Ez az

általános referenciamodell segít a módszerek, eszközök és specifikációs technikák sokféleségének a digitális gyár vagy a virtuális termelés összefüggésében történő elrendezését.

Összeállította: Jurasits Jánosné

Gausemeier, J.; Stollt, G.: Eine Systematik zur Gestaltung der Produktion von morgen. = Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 101. k. 1–2. sz. 2006. febr. p. 28–33.

Marczinski, G.: Zur Bedeutung der digitalen Fabrik. = Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 101. k. 4. sz. 2006. p. 208–221.

Meckelnborg, A.; Harding, M.; Pollmans, S.: Herrn B. verschlägt es die Sprache. = Qualität und Zuverlässigkeit, 50. k. 7. sz. 2005. p. 54–57.