

Diszruptív technológiák fejlesztése, azonosítása, értékelése és kiválasztása – járműfejlesztési sajátosságok

Gál István, Jankovics István, Rohács József

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék
(igal@vrht.bme.hu)

Kivonat: A diszruptív technológiák olyan új technológiák, melyek leépítik a jelenlegi működő rendszereket és egy új magasabb minőségi szintén építik azokat újjá. Napjainkban ilyen pl. az e-mobilitás, e-járművek fejlesztése. Az előadás értelmezi az innovatív, a diszruptív és a szubverzív technológia-fejlesztéseket. Meghatározza a diszruptív technológiák azonosítása – értékelése – kiválasztása módszertant. Értelmezi az alkalmazandó eljárásokat, mint a kompatibilitási, a morfológiai, stb. mátrixokat és azok alkalmazását. Az előadást támogatja az EFOP-3.6.1-16-2016-00014 projekt: Diszruptív technológiák kutatás-fejlesztése az e-mobility területén és integrálásuk a mérnökképzésbe és a Gépjárművekbe utólag beszerelhető e-Call fedélzeti eszköz és kommunikációs rendszer fejlesztése (FEDKOM - GINOP-2.2.1-15-2016-00011) projekt.

1. BEVEZETÉS

Az innovációelmélet és technológia - fejlesztés háromféle új technológiát és annak három fejlesztési módját különbözteti meg:

- innovatív technológia – a jelenleg alkalmazott rendszerek és technológiák továbbfejlesztése, javított tulajdonságok elérése;
- diszruptív technológia - olyan új technológiák, melyek leépítik a jelenlegi működő rendszereket és egy új magasabb minőségi szintén építik azokat újjá;
- szubverzív technológia – mely nemcsak egy ágazatban (pl. a közlekedésben, vagy a közúti közlekedésben) okoz alapvető változást, de a teljes társadalmi rendszerben, az egész gazdaságban is.

Napjainkban egyik ismert diszruptív technológiája az e-mobilitás, e-járművek fejlesztése.

A diszruptív technológiákat gyakran forradalmian új technológiáknak is nevezik. Az ilyen technológiák kiválasztása és alkalmazása fontos, sajátos feladat, melynek megoldása eléggé összetett probléma és következetesen alkalmazott módszertant igényel.

Az előadás értelmezi az innovatív, a diszruptív és a szubverzív technológia-fejlesztéseket. Meghatározza a diszruptív technológiák azonosítása – értékelése – kiválasztása módszertant. Értelmezi az alkalmazandó eljárásokat, mint a kompatibilitási, a morfológiai, stb. mátrixokat és azok alkalmazását. Az előadást támogatja az EFOP-3.6.1-16-2016-00014 projekt: Diszruptív technológiák kutatás-fejlesztése az e-mobility területén és integrálásuk a mérnökképzésbe és a Gépjárművekbe utólag beszerelhető e-Call fedélzeti eszköz és kommunikációs rendszer fejlesztése (FEDKOM - GINOP-2.2.1-15-2016-00011) projekt

2. TECHNOLÓGIA – POLITIKA

A technológiát alapvetően kétféle módon szokták meghatározni (Montobbio, 1998). Az egyik verzió szerint a technológia termelési módszertant jelent. Ebben a meghatározásban a termelési módszertanba bele kell érteni a termelési módszereket és annak rendszerét is. A termelési módszertan magába foglalja a termelési eszközöket és a termelés szervezését, bár az elsőt tekintik fontosabbnak.

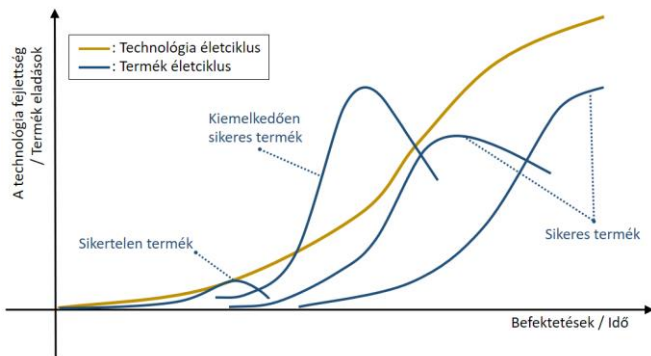
A másik meghatározás szerint a technológia egy tudásban megtestesülő információt jelent, melyet szisztematikusan alkalmazunk a bemenetekre (inputokra), hogy azokból a kívánt kimenetek (outputok) kialakuljanak. Ugyanakkor a technológia nemcsak információ, nemcsak tudás, mivel ez az információ általában nem áll rendelkezésre a szükséges leírások, üzemeltetési utasítások formájában, vagy akár a tudomány szintjén nincsenek még feldolgozva az adott ismeretek. Az információt, amely az egyes technológiákat és azon keresztül az innovációt meghatározza, technológiai tudásbázisnak (knowledge base) nevezik (Dosi, 1988). Ez a tudásbázis a korábbi ismeretekre, gyakorlati tapasztalatokra, az elérhető (formális és szabad) tudásra, és egy tanulásra épül. A tanulás itt nem a normál tanulási folyamatot jelenti, amikor a szabad tudományos és technológiai eredményeket, vagy a kodifikált (rendszerbe foglalva leírt) ismereteket kell elsajátítani. Ez a tanulás a nem kodifikált és csak a szakmai gyakorlat során megszerezhető un. megbúvó, vagy rejtett (tacit) információk elsajátítását jelenti, melynek ismeretében alakulnak ki az adott technológia innovatív alkalmazásához szükséges képességek és szakértelem (competence).

A technológia-fejlesztés során alapvetően annak három változata dolgozható ki (Christensen, 1997). Az első a meglévő technológiák, termékek, rendszerek tulajdonságait javítja. Ezeket innovatív, vagy fenntartható technológiáknak

nevezik, mivel folytatólagosan működtetik a kialakult rendszereket. A második csoportba sorolják azon technológiákat, melyek „lebontják” a kialakult rendszereket és forradalmian új termékeket, rendszereket kialakulásához vezetnek. Az ilyen technológiákat diszruptívnek nevezik. Végül a harmadik féle, ún szubverzív technológia nemcsak egy ágazatban (pl. a közlekedésben, vagy a közúti közlekedésben) okoz alapvető változást, de a teljes társadalmi rendszerben, az egész gazdaságban is.

A forradalmian új megoldások, vagy új technológiák kidolgozása viszi előre a gazdaságot, a társadalmat. A diszruptív technológiák fejlesztése és alkalmazása azonban egy sor problémát okoz a vállalkozásoknak, különösen a nagyobbaknak. McBreen (2013) megfogalmazása szerint: (i) a piac fejlődése elválik a technológia fejlesztéstől, (ii) a diszruptív technológia számára új piac kell, (iii) a diszruptív technológia új piacának a kiszolgálása szignifikánsan eltérő kapacitások kellenek, és/vagy (iv) a befektetések eldöntéséhez nem áll rendelkezésre elégséges mennyiségben az információ.

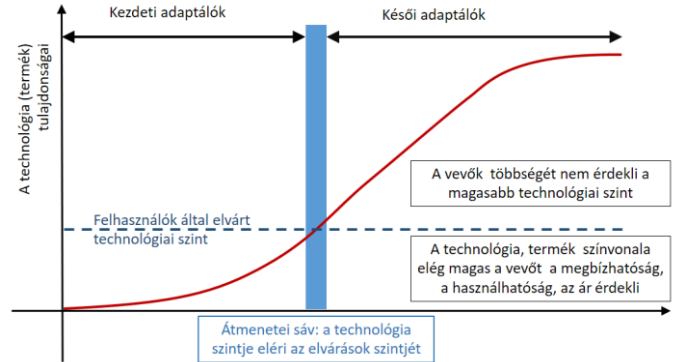
A technológia élettartama egy olyan időszak, mely alatt annak jellemzői folyamatosan javulnak (nőnek) és nem jelenik meg helyette egy másik, jobb mutatókkal (2.1 ábra). Egyfelől az új technológiák gyors alkalmazása, az új termékek gyors piacra lépését és ezért várhatóan piaci sikerét jelentik. Ugyanakkor a radikálisan új technológiától való idegenkedés és azok – általában – kezdeti magas ára esetleg piaci kudarchoz is vezethet (1. ábra). Ezzel szemben a későbbi alkalmazások mindig sikerebbek lehetnek, míg a technológia élettartamának a vége felé a piaci eredményesség csökken.



1. ábra: Technológia, termékek életrajzai

Egy új technológia sikeressége szempontjából az innovációs diffúziós folyamat (2. ábra) két részre bontható. Az elsőben, az újítók és a kezdeti adaptálók, együtt, mint kezdeti alkalmazók tartoznak. Az újítók a vásárlók kb. 2%-át teszik ki, megfelelő anyagi háttérrel rendelkeznek és szinte minden újdonságot megvesznek. Velük szemben a kezdeti adaptálók már tudatosan figyelik a technológia, a termék jellemzőit, értéklik annak újdonságát, előnyeit, és szívesen vásárolnak ilyeneket. A többieket együttesen késői adaptálóknak nevezik. Ők csak akkor vásárolnak, ha szükséges és csak akkor választanak új terméket, ha annak az új technológia tulajdonságai is megfelelnek az elvárásaiknak. A két csoport közt egyfajta „szakadék” (chasm) létezik (2. ábra). Az első tagjai minél újabb, minél jobb, minél magasabb technológiai színvonalú terméket szeretnek vásárolni és az ár számukra

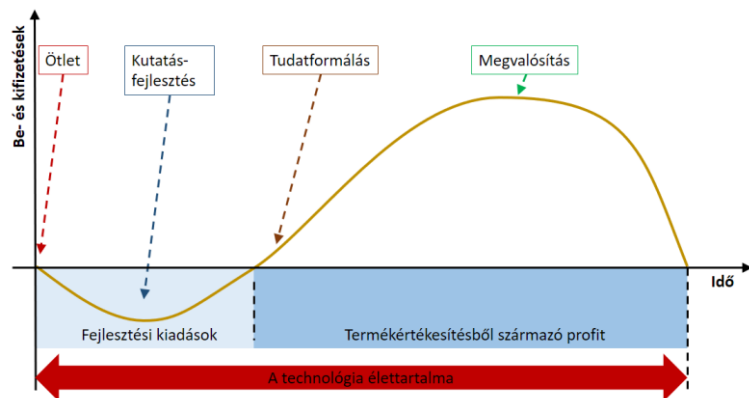
kevésbé számít. A második csoport részére a beszerzésnél fontosabb a megbízhatóság, (alacsonyabb) ár, miközben szívesen veszik, ha a termék egyben újabb is. A szakadék akkor hidalható át, ha az új technológiának, terméknek sikerül a piac, a társadalom alapelvadásainak megfelelnie. Alkalmazása ettől kezdve szélesebb körben is elérhető, profitábilis lesz.



2. ábra: A technológia-adaptáció sikeressége

A termék sikerességét az ún innovációs tér határozza meg. Ez egy olyan 3, illetve 4 dimenziós tér, mely szerint egy technológia sikeres alkalmazásához szükséges, hogy az adott újítás, illetve az azt alkalmazó termék (gyártójával együtt) és a piaci igények egyszerre legyenek a megfelelő térben, melyek egymásnak is „megfelelők”.

A termékfejlesztés az új technológiák alkalmazási folyamata (2.3. ábra). A fejlesztés során a kutatás-fejlesztésre jelentős költségfelhasználással jár. A termék értékesítéséből befolyó összegnek a költségeket meghaladó része képezi a hasznot.



3. ábra: A technológia alkalmazásával készült termék piaci eredményessége

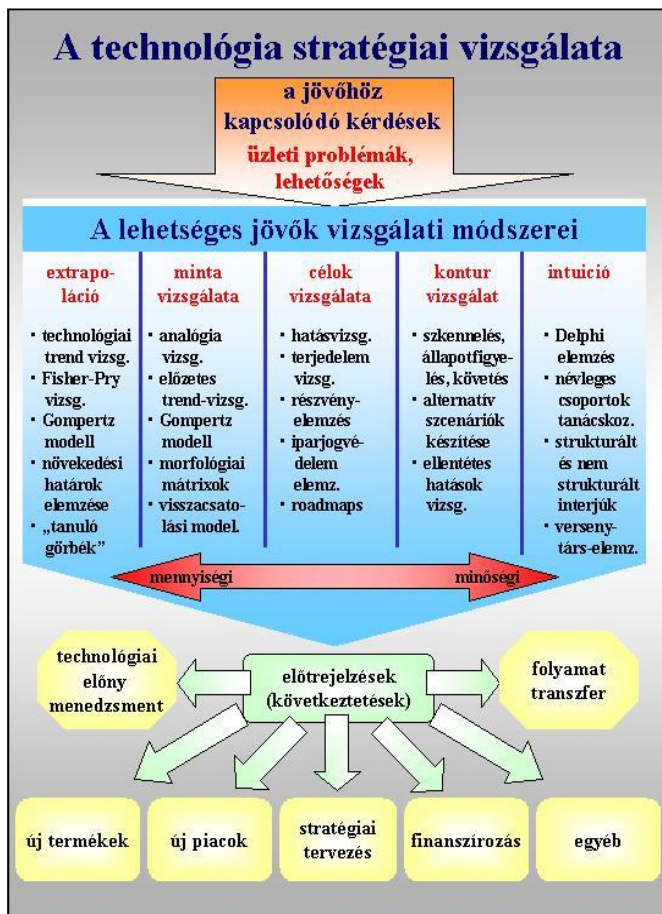
Látható, az eredményességet alapvetően négy tényező befolyásolja:

- a kutatás-fejlesztéshez igénybe vett nem saját tőke költsége (a hatása olyan, mintha a vízszintes tengelyt a költség görbe metszéspontja körül a kölcsönfelvételnél adott kamatlábal arányosan elfordítanánk (Kortschak, 1993)),
- a tudatformálásra elhasznált idő (az innováció folytatásáról meghozandó döntések késése, melyet a vízszintes tengelyt felfelé eltolva lehet

figyelembe venni, mivel később kezdődik a termék piaci bevezetése),

- a technológia morális öregedése (általános jelenség a termék műszaki és gazdasági jóságai fokának a szétválása, melyet a bevételek relatív csökkenése jelez, amit a termék folyamatos tovább fejlesztésével lehet mérsékelni (Rohács, 1997)),
- a technológia élettartamának lerövidülése a konkurencia által végrehajtott fejlesztések miatt (azaz a termék iránti piaci igény gyors csökkenése a piac más szereplőinek az innovációs tevékenysége miatt, ami lényegében a gazdasági jóságai fok drasztikus csökkenését eredményez).

Ez utóbbi, a technológia élettartamának a becslését igényli (5. ábra). Ez ma a hazai vállalkozások körében kevésbé ismert és alkalmazott eljárások összességét takarja. A lényeg, hogy előzetesen fel kell mérni, hogy a fejlesztendőtermék mennyi ideig maradhat a piacon.



5. ábra: A technológiai élettartam becslésének elvi módszertana (a Five (2000) nyomán)

3. FEJLESZTÉSI FOLYAMATOK ÉS STRATÉGIÁK

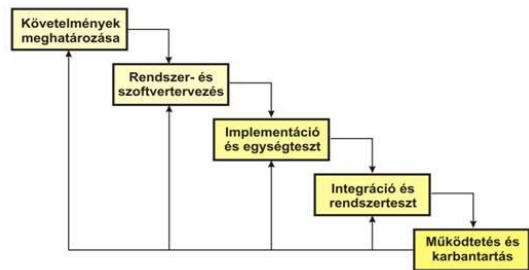
Az új technológiák, eljárások, termékek, szoftverek, stb. fejlesztésekor néhány folyamatot lehet követni. Közülük talán a legegyszerűbb a vízesés modell, míg a legfejlettebb az un „V” modell (National, 1995).

Vízesés modell

Sok más fejlesztési módszerhez hasonlóan katonai gyökerei vannak, a 60-as években az Egyesült Államok haditengerészete dolgozta ki. Eredetileg ez is egy szoftverek fejlesztését támogató formális, dokumentum-vezérelt módszer volt. A termék életútját ez a modell is több fázisra osztja. A fejlesztés csak akkor léphet át a következő fázisba, ha az előző lezárult (4. ábra). Egy szakasz befejezést pedig specifikációk és jelentések előállítása és elfogadása után lehetett kimondani. Ha esetleg változtatni kellett utólag bármelyik szakaszon, akkor az teljes újrakezdést igényelt, ami a költségeket nagyban megnövelte. Erre a robosztus rendszerre azért volt szükség, mert sok projekt csúszott, vagy szűnt meg amiatt, hogy a specifikációkon utólag és visszamenőleg akartak változtatni, a fejlesztés teljes menetét felborítva. Ennek vette elejét ez a fajta modell.

A vízesés modell fázisai:

- Követelmények elemzése és meghatározása



4. ábra: A fejlesztés vízesés folyamat-modellje

(specifikáció)

- Rendszer- és szoftvertervezés
- Megvalósítás és egységteszt
- Teljes rendszertesztelés
- Üzemeltetés, működtetés és karbantartás

Ezekből a fázisokból felépített fejlesztés könnyen ellenőrizhető, jól nyomon követhető és tervezhető.

Azonban a szigor és a nehézkesség miatt csak egyszerűbb projektek támogatására alkalmas. Már korán elavulttá vált, hiszen a gyorsan változó technológiai lehetőség nem fértek össze a merevségével, ezért kevésbé volt dinamikus a vele való munka.

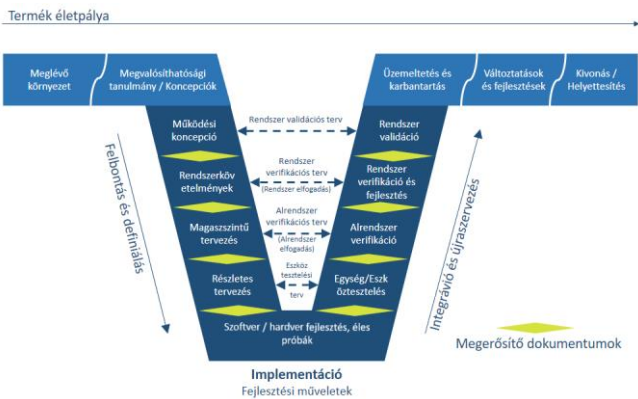
Ráadásul a viszonylag kevés fázis nem tudta lefedni az egyre terebélyesedő igényeket, területeket. Ezért vált szükségessé az újragondolása, új alapokra helyezése, erre volt egy alternatíva a V-modell.

V modell

A fejlesztési életciklusok egy másik lehetséges modellje a V-modell, melyet a systems engineering is kiemelten kezel (6. ábra). A strukturált módszertanok egyik leggyakrabban használt modellje ez, melyet hazánkban is igen jól ismernek. A használata a szoftverfejlesztés területén a legerjedtebb, de bármilyen termék fejlesztésénél, életpályájának támogatására alkalmas.

A modellt a német védelmi minisztérium fejlesztette ki a 90-es években, elsősorban a hadsereg szoftverfejlesztéseinek

támogatására. Sikeressége, és könnyű adaptálhatósága okán vált később világszinten elterjedté a civil iparban is használata. Olyan jól bevált módszer, hogy az ISO 12207 szabvány később több elemét is átvette, és beintegrálta a rendszerbe. A közvetlen elődjének a vízesés modell tekinthető.



6. ábra: A fejlesztés „V” modellje

A V-modellben némileg átalakulnak a fázisok, és aminek a nevét köszönheti, a tervezési fázisokhoz társít egy tesztelési fázis is. Ennek köszönhetően az egyes szakaszok eredményeit a fejlesztés közben lehet vizsgálni, és nem kell megvárni a projekt végét, hogy az esetleg kezdetben elkövetett hibákra, rossz döntésekre fény derüljön. Emiatt is elterjedt a használata, hiszen nagy mértékben javul a fejlesztés biztonsága a modell alkalmazásával.

Láthatjuk tehát, hogy a V-modellnek sok előnye van. A használata és a nyomon követése rendkívül egyszerű, mivel jól körülhatárolt lépésekből épül fel. A menedzsment szempontjából is előnyös, mert a fejlesztés minden szakaszában készül egy tesztelési terv, és mindegyik egy jelentésnek, vagy más tervezési dokumentumnak kell lezárnia. Köszönhetően a felosztott tervezésnek, a tesztelés, illetve a tesztelésre való felkészülés folyamatosan zajlik, így a hibák felszínre kerülése már hamarabb megtörténhet, ami az ebből fakadó költségeket csökkent. Ha tehát a szükséges peremfeltételek jól ismertek, akkor ez a modell igen jól használható.

Azonban ennek az eszköznek is vannak hiányosságai. A vízesés-modellre jellemző merevség ebben a modellben is kódolva van. Az egymásra épülő lépések ugyanis a körülmények változását nehezen „viselik”, ha egy korai szakaszhoz tartozó feltétel változik meg a megvalósítás során, akkor a teljes folyamatot újra kell kezdeni, illetve meg kell ismételn. Ehhez kapcsolódó hátrány, hogy bármilyen változás esetén az összes meglévő dokumentumot frissíteni kell. Mivel igen sok iratot generál ez a modell, ez sok többletmunkát eredményez.

Részben ezek a hátrányok is újabb fejlesztéseket inspiráltak. Egyik legígéretesebb, manapság megjelenő modell az úgynevezett agilis modellek családja.

Agilis modellek

Az agilis modellek nem a folyamatra, hanem az egyénekre és kisebb csoportokra helyezi a hangsúlyt. Ezek a kisebb csoportok egyrészt a termék fejlesztői, másrészt a felhasználók. A legfontosabb célkitűzése, hogy a termék minél

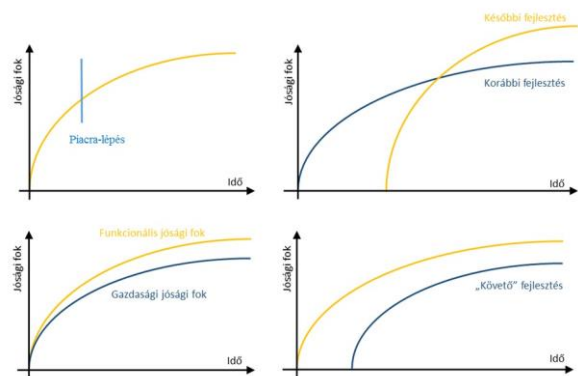
hamarabb a piacra kerüljön, ennek megfelelően vannak ezeknek a modelleknek kialakítva a struktúrája. Az alapelvei az úgynevezett Agilis Kiáltványban vannak lefektetve:

- Az egyének és a köztük lévő interakciók, vagyis a személyes kommunikáció előnyt kell, hogy élvezzen a folyamatokkal és eszközökkel szemben,
- A működő termék fontosabb, mint az azzal kapcsolatos részletes, átfogó dokumentáció,
- Az ügyféllel történő együttműködés értékelendőbb a szerződéses tárgyalással szemben,
- A változásokra történő reagálást előnyben részesítjük a tervek követésével szemben

Az agilis modellek egyik legismertebb fajtája a SCUM modell. Ezek az eszközök jelenleg a szoftverfejlesztésben hódítanak teret. Azonban a jelenlegi projektekhez a használatát nem javasoljuk. Eszköz és szolgáltatás fejlesztésekor ugyanis a dokumentáció hiánya, vagy csak nem kellő részletessége is problémákat tud okozni. Mindemellett a tervezett rendszer elsősorban életvédelmi szolgáltatásokat nyújt, és biztonságkritikus eszköznek tekinthető. Ezért mind a hitelesítési, mind a tervezés és felhasználási szakaszban rendkívül fontos az alapos és részletes dokumentáció megléte. *Ezért járműfejlesztési szempontból előnyösebbek tartjuk a V-modell alkalmazását.*

A fejlesztendő termékek megfelelőségét un jósági fokkal lehet megadni, elemezni. A jósági fokot egyfelől tisztán a műszaki-technikai jellemzőkre alapozva, másfelől szubjektív tényezőket is figyelembe véve lehet meghatározni. A lényeg, hogy a jósági fok kifejezze, hogy az adott termék a tudományos-technikai fejlettség szintjéhez képes milyen fokon tudni ellátni a célfeladatát, azt, melyre fejlesztik.

A termék-fejlesztők célja, hogy a termék minél hamarabb piacra kerüljön és ott sikeres legyen. A fejlesztés kezdetekor persze a terméknek nincs különösebb értéke, a jósági foka lényegében közel nulla. A fejlesztés során azonban a jósági fok gyorsan növekszik, sőt a piaci bevezetés után is – lassulva – tovább nő és egy a tervezői, gyártási körülmények, adottságok által meghatározott értékhez tart. (lásd 7. ábra bal felső kép). A később induló fejlesztések során gyorsabban növekszik és magasabb értéken stabilizálódik a jósági fok köszönhetően a közben elért tudományos és technológiai eredményeknek. (7. ábra jobb felső kép).



7. ábra: Fejlesztési filozófiák

Könnyen belátható, hogy a piacon megjelenő hasonló termékek miatt a műszaki, vagy funkcionális jóság elválnak a gazdasági eredményességtől, a gazdasági jósági foktól. Minél több hasonló, és/ vagy később megjelenő termék van a piacon, annál jobban „lemarad” a gazdasági jósági fok (7. ábra bal alsó kép).

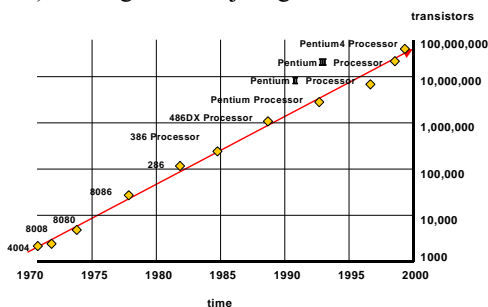
Még egy fontos észrevétel. Amennyiben egy vállalkozás úgy akar kifejleszteni egy terméket, hogy nem rendelkezik korábbi hasonló termékek fejlesztésekor szerzett tapasztalatokkal (azaz az innovációelmélet és a képesség-fejlesztés elvei alapján un tacit, azaz rejtett szakmai, gyakorlati tudással, képességekkel), akkor természetesen a termék fejlesztésekor a jósági fok lassabban növekszik és feltételen elmarad a lehetséges legjobb értéktől (a gyakorlati piaci versenytárs által elérhető értéktől). Természetesen megfelelő idővel a vállalkozás, a termékfejlesztők megszerezheti(k) a szükséges képességeket és a követő fejlesztés helyett (7. ábra jobb alsó kép), a második - negyedik „próbálkozással” már képes lesz (lesznek) akár a többiekénél jobb jósági fokú terméket kifejleszteni. Ennek tehát az alapvető feltétele a képességek fejlesztése.

Feltéve, hogy a célunk, hogy egy olyan piacon szerezzünk részesedést, melyen több, és nálunk lényegesen nagyobb gazdasági potenciállal és autópári tapasztalattal rendelkező szereplő már jelen van, akkor valami eredeti, új technológiát kell alkalmaznunk. Ennek eldöntéséhez először is ismerni kell, milyen gyorsan bővülnek a technológiai lehetőségek, másodsorban hogyan válasszuk ki a megfelelő technológiát.

Az innováció-központú, tudásalapú információs társadalom és gazdaság legfontosabb, a fejlődést alapvetően behatároló törvényszerűségeit Holmes (2001) a közlekedési rendszerek és különösen a légi közlekedési rendszerek fejlődését befolyásoló törvényszerűségeit összegezve általánosan használható következtetéseket vont le. Szerinte, mai gyorsan változó és az info-kommunikáció forradalmára alapozott gazdaság változásait a következő fontos törvények befolyásolják.

Moore törvénye

Eredetileg Moore (1965) az exponenciális növekedéseket vizsgálva elsőként írt arról, hogy a mikrochipek teljesítőképessége minden 18 hónap alatt megduplázódik. Egyesek szerint ez a törvényszerűség már a Moore leírás előtt is részben ismert volt és egy kissé pontatlan is. Ennek ellenére a ma már Moore törvénynek nevezett észrevétel a számítógépek kapacitásának az exponenciális növekedése ma is igaz (8. ábra), és meghatározó jellegű.



8. ábra: A mikroprocesszorok kapacitásának változása a Moore törvény szerint

Gilder törvény

Gilder felismerése szerint a kommunikációs sávszélesség, és ezzel a kommunikáció során átvitt információ mennyisége évente megháromszorozódik.

Metcalfé törvény

Az információs társadalom korának és a további gazdasági és technológiai fejlődésnek talán legfontosabb sajátossága a hálózatközpontúság. Az Ethernet protokollt David Boggs-szal közösen kidolgozó Robert Metcalfe határozta meg a hálózatok értékét, amely szerinte a csomópontok, pontosabban a hálózatba kapcsolt terminálok teljesítményének a négyzetével arányos. Másképp fogalmazva, a kommunikációs hálózat értéke a hálózatba kapcsoltak számának a négyzetével arányos. Ezt később Gilder nevezte el Metcalfe törvénynek.

Kurzweil gyorsuló visszatérés törvénye

Érdekes megfigyelni, hogy a természetben minden folyamat a növekvő entrópia, a rendezetlenség felé irányul. Ugyanakkor az evolúció ennek pontosan a fordítottja, amikor az evolúció során valami új, rendezettebb, fejlettebb alakul ki. Ray Kurzweil (1999) olyan hipotézissel állt elő, hogy léteznie kell egy törvénynek, mely ezt az evolúció jellegű fejlődést fejezi ki. Ezt nevezte a gyorsuló visszatérésnek. Kurzweil gyorsuló visszatérés (Accelerating Returns) törvénye azt fejezi ki, hogy a biológiai és a technológiai fejlődés a Moore törvény alapján exponenciális, viszont az exponenciális kitevő folyamatosan nő. A korábbi fejlődés eredményei (outputs) ugyanis a következő fejlődés kiinduló (inputs) elemei. Lényegében ez egy pozitív jellegű visszacsatolás, és ez magyarázza meg az evolúciót.

Kurzweil szerint ez a felgyorsuló fejlődés egy „szingularitáshoz” vezet, amikor a fejlődés exponenciális kitevője a végtelenhez közelít.

Valójában Kurzweil törvénye szerint minden evolúciós jellegű fejlődés exponenciális és gyorsuló. Ugyanakkor ez a fejlődés elfekvő S alakú elemekből épül fel. Egy új technológia bevezetési szakaszában a fejlődés felgyorsul, majd a fejlődés lelassul, mielőtt az újabb jelentős technológiai újdonság megjelenne és az ismételt felgyorsítaná a fejlődést.

Az fejlődés első három törvényét, a Moore, a Gilder és a Metcalfe törvényeket együtt gyakran nevezik a 3 technológiai törvénynek.

A vázolt törvényszerűségeknek a fejlesztések és az új technológiák alkalmazásakor szinte mindenre közvetlen hatása van. Pl. a vázolt törvényszerűségek alapján érthető, milyen jelentős probléma, hogy az új mikroprocesszoros berendezések, műszerek engedélyeztetési (szertifikációs) ideje (3 – 5 év) hosszabb, mint az adott technológiák élettartama. A műszerek gyorsabban avulnak el, mint azok alkalmazását engedélyezik.

A másik érdekes és fontos sajátosság, hogy a repülőgépek tervezése és gyártása során nyugodtan lehet számítani az információ technológia új eredményeinek, lehetőségeinek a megjelenésére. Azok hamarabb jelennek meg, mint a tervezési idő. Ezért a tervezéskor tudatosan kell számolni a mikroprocesszorok kapacitásának a növekedésével, a fedélzeti hálózatok, a beágyazott rendszerek lehetőségeinek a növekedésével.

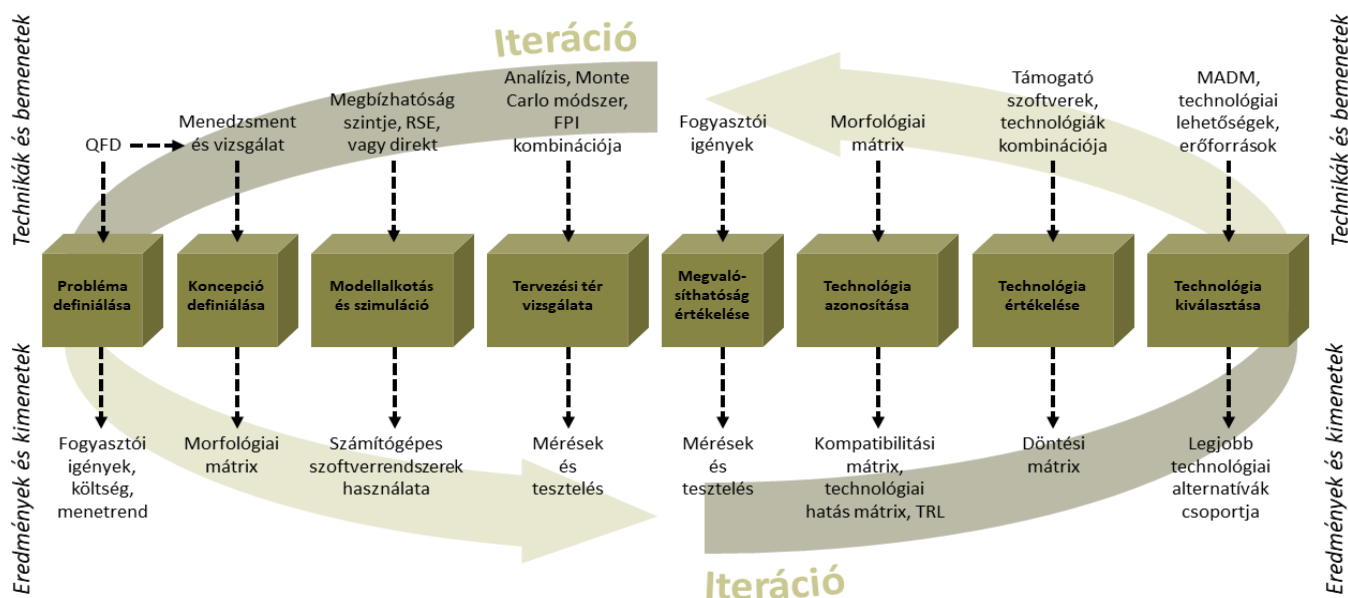
4. TECHNOLÓGIA AZONOSÍTÁS, ÉRTÉKELÉS, KIVÁLASZTÁS

Az eddig tárgyaltak, mind azt mutatják, hogy egy termékfejlesztés piaci sikere alapvetően a megfelelő tudományos és technológiai eredmények alkalmazásán múlik. Ezért a potenciálisan alkalmazható technológia azonosítása, értékelése és kiválasztása (TIES – technology identification, evaluation and selection) kiemelten fontos feladat.

Sok esetben a technológia értékelése menedzsmenti és társadalmi aspektusokból indul. Bakouros (2000) egy sor lehetséges módszert, eljárást, mint ötletelés (brainstorming), Delphi módszer, kreatív támogatás, klaszter-analízis, mátrix adatelemzés, faktorizálás, stb. ismertet és bemutatja azok alkalmazási lehetőségeit. Ezzel szemben Kirby (2001) a disszertációjában egy egységes rendszert állított össze (1.5.19 ábra), mely ma is a legszélesebb körben és költség-hatékonyan alkalmazható komplex eljárás.

szimulációs modellek alkalmazásán át az általános sztochasztikus modellekig és szimulációkig minden lehetősége felhasználható a szerkezeti sajátosságok, korlátozó feltételek, konfidenciszintek meghatározására, a környezet felől érkező bemenetek és a kimenetek közötti kapcsolat, a lehetséges irányítás, szabályzás, stb. megismerésére, meghatározására.

4. A tervezési tér vizsgálata – determinisztikus és sztochasztikus vizsgálatok, érzékenység tanulmányozása, a mérési eljárások változásának elemzése, a scalling értékelése, változások, átmenetvalószínűségi folyamatok értékelése, fast probability integration, stb. alkalmazása a sztochasztikus (Monte-Carlo) modellezésekben.
5. A rendszer megvalósíthatóság értékelése – a rendszer megvalósítását, alkalmazását korlátozó feltételek



9. ábra: A technológia azonosítása, értékelése és kiválasztása ((Kirby 2001) nyomán)

Kirby eljárása 8 fontos lépésben adható meg.

1. A probléma definiálása – aktualitás, a megoldandó probléma meghatározása, az érintettek (stakeholders, azaz mindenki, akit érint az adott termék használata) igényeinek a meghatározása, elérhető fejlesztési költség nagysága, rendelkezésre álló idő, stb. definiálása.
2. Konceptió definiálása - a működési koncepció (a terméknek a használó szempontjából működésének a leírása), morfológiai matrix alkalmazása, módosított és alternatív koncepciók elemzése, tervezési tér behatárolása.
3. Modellezés, szimuláció – a működési koncepció megértését segítő vizuális és verbális modellektől kezdve a fizikai és multidiszciplináris elvekre épülő behatárolása, a szükséges és lehetséges módosítások vizsgálata céllal.
6. Technológia azonosítása – a fejlesztendő rendszer, termék tervezett és igényelt tulajdonságait biztosító technológiák azonosítása, ide értve a kompatibilitást (meglévő rendszerhez, rendszerbe illesztést) és a hatás – mátrixok alkalmazását, mely az összes lehetséges műszaki, környezeti, gazdasági, társadalmi hatás vizsgálatára, becslésére alkalmas.
7. Technológia értékelése – alapvetően az elérhető fizikai, műszaki jellemzők (pl. tömegviszonyok, teljesítményadatok) számítása, az alkalmazási feltételeinek a vizsgálata, a gazdasági hatások, különösen a technológia élettartamának a becslése, új hasonló technológiák megjelenésének előrejelzése tartozik ebbe a feladatsorba.

8. A technológia kiválasztása – multi kritériumos döntéselőkészítés, új eljárások, lágy számítási módszerek, mint a genetikus, az evolúciós módszerek, a fuzzy eljárások, neurális hálók, stb. alkalmazása a forradalmian új technológiák kiválasztására és azok kombinálására a források allokációjával.

Látható, ezen eljárások igen összetetten alkalmazhatók. Ugyanakkor a következetes és iterációs alkalmazásukkal a termékfejlesztési idő csökkenthető, a termék hatékonysága növelhető, a piaci részesedése szavatolható.

5. ALKALMAZÁS

A BME Vasúti Járművek, repülőgépek és Hajók Tanszék munkatársai napi szinten alkalmazzák a raqdikálisan új megoldások, technológiák fejlesztésére kidolgozott eljárásokat, módszereket. Többek közt az utóbbi időben a mágneses levitációval segített repülőgép fel- és leszállás fejlesztése (Rohács, Rohács, 2016), a kis és személyes repülőgépekhez fejlesztett kisméretű gázturbinák belső áramlásatani optimalizálása (Veress, Bicsák, Rohács, 2016), a fejlődési folyamatok tanulmányozása Bicsák, Szirczak, Rohács, 2016), vagy a kisvállalatok menedzsmentjének a segítése (Bicsák, 2015).

Az eljárás egyik alapvető fontosságú eleme a megfelelő koncepció definiálása. Erre a kivonatban leírt projekteben is sor került. A Gépjárművekbe utólag beszerelhető e-Call fedélzeti eszköz és kommunikációs rendszer fejlesztése (FEDKOM - GINOP-2.2.1-15-2016-00011) projekt keretében ez a lépés morfológiai mátrix alkalmazását jelentette.

Az eljárás lényege, hogy hatékonyan és gyorsan lehessen beazonosítani a megfelelő funkciókat, az elérhető technológiákat. Ezután a használandó kombinációk kiválasztása szintén gyorsan, hatékonyan végezhető ezzel az eszközzel.

A módszer használatához megfelelő körülményekre van szükség. A feladatban résztvevők száma nem lehet túl magas, mert ez nehézkessé teszi az információáramlást. Célszerűen az egyes munkacsoportok vezetőinek érdemes részt venni ebben a szakaszban. Alapos megelőző felméréseket kell végezni mind az elvárt funkciókat illetően, mind a technológiai lehetőségek területén, hogy megfelelő döntést lehessen hozni.

A morfológiai mátrixot három fő részre lehet felbontani, az oszlopok és sorok fejlécei, illetve maga a táblázat tartalma alkotja ezeket a részeket.

A morfológia mátrix a megfelelő technológiák és szolgáltatások kiválasztását segíti. Az egyes megoldásokat adott szempontok szerint kell elemezni, és ezeknek megfelelően ítéletet hozni a felhasználásukról, vagy elvetésükről. Így a mátrix kialakítása is ezt a feladatot támogatja. Több típusú megoldás lehetséges, a projekt esetében mi az alábbi kialakítást alkalmaztuk.

Az egyes megoldások és funkciók minden esetben a mátrix sorait képzik. Ezeket két lépcsőben fő- és alrésznek megfelelően soroltuk fel. A fő típusok tartalmazzák magukat a

megvalósítani és kialakítani tervezett feladatokat, szolgáltatásokat. Ezekben belül minden alpont pedig egy konkrét javaslatot jelöl, amit a kiválasztás során meg kell vizsgálni

A vizsgálati szempontok általában könnyen számszerűsíthetőek és értékskálákba sorolhatóak. Ezzel a mátrix könnyen elemezhetővé válik, és a megfelelő súlyszámokkal az egyes technológiák minősítő értéke meghatározható, ki lehet választani a legmegfelelőbbeket.

Általában magának a mátrixnak a használata is több iterációs lépést kíván, mivel sok esetben nem lehet elsőre megtalálni az ideális megoldásokat. Ha ismétlésre van szükség, annak két oka lehet: túl sok megoldás lett egyenértékű, vagy nem sikerült alkalmazható technológiát találni. A következő iterációs lépést ezért annak az értékelésével kell kezdeni, hogy milyen módon változzon a morfológiai mátrix.

Lehetőség van új, eddig meg nem fontolt technológiákat felvenni az értékeléshez. Ezzel gyakorlatilag a mátrix sorait bővítjük, illetve helyettesítjük új elemekkel. Szintén hasonló eredményt lehet elérni azzal, ha az elérendő funkciókat gondoljuk újra, azonban ez az egész tervezés mélyebb szintű átalakításával is járhat.

Lehetőség van a mátrix oszlopainak változtatására is. Ez vagy a szempontok súlyrendszerének a megváltoztatását jelenti, vagy pedig újabb szempontok felvételét.

Bármelyik mód is kerül kiválasztásra, ideális esetben minden iteráció végére csökken a mátrix mérete, mert vagy az alkalmatlanság, vagy a megfelelőség miatt, de technológiák és szempontok is kikerülnek az összehasonlításból.

Ehhez a mátrixhoz később a már bemutatott, Kirby-féle folyamat bármely későbbi szakaszában vissza lehet térni, illetve több lépcsőben is lehet iterálni. Ha a funkciók és szempontok már tisztázottak, akkor minden iterációs körben erőforrásokat lehet megtakarítani ezzel a módszerrel, mert a technológia azonosítást és kiválasztást keretbe foglalva teszi egyszerűbbé és gördülékenyebbé.

A másik érdekes terület a 4 üléses hibrid hajtású kisrepülőgép fejlesztése (lásd ugyanezen konferencia előadásai közt (Gal, et al., 2017)).

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A fejlesztési irányok megváltozása a járműiparban is megfigyelhető. Egyre több esetben nem egy ötletre kell piacot teremteni, hanem a piac igényeit kell újabb, - fejlettebb és költséghatékonyabb – módszerekkel kielégíteni.

A járműfejlesztések speciális igényeket is támasztanak. A termékek fejlesztési ideje, és egész életciklusa is hosszú, ami egyrészt több teret ad, másrészt viszont időtálló technológiák alkalmazását teszi szükségessé. A járművek fokozottan biztonságkritikusak, így az alkalmazott technológiáknak ilyen szempontok szerint is megfelelőnek kell lenniük, és a fejlesztés folyamán a felelősségi köröknek, a fejlesztés egész menetének átláthatónak kell lennie.

Ezek alapján a V-modell, mint fejlesztési filozófia megfelel a speciális igényeknek. Már modern módszertanként kellően rugalmas, és a jól dokumentáltságnak, illetve a megfelelő tesztelések előírásának köszönhetően átlátható és biztonságos.

Megfelelő TIES (Technology Identification, Evaluation and Selection) eszközökkel kiegészítve a modern, diszruptív fejlesztési igények kielégítésére is alkalmas. Ilyen eszköz például az alkalmazásban említett projekteknél is használt Kirby-féle módszertan.

IRODALOM

- Amidon, D. M. (1996): The Challenge of Fifth Generation R&D, <http://www.entovation.com/gkp/challenge.htm>
- Bicsák, Gy. (2015) Genetic algorithm based time schedule management for small aerospace companies, Repüléstudományi közlemények, XVII.:(3) pp. 221-230. (2015)
- Bicsák, Gy., Szirczák, D., Rohács, D. (2016) Changes in Aerospace Development Process Trends In: Rolandas Makaras, Robertas Keršys, Rasa Džiaugienė (ed.) Proceedings of 20th International Scientific Conference Transport Means 2016. 1159 p. Juodkrantė, Lithuania, 05/10/2016-07/10/2016.pp. 528-535.
- Boyatzis, R. E. The Competent Manager: A Model for Effective Performance, John Wiley and Sons, Inc., 1982
- Christensen, C. M. (1997) The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail, Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business School Press, 1997
- De Liso, N., Metcalf, J. S. (1996) „On Technological Systems and Technological Paradigms: Some Recent Development in the Understanding of Technological Change”. In Helmstadter, Pel-man, E. (eds), Technological Progress and Economic Dynamics, University of Michigan Press., Ann, Arbor, USA, 1996.
- Dodgson, M., Gann, D. M., Salter, A. J. (2001): The Intensification of Innovation Science and Technology Policy Research, Electronic Working Paper Series, Paper No. 65, SPRU (Science and Technology Policy Research, University of Sussex),
- Dosi, G. (1988); Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. Journal of Economic Literature, Vol. 26, pp. 1120-1171.
- Dreyfus, S. E., Dreyfus, H. L. (1980): A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition. Washington, DC: Storming Media. Retrieved June 13, 2010.
- Eliashberg, V.: What Is Working Memory and Mental Imagery? A Robot that Learns to Perform Mental Computations, <http://brain0.com/erobot.html#sect11>
- Gál, (et al., 2017), Jankovics, I., Bicsák, Gy., Veress, Á., Rohács, J., Rohács, D. Conceptual design of a small 4-seater aircraft with hybrid propulsion system, IFFK (Innováció és Fenntartható felszíni Közlekedés), Budapest, 2017.
- Guilford, J.P. (1950) Creativity, American Psychologist, Volume 5, Issue 9, 444-454.
- Hall, A. D. (1962) „A Methodology for Systems Engineering”. Van Nostrand Reinhold, ISBN 0442030460, USA, 1962.
- Hansson, S.O. (1994) Decision theory, A brief introduction, Royal Institute of Technology, Stockholm, p. 98
- Holmes, B. J. (2001) Keynote address, Integrated Communications, Navigation, Surveillance (ICNS) Technology Workshop, Cleveland, Ohio, May 1, 2001, http://spacecom.grc.nasa.gov/icnsconf/docs/2001/CNS01_Evening_Keynote-Holmes.pdf
- Janis, I. L., Mann, L. (1977) Decision making: A psychological analysis of conflict, choice, and commitment. Free Press, New York, p 488.
- Kirby, M. R.: (2001), A methodology for technology identification, evaluation and selection in conceptual and preliminary aircraft design, PhD Thesis, Georgia Institute of Technology.
- Kochenderfer, M. J. (2015) Decision making under uncertainties: theory and application, MIT Press, 2015, p. 352.
- Kortschak, B. H. (1993): MI a logisztika, Szövetségi Iparkamara, Gazdaságfejlesztési Intézete, Bécs
- Krogerus, M. Tschappeler, R. (2012) 52 döntési modell, A stratégiai gondolkodás könyve, HVG könyvek, Budapest, ISBN978-963-304-082-9, p. 184.
- Kurzweil, R. (1999) The Age of Spiritual Machines, Penguin Group, N
- MIL-STD-499A, (1969), Military Standard: Systems Engineering management (17 JUL 1969), Department of Defense, US., http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0300-0499/MIL-STD-499_10376/
- MIL-STD-499B, (1974), Military Standard: Systems Engineering, (1 May, 1974), Department of Defense, US., http://www.product-lifecycle-management.com/download/mil-std-499b_draft1993.pdf
- Moore, G. (1965) Cramming more components onto integrated circuits, Electronics, Vol. 38, No. 8, 1965, pp. 114 - 117.
- Mopntobbio, F (1998): Sectorial Specificity in the Relation between Technology and Market Share Dynamics, see <http://www.intech.unu.edu/publications/conference-workshop-reports/lisbon/montob.pdf>
- National (1995) Aeronautics and Space Administration (NASA), Systems Engineering Handbook, NASA, SP-610S.
- Neumann J. (1964) A számítógép és az agy, Gondolat Könyvkiadó, 130 o.
- Nieto, M., Lopéz, F., Cruz, F. (1998) Performance analysis of technology using the S curve model: the case of digital signal processing (DSP) technologies, Technovation, Vol. 18. 1998, Iss. 6 - 7, Jan. 1998, pp. 439 - 457
- Parmigiani, G., Inoue L. (2009), Decision Theory: Principles and Approaches John Wiley and Sons, p. 402.
- Pungor, E. (et al., 2000), Döry, T., Hídvégi, E., Hídvégi, É., Jávorka, E., Mécs, I., Tarján, T., Tóth, L.: Innováció - Törvényi keretek - Működési struktúrák, Stratégiai Füzetek, No. 5. Miniszterelnöki Hivatal, Kormányzati Stratégiai Elemző Központ, Budapest,
- Rapcsák A. (2007) Többszemponú döntési problémák, egyetemi oktatási segédlet, MTA, SZTAKI, Budapest, 2007, p. 111.
- Rogers, E. (1960): Diffusion of Innovation Theory, <http://www.mc.uky.edu/icis/HIMSS/Innovation%20Diffusion%20Theory%20Summary%20and%20bib.doc>
- Rohács, J. (1997): The Role of Universities in Technology Transfer, Naucno Strucni Skup Vozduhoplovstvo'97, Beograd, pp. E11 - E16.
- Rohacs, J.: Product development philosophy, Proceedings of the International Conference on Innovation Technology in Design, Manufacturing and Production, 14-16 Sept. 2010 Praha, pp. 516 - 520.
- Rohacs, D., Rohacs, J. (2016) Magnetic levitation assisted aircraft take-off and landing (feasibility study – GABRIEL concept) Progress in Aerospace Sciences 85 (2016), pp. 33-50. doi:10.1016/j.paerosci.2016.06.001
- Rothwell, R. (1994) "Towards the Fifth-generation Innovation Process", International Marketing Review, Vol. 11 Issue: 1, pp.7-31, doi: 10.1108/02651339410057491
- Russel, P. (1979) The Brain Book, Peguin Group, New York, 1979
- Rybak, I. A. (et al., 2013) Gusakova, V. I., Golovan, A. V., Podladchikova, L. N., Shevtsova, N. A.: BMV: Behavioral Model of Visual Perception and Recognition Rostov State University, Rostov-on-Don, Russia,

<http://www.rybak-et-al.net/vnc.html#PAPER> (accessed at Oct. 10, 2013)