



Antreter Ferenc

**Termelési-logisztikai rendszerek tervezése és
teljesítményének mérése**

Doktori értekezés

Témavezetők:

Dr. Várlaki Péter

egyetemi tanár

Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar,

Logisztikai és Szállítmányozási Tanszék

Dr. Pozna Claudiu Radu

egyetemi tanár

Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar,

Informatika Tanszék

Infrastrukturális Rendszerek Modellezése és Fejlesztése
Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	3
1 BEVEZETÉS	5
1.1 A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI.....	5
1.2 A KUTATÁS MÓDSZERTANA	11
2 A KUTATÁSI TERÜLET ÁTTEKINTÉSE	13
2.1 VÁLLALATI RENDSZEREK ÉS FOLYAMATAIK.....	13
2.2 A TUDÁSBÁZISÚ LOGISZTIKAI STRATÉGIAI RENDSZEREK.....	17
2.3 TELJESÍTMÉNYMÉRÉS A TERMELÉSBEN	21
2.3.1 <i>A teljesítménymérés, mint vezetői eszközrendszer</i>	21
2.3.2 <i>A Balanced Scorecard, mint a teljesítménymérés eszköze</i>	22
2.3.3 <i>A kutatás során vizsgált vállalat - az adatok verifikálása</i>	23
2.3.4 <i>A vállalatnál alkalmazott BSC, mint a teljesítménymérés és vállalatvezetés eszköze</i>	24
2.4 TERMÉKTERVEZÉSI TECHNIKÁK.....	26
2.5 ÚJ TERMÉK ÉS FOLYAMAT INTEGRÁLÁSÁNAK TERVEZÉSI MÓDSZEREI.....	28
2.6 NEURÁLIS HÁLÓZATOK ALKALMAZÁSA A TERVEZÉSBEN	30
3 A TERMELÉSI FOLYAMATOK, AZ ADATÁRAMLÁS ÉRTÉKELÉSE	33
3.1 A TERMELÉSI LOGISZTIKAI SZERVEZET/RENDSZER BE- ÉS KIMENETI ADATAI	36
3.1.1 <i>Inputok</i>	36
3.1.2 <i>Outputok</i>	37
3.2 A TERMELÉSI LOGISZTIKAI FOLYAMAT TERVEZÉSE ÉS TELJESÍTMÉNYMÉRÉSE	39
3.2.1 <i>A termelési logisztikai folyamatok és hatások</i>	40
3.2.2 <i>Az operatív és a stratégiai szint teljesítménymérése közötti kapcsolat</i>	42
3.3 MÓDSZERTANI LEHETŐSÉGEK A TERMELÉSI LOGISZTIKAI FOLYAMATOK TERVEZÉSÉBEN, MŰKÖDTETÉSÉBEN ÉS ÉRTÉKELÉSÉBEN	44
3.3.1 <i>A mesterséges neurális hálózat alkalmazása</i>	45
3.3.2 <i>A mesterséges neurális hálózatok működése, felépítése</i>	45
3.3.3 <i>A több rétegű mesterséges neurális hálózat</i>	48
4 A SZERVEZET ERŐFORRÁSAINAK LEÍRÁSA	51
4.1 A HUMÁN ERŐFORRÁS SZEREPE.....	52
4.1.1 <i>A dolgozók egyedi leírása</i>	56
4.1.2 <i>Az egyéni teljesítmények teljesítmény-időben megjelenő hatása</i>	56
4.1.3 <i>A munkában eltöltött évek szerepe: a dolgozók tapasztalatát jellemző tényező</i>	60
4.1.4 <i>A vezetők általi megítélés hatása</i>	62
4.1.5 <i>A bérekben megjelenő hatás</i>	65
4.1.6 <i>A prémiumjellegű juttatások hatása</i>	67

4.1.7	<i>A dolgozói és a vállalati teljesítmény kapcsolatának hatása</i>	71
4.1.8	<i>A dolgozók által okozott negatív hatások</i>	72
4.2	A TERMELŐ ESZKÖZÖK ANALÍZISE	75
4.2.1	<i>A gyártási műveletek komplexitása</i>	76
4.2.2	<i>A termelő gépek munkalépések szempontjából fontos jellemzőinek leírása</i>	83
4.3	A KARBANTARTÁSI FOLYAMATOK SZEREPE, LEÍRÁSA	83
4.3.1	<i>A gépeken mérhető hibás kimenetek</i>	87
4.3.2	<i>A géphiba és a szerszámhiba</i>	89
4.3.3	<i>A gépidők vizsgálata</i>	90
4.4	MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI MUTATÓSZÁMOK	91
5	A MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATOK ALKALMAZÁSA	95
5.1	AZ ALKALMAZOTT MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZAT	100
5.2	A GÉPI BEMENETEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATTAL	101
5.3	A HUMÁN BEMENETEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATTAL	106
6	AZ ÚJ KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE	111
6.1	A KUTATÁS TÉZISEI	111
6.2	TOVÁBBI KUTATÁSI CÉLOK KIJELÖLÉSE	117
	IRODALOMJEGYZÉK	121
	ÁBRAJEGYZÉK	132
	TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	134
7	MELLÉKLETEK	136
	1.SZ. MELLÉKLET.....	136
	2.SZ. MELLÉKLET.....	137
7.1	A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ÖSSZEFOGLALÓJA	138
7.2	SUMMARY OF THE DISSERTATION	139

1 BEVEZETÉS

1.1 A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSEI

A modern járműipar magas minőségi követelményeket támaszt az ellátási láncok valamennyi szereplője számára. A gyorsan változó üzleti környezetben a termékek (gyártott modellek) élettartama rövidül, a gyártási sorozat-nagyságok csökkennek, a vevői elvárások állandóan változnak, beszállítók szűnnek meg, s keletkeznek újak, így nagyobb hangsúlyt kap a gyártás rugalmassága.

A vállalatokkal szemben támasztott egyre nagyobb igények a belső folyamataik hatékonyságának állandó növelését teszik szükségessé, s rejtett tartalékaik felszínre hozatalát. Ez folyamataik egyre pontosabb leírását, korábban nem vizsgált részrendszerek elemzését, majd aktív irányítását tették szükségessé.

A versenyképesség megtartásához elengedhetetlen a logisztikai szervezet adaptivitásának fejlesztése, a változásokhoz való folyamatos, lehetőleg megelőző alkalmazkodás. A korszerű vállalati teljesítmény-mérési és irányítási rendszerek (PMS Performance Measurement Systems) egyik legfőbb törekvése, hogy minél pontosabb képet adjanak ezekről a képességekről – a termelési, gyártás-kiszolgálási, disztribúciós és értékesítési folyamatok egyedi sajátosságait is megértve és megragadva olyan mérő-, vezetési- és eszközrendszert alakítsanak ki és jelenítsenek meg, amelyek segítségével valós versenyelőnyre tehetnek szert, és rugalmasságot biztosítanak [125]. Egy megfelelően kialakított vállalati teljesítmény-mérési rendszer a diagnosztikai funkciókon túl abban is segíti valamennyi érintettet (a munkavállalók közösségét is), hogy jól érthető, egyértelműen azonosítható, a folyamatokhoz pontosan illeszkedő mutatókat, mérőszámokat rendel a stratégiai elképzelésekhez. A termelési szervezetben dolgozók sokkal inkább sajátjuknak érzik azt a rendszert, ami aktív közreműködésükkel jön létre, a korábban rejtett vállalati tudást is felszínre hozza, és az értékeléshez világos, teljesíthető célt tűz ki, ami önmagában is jobb teljesítményre sarkall.

Ezen túl a rendszerek aktív reagálását, a változó piaci környezethez való – a rendszer képességeit figyelembevevően – alkalmazkodását is segíti. Az alkalmazkodáson túl a környezet „befolyásolása” is megvalósulhat, hiszen a működő szervezet nemcsak elszenvedője a környezeti hatásoknak, hanem – erőforrásainak megfelelő erősségű - kimeneteivel aktív szereplője és okozója is.

A Balanced Score Card speciális vállalati teljesítmény-mérési és vállalatvezetési rendszer [79]. Kialakításának elsődleges motivációja az volt, hogy felismerték, a hagyományos pénzügyi mérések magukban alkalmatlanok teljes körű rálátást biztosítani a szervezeti teljesítményre. A mérések négy nagy menedzsment területhez kötődnek, és azt célozzák, hogy a négy területen adekvát és széleskörű teljesítménymérést biztosító eszkörendszer épüljön fel, melyek alapján megvalósulhat a szervezet proaktív, folyamatos irányítása és felügyelete. Az értékelőlapok (scorecardok) kiegyensúlyozott értékelést kínálnak a szervezeti teljesítményről: a pénzügyi, a marketing (vevő-kapcsolat), a működési (belső üzleti folyamatok), és a stratégiai dimenziókról (tanulás és növekedés).

A BSC pénzügyi és működési méréseket egyesít, és egyaránt koncentrálna a szervezet hosszú- és rövidtávú céljaira. Számos vállalat alkalmazza a BSC szemléletét, azért, hogy a kritikus vállalati folyamatokat kézben tudja tartani, valamint tisztázza és értelmezza a szervezet jövőképét és stratégiáját, összekapcsolja a stratégiai célokat és méréseket, megtervezza és rangsorolja a stratégiai kezdeményezéseket, valamint erősítse a stratégiai visszacsatolást és szervezeti tanulást [25]. Ezen túl a tényleges teljesítményokozók és folyamatok aktív mérését végzi el.

A BSC alkalmazása azért alkalmas a vállalati folyamatok kezelésére, mert nem egy utólagos elemzésre alkalmazott mutatószámrendszer, hanem a megfelelő kidolgozás és alkalmazás esetén már a tervezés folyamatában is jelezhet a működés számára fontos és kritikus pontokat, utalhat szűk keresztmetszetekre. Az ebben a szemléletben felépített munkafolyamatok, gyártási lépések esetén a működés során a fellépő problémák megjelenésekor azok kezelése sem esetleges. A BSC alkalmazásával egy aktív, a szervezethez és annak környezetéhez is alkalmazkodó, arra ható, annak hatásait feldolgozó egységes irányítási rendszert használ a vállalat.

A BSC alkalmazása nélkül a pénzügyi mutatószámok kizárólagos alkalmazása esetén nem kerülnek elemzésre a szervezetek bemenetei és kimenetei közötti kapcsolatok. A hagyományos statisztikai módszerek kísérletet tesznek a ki és bemenetek közötti viszonyok leírására, ezek alkalmazásának azonban korlátai vannak. A feltételezett kapcsolatok az esetek többségében nem determinisztikusak, s a valóságban nem a feltételezett, könnyen kezelhető linearitás köszön vissza. A beavatkozások esetén nem a várt eredmény realizálódik, további problémát (így ráfordításokat) okozva a szervezetben [24].

Az egyre összetettebbé váló folyamatok, és azok komplex leírása emeli a folyamatok változóinak számát, ami a klasszikus statisztikai módszerekkel egyre nehezebben kezelhető. A felhasználandó erőforrásokat is a szervezetek részeként szükséges kezelni, így olyan módszertant kell találni, ami a ráfordításokat is figyelembe veszi.

A BSC kereteit tágítani szükséges, s el kell mozdulni a klasszikus statisztikai-lineáris alapokról. A sztochasztikus kapcsolatok leírására és mérésére a fentiek miatt a megváltozott feltételekhez jobban alkalmazható módszertan került kiválasztásra.

A humán és a gépi bemeneteket összetettségét oly módon írom le, melynek segítségével a kimeneti eredmények előrejelzésére nyílik lehetőség. Lehetőséget nyújt a leírt tényezőkön keresztül a proaktív beavatkozásra, s a folyamatok felépítésének fázisában biztosítja a szűk keresztmetszetek, a lehetséges hibaforrások kimutatását, valamint a védelmi rendszer megerősítését. Az általam vizsgált bemeneti tényezők elemzésével határértékek állapíthatóak meg, melyek az elemzett folyamatok kézben tartását segítik. Célom, elsősorban, az elmélet és a gyakorlati alkalmazások összhangjának megteremtése, s a folyamatok megfelelő irányíthatóságának biztosítása mellett, a továbblépés lehetséges útjainak feltárása volt.

A rendszerszemlélet szerint a rendszer megismeréséhez nem elegendő az egyes elemek ismerete, hanem az egyes elemek közötti kapcsolatot is fel kell tárni. A vállalat anyagáramlás szempontból olyan nyílt rendszernek tekinthető, amely a beszerzési és az értékesítési piacon keresztül kapcsolódik a környezetéhez. A vállalati logisztikai rendszerek feladata a vállalat és a beszerzési valamint értékesítési piaci közötti, továbbá a vállalaton belüli anyagáramlás és a hozzá tartozó információáramlás tervezése, szervezése, irányítása és ellenőrzése [51] Az autóipari beszállító termelő vállalatok termelési folyamatait a magas fokú komplexitás jellemzi. Ez a termelési folyamatok mélyebb ismeretét, ugyanakkor nehezebb tervezhetőségét is jelenti.

A termelés-tervezés segíti a stratégia és az operatív szint döntéshozóit, valamint a vállalatok tulajdonosait is [25]. A gépek és gyártási rendszerek technológiailag alkalmassá váltak a változó követelményekhez való alkalmazkodásra, de csak korlátozott kereteken belül, ráadásul az erőforrások sokaságát igénybe véve. Ezen okok vezettek a rugalmas és a változó igényekhez alkalmazkodást lehetővé tévő gyártási rendszerek megvalósításához, segítve az egyedi gyártási igények megvalósítását, nagy átmenő outputszám mellett, s ezzel lehetővé vált a költséghatékony és eredményes termelés [88] [22].

A folyamattervezés célja egy - adott - gyártási környezetben a folyamat identifikálása és részleteiben való meghatározása, s irányíthatóságának, majd értékelésének megteremtése.

A folyamatok és ezzel együtt a gyártási műveletek megvalósíthatóságának meghatározása (a szükséges paraméterekkel) biztosítja, hogy a legyártott terméket az elvárt minőségben, mennyiségben és megfelelő ütemezésben bocsássa ki a termelési rendszer. A jellemző termelés-tervezési és ellenőrzési rendszer funkciók tartalmazzák a termelés anyagellátásának tervezését, a termelés közbeni anyagáramlás tervezését, a termelés közbeni készletek tervezését, a kapacitás-tervezést és a munkafolyamatok ütemezését [51].

A folyamat- és termelés-tervezésnek léteznek ugyanakkor kiegészítő céljai, mint például a folyamatos vállalati termelékenység javítása, ami végső soron a versenyképesség javítását szolgálja. A folyamattervezés számára elengedhetetlenek a részletes információk: döntő fontosságú egy megfelelő modell kifejlesztése, ami alkalmazható az integrált folyamattervezésben és ütemezésben. A napi gyakorlat szerint egy termelő vállalat termelési tevékenysége során, hogy a gyártási terveket és eljárásokat a gyártási folyamat szervezői határozzák meg [47] [25].

A termelő ágazatban a versenyképesség fenntartásának kulcstényezője a telepített gyártási rendszerek hatékony üzemeltetése, valamint e rendszerek gyors, hatékony, és minél egyszerűbb beállíthatósága (például új termék bevezetése esetén) és ezzel együtt a változó körülményekhez való gyors átállítás lehetősége.

A jól megtervezett mérési rendszernek különböző célokat kell szolgálnia: a vállalati folyamatok leírásának egyik eszközeként kell működnie, a vállalati logisztikai stratégiák konkretizálásának lehet eszköze, végül mind a felső-, mind az operatív vezetés eszköztárában bővítéseként is szolgál. Az így felépülő rendszer a döntés előkészítést és támogatást, a folyamat megtervezését, működtetését és értékelését segíti.

A szimulációs technikák alkalmazása nyújthat segítséget a termékek életciklusával kapcsolatos stratégiai döntések előkészítéseihez. A szimuláció során a már meglévő rendszerre alapozva és a tervezett rendszer egységesítésével kerül a modell kialakításra, melynek segítségével lehet következtetéseket levonni a valóságos rendszerre nézve [21].

A szimuláció főbb előnyei:

- a modellben a valós rendszerbe való beavatkozás nélkül lehet kísérleteket folytatni
- a rendszer üzembe helyezése előtt fedezhetőek fel a tervezési problémák
- kiküszöbölhetőek a tervezési bizonytalanságok
- részletes elemzésre kényszerít, így lecsökkenthetőek a rendszerirányítással kapcsolatos ráfordítások.

Hátrányai:

- nagy modellezési és programozási ráfordításokra van szükség,
- minden valós rendszerhez más és más szimulációs modell rendelhető hozzá, ezek kifejlesztése más és más szakértőt igényel
- a szoftverek drágák [51].

Bár a szimuláció gyakran önálló eszközként használatos a termelési folyamat tervezésénél és működtetésénél a szimulációs eszközök ennél jóval több előnyt és jobb döntéstámogatást kínálnak, kiváltképp, ha megvalósítható a termelő vállalat tényleges folyamatait leképező, s azokból adatokat gyűjtő, felhasználó és analizáló integrált rendszerrel való összekapcsolása [48] [22]. Alkalmazásuk terjedésének a vállalatméret is korlátot szab, a korábban felsorolt hátrányok miatt.

A rendszer bemeneti jellemzői a rendszerben lejátszódó folyamatok következtében megváltoznak, és a rendszert más tulajdonságokkal rendelkező kimeneti jellemzőkként távoznak [51]. A termelési rendszerekben számos feltételezés él a be és kimenetek közötti kapcsolatokról, melyek az esetek többségében feltáratlanok, mégis a vállalati gyakorlatba aktívan beépültek. Előfordulhat, hogy tervezési és megmunkálási folyamatok épülnek a feltevésekre, ezért ezeket a feltevéseket vizsgálni szükséges, mert előfordulhat, hogy az egykori feltevés az idő előrehaladtával már nem érvényes. Kutatásom során a selejtkeletkezéssel kapcsolatos feltételezéseket is vizsgálom, a humán és a gépi bemenetekkel való viszonyukban.

A számos feltételezésből azokat ragadtam ki, melyek kutatási területemmel függnek össze:

A több munkalépésben gyártott termékek készterméket tekintve magasabb munkaerő által okozott selejttet produkálnak, mint a kevesebb munkalépésben gyártottak.

Ugyanílyen valószínűsíthető összefüggés létezik a humán erőforrás képzettsége és az ez által keletkezett hibás termékek, vagy ismételt munkalépések között. Vagy szintén a humán erőforrással kapcsolatos klasszikusan vélt összefüggés, mely a munkaidő napszakai és a termelési hiányosságok közötti kapcsolatra utal. (Éjszakás műszak a leggyengébb termelési mutatókkal, míg a délelőtti a legjobbakkal bír.)

Feltételezett összefüggés van továbbá az adott szervezet keretei között több időt eltöltött dolgozók és munkájuk minősége között.

A számos nem bizonyított, de mégis feltételezett összefüggés utat nyit a bemenetek és kimenetek közötti kapcsolatok és a rendszerek részletes vizsgálata számára is.

Kutatásom célja a termelési logisztikai folyamatok humán és gépi sajátosságainak feltárása, ezzel kapcsolatos részrendszereinek a korábbiaknál mélyebb szintű leírása azért, hogy a folyamatok működtetése során még inkább meghatározhatóvá váljanak a várható hibák, s lehetővé váljon az eddig nem vizsgált, ám a termelési rendszer teljesítményét meghatározó bemeneti összetevők elemzése és ezzel párhuzamosan elérhetővé váljon a minimális hibaszint.

Disszertációmban felülvizsgálom a kutatott területekkel kapcsolatos egyes vállalati előítéleteket illetve feltételezéseket is, s egy módszerrel igazolom azok meglétét, vagy meg nem létét. A vállalatokban meglévő múltbéli adatokra alapozott feltevések beépülnek a menedzsment döntéseibe, melyek a logisztikai rendszereket nem az elvárt irányba módosítják. Mindazonáltal a technikai-technológia fejlődés is megkívánja a módszerek és eszközök felülvizsgálatát. A korábban esetleg igaznak gondolt, netán megvizsgált feltevések valóságtartalma a fejlődéssel megváltozhatott, ezért szükséges ezek folyamatos felülvizsgálata. Megváltoztak a korábbi folyamatok, új munkalépések technológiák lépnek a korábbiak helyébe, ezért is szükséges az elemzés: vagy a meglévő feltételezések mérésekkel való megerősítése, vagy azok módosítása.

Célom egy olyan módszer megalkotása, egy olyan eszközrendszer felépítése, amely segítségével (a korábban leírt rendszer-identifikáció alapján) a gyártási folyamat során keletkező hibákat: selejteket és utó munkákat tervezni, s értékelni lehet. Ennek segítségével a

folyamatkalkulációk és tervezések pontosabbá tehetők, a ráfordítások jobban becsülhetővé válnak és a nem tervezett hiányosságok szintje lecsökkenthető. A módszerrel a folyamatok szélesebb körű preventív kezelése válik lehetővé és ezzel a módszerrel az utólagosan felmerült munkafolyamatok csökkenthetőek.

Munkám során áttekintem a szakirodalmat, majd ezek alapján elemzem a termelési-logisztikai rendszerek bemeneteit és kimeneteit, s ennek eredményeit egy adott esetben leírom. Mérések segítségével leírok egy, a BSC-n alapuló humán erőforrást bemutató és megítélését segítő mutatót, valamint egy a termelési komplexitást elemző mutatószámot, melynek segítségével – amennyiben a kapacitások ezt lehetővé teszik – lehetséges a termelési logisztikai folyamat munkafolyamatainak módosítása. Az univerzális gépek között a kedvezőbb idő-komplexitási faktorról rendelkezőkhöz lehet a termelési lépéseket hozzárendelni, így csökkentve a teljes komplexitást, s ezáltal a termelési kockázatokat.

1.2 A KUTATÁS MÓDSZERTANA

Munkám során feltérképeztem e rendelkezésre álló adatokat, majd a kutatási tervnek megfelelően megterveztem az adatfelvételek céljaimnak megfelelő kibővítését.

Mind induktív, mind deduktív módszereket alkalmaztam, a céloknak megfelelően.

A kutatás során mind az elsődleges, mind a másodlagos adatfelvételt alkalmaztam. A korábban alkalmazott adatfelvétel után a szükséges adatok részlegesen álltak rendelkezésemre, ezért alkalmazni kellett a másodlagos adatgyűjtés mellett az elsődleges adatgyűjtést is. Ezt a rendelkezésre álló adatok hiányosságai, elavultsága, vagy nem teljessége tette indokolttá. (A selejt adatok időbeli felmerülésének gyűjtésére és a dolgozókhöz való hozzárendelésre is szükségem volt. A humán erőforrás leírásánál alkalmazottakhoz az adott szervezeti egységek vezetőinek kérdőíves felmérését alkalmaztam.)

A BSC mutatószámaihoz rendelkezésemre álltak az adatok. Ezt kellett kibővítenem elsődleges adatfelvétellel. Ehhez minden dolgozó minden egyes napjáról a korábban is használt teljesítmény felvételi adatlapokat kellett kiegészíteni. (1. sz. Melléklet)

A rendelkezésre álló adatok további kvantitatív vizsgálatával alkalmaztam a másodlagos adatfelvételt. A humán erőforrás leírása során az összetevőkre bontás folyamán kellett ezzel az eszközzel élnem.

A megállapításokat mérések alapján matematikai statisztikai módszerekkel verifikáltam.

A bemeneti és kimeneti adatok közötti viszonyok további, összetettebb vizsgálatára volt szükség, melynek nem a viszony leírása a lényege, hanem, hogy a vizsgált okok milyen hatást tesznek a kutatás számára fontos okozatokra. Ehhez a klasszikus statisztikai eszközökön kívül egyéb matematikai eszközöket is alkalmaztam a vizsgálat során.

A termelési folyamatok többváltozósak, s a rendszer be- és kimeneti adatai közötti kapcsolat, a kimenetek bizonytalanok, s sztochasztikus kapcsolatok jellemzik.

A probléma megoldására így a statisztikai és a számítási intelligencia eszközei állnak rendelkezésre. A statisztikai módszereknek szilárd, széles körben elfogadott matematikai alapjai vannak, noha nehézséget okoz a módszer számára a komplex és nemlineáris adatmennyiség [80]. Ezzel szemben a számítási intelligencián alapuló módszerek kombinálják a modell tanulási, adaptációs és fejlődési képességeit így alakítva ki intelligens modelleket, melyek a szervezetben fellelhető rejtett összefüggéseket képesek felszínre hozni [56] [110].

Mivel kutatásom során működő rendszert vizsgálok, ezért nagyszámú, egyre bővülő adat állt rendelkezésemre, melyek megkönnyítették megalapozott következtetések levonását.

A folyamatok jelen kutatásnak megfelelő leírása, és az adatbázisok vizsgálataimnak megfelelő felépítése után a következőket állapítottam meg:

- nagy mennyiségű múltbéli adat áll rendelkezésre, amelyek lehetővé teszik a vizsgálatok megalapozott lefolytatását,
- az bemeneti és a kimeneti adatok közötti kapcsolat leírása nehézkes, nagy ráfordítást igényel,
- a rögzített adatok pontosságát bizonytalanság jellemzi, az adatok pontosságáért azok okozója a felelős (a nagy mennyiségű és sokrétű adatfelvétel nem nélkülözheti a folyamatban részt vevők adminisztratív feladatait.) [11].

A kutatás folyamán a mesterséges neurális hálózatok alkalmazását - a statisztikai módszerekkel szemben, melyek esetén a probléma analízisa és a feltevések validálása több időt vesz igénybe – is alkalmazom, melynek segítségével a termelési rendszer bemenetei és kimenetei közötti feltételezett kapcsolatok meglétét vagy nemlétét vizsgálom, ezáltal a vizsgált kapcsolat tervezhetősége válik lehetővé [61].

2 A KUTATÁSI TERÜLET ÁTTEKINTÉSE

Vizsgálati területem a vállalati logisztika, mégpedig az iparvállalati logisztika. A vállalati logisztika az anyagáramlásnak megfelelően a következő főbb részterületekre bontható:

- beszerzési,
- termelési (gyártási),
- értékesítési és
- hulladékkezelési logisztikára [51].

Tovább szűkítve a területet jelen kutatásaim a termelési logisztikát érintik leginkább, valamint magát a logisztikai szervezetet.

A termelési logisztika az alapanyag raktártól – a termelési folyamaton keresztül - a késztermék raktárig terjedő anyagáramlást tervezi, szervezi, irányítja és ellenőrzi, együttműködve a termeléstervezéssel és irányítással. Főbb feladatai

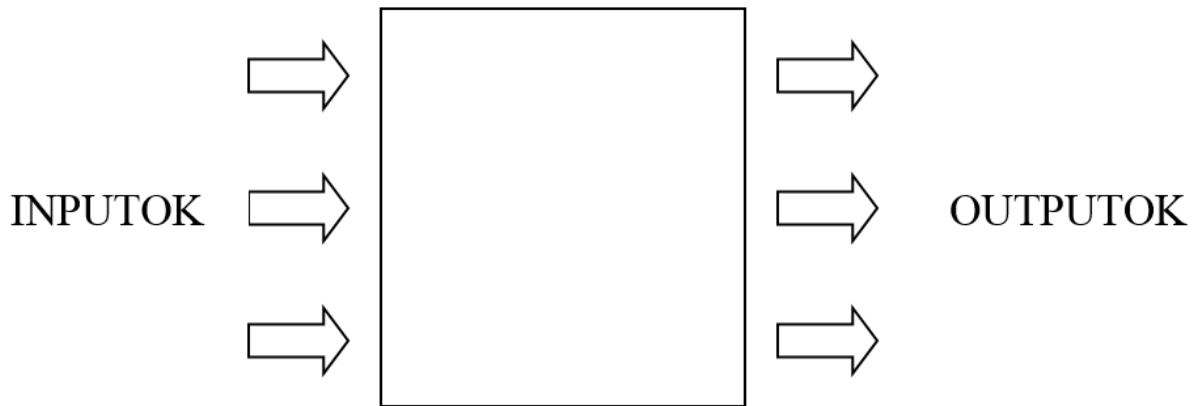
- a termelő helyek anyagellátásának tervezése, szervezése
- a munkahelyek közötti mozgatási, tárolási feladatok megoldása,
- a termeléseközi készletekkel való gazdálkodás [51].

Az iparvállalatok a vállalati logisztikai rendszer működtetésére, irányítására és ellenőrzésére önálló szervezeti egységet hoznak létre, a logisztikai szervezetet. A vizsgált vállalat esetében ez a szervezet centralizált felépítésű.

2.1 VÁLLALATI RENDSZEREK ÉS FOLYAMATAIK

A rendszerek folyamatait akkor lehet megfelelően kézben tartani, ha azok részletesen leírásra kerültek. Ezen keresztül valósítható meg a folyamatok mérése. Mind a bemenő, mind a kimenő jelek rögzítése fontos, de ezzel együtt a közöttük lévő kapcsolat identifikálásán, és a kimeneti hatások befolyásolásán van a hangsúly. Amennyiben ez megvalósul, akkor lehetséges a megfelelő hatással a kívánt eredményt elérni [15].

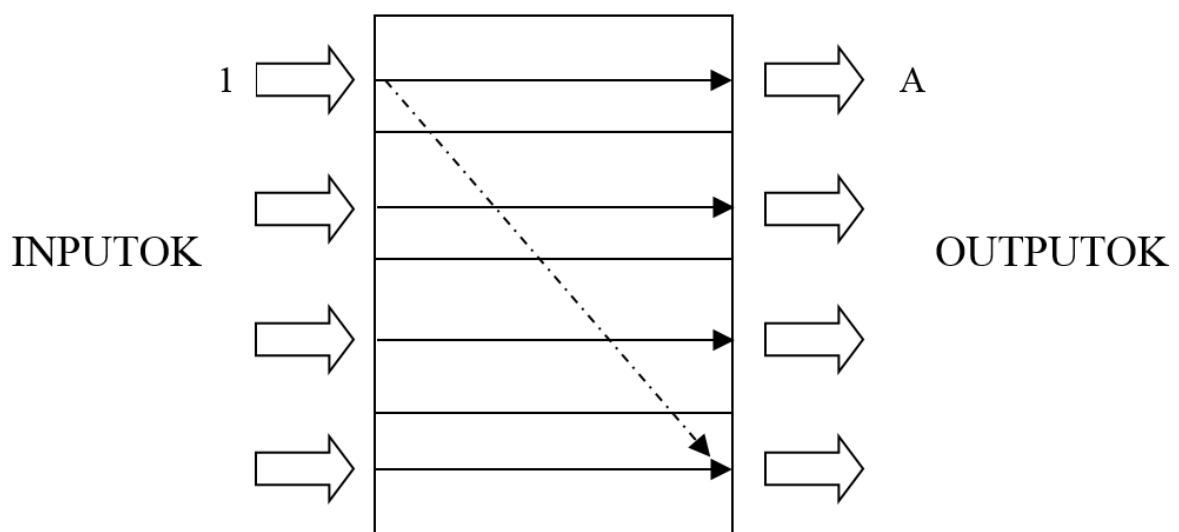
A termelési-logisztikai rendszerek több bemeneti és több kimeneti jellel leírható MIMO (multi input, multi output) rendszerként írhatóak le.



1. ábra: A MIMO rendszer (Saját szerkesztés)

A termelő rendszerek működésének a legegyszerűbb leképezése is láthatóvá teszi, hogy a termelési folyamat leírását nem szabad a rendszer fizikai határainál befejezni, hanem annak a környezettel való kölcsönhatását is vizsgálni kell.

A tényleges számítások során jó esetben a rendszeren belül lineáris összefüggések kerülnek rögzítésre, de az igazi problémát az jelenti, hogy az egyenes-vonalú kapcsolat nem törvényszerűen az ok-okozati kapcsolatban álló input és output között kerül leírásra.



2. ábra: A MIMO rendszer, és esetleges jelei (Saját szerkesztés)

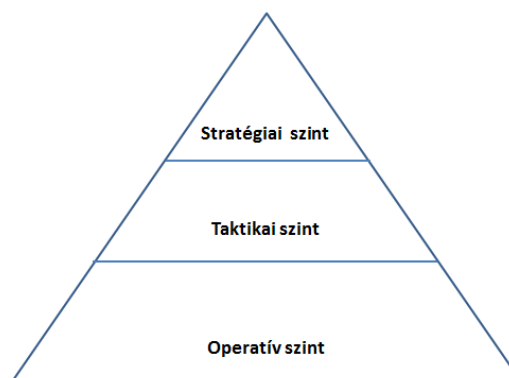
A MIMO rendszer több SISO-vá való átalakításával (a rendszeren belüli folyamatos nyilakkal ábrázolva) nem érhető el a kívánt eredmény. Például, ha az 1. sz. bemenő faktor kap hatást, akkor a SISO leegyszerűsítéssel az „A” kimenő faktoron kellene hatásnak aktiválódnia. Ha a rendszerben az 1. sz. bemenő faktor és az „A” kimenő faktor között nincs összefüggés (szaggatott-pont nyíllal ábrázolva), vagy nem 1:1 arányú, akkor legjobb esetben is csak a befektetett energia töredék része lendíti a szervezetet a vágyott irányba [60].

Az összefüggések megismeréséhez a rendszer célok szerinti leírása szükséges, melyhez az ennek megfelelő méréseket kell végezni.

Az ábrák alapján látható, hogy a lineáris, determinált kapcsolatok a rendszer leírását nem határozzák meg egyértelműen. A be- és kimenetek közötti kapcsolatok sztochasztikusak, nem egyértelműek a ható tényezők és a befolyásolt tényezők viszonyai, ráadásul a technológia változásával újabb és újabb elemzésekre van szükség. A termelési-logisztikai rendszerekben a folyamatok nagy és növekvő száma, valamint a ráfordítások megnövekedése miatt szükséges a statisztikai módszerek mellett egyéb módszertan alkalmazhatóságát megvizsgálni.

A logisztikai rendszerek további elemzése során nemcsak a horizontális, hanem a vertikális szintek között is különbséget teszek, s ezeket is meg is vizsgálom.

A logisztikai rendszerek irányítási szintjei hierarchikusan operatív, taktikai és stratégiai szintre tagolhatók.



3. ábra: A vállalati logisztikai rendszer irányítási szintjei [51]

A stratégiai szint a hosszú távú célkitűzéseket és döntések szintje. Itt kerül meghatározásra a logisztikai szervezet kialakítása, működése, ellenőrzése, s minden ezzel kapcsolatos fejlesztés és tervezés [51].

A vállalati szervezet alapfolyamata, a termelés az operatív szinten megy végbe. Ez a szint a humán erőforrás, a gépek, a karbantartás a minőségbiztosítás első vonala. A feladatkiosztás s célok – a hosszú távú célokból levezetve, de - rövidtávra szólnak, és naponta rögzítésre kerülnek az elsődleges adatok [14].

Az operatív szint menedzselése, irányítása a taktikai szinten keresztül a rendszer stratégiai szintjén megy végbe [60]. Ezen a szinten a célok közép és hosszú távúak, a problémák kezelése nem a napról napra megtörtént változások alapján történik. A három szint működésének egységes módon kell történnie, a stratégia szinten meghozott döntéseknek az operatív szintre – a taktikai szinten keresztül - lebontva kell eljutni. A három szint egységéből kell megszületnie a vezetési szinten a stratégiának, melyet a rendszer tényleges termelési szintjén részcélokra bontva szükséges a termelésben dolgozó humán erőforrás felé kommunikálni, leosztani, s a számszerűvé tétel után mérni [99] [60].

Kutatásom során a stratégiai és az operatív szint tevékenységét vizsgálom célkitűzéseimnek megfelelően.

A bemenetek és kimenetek azonosítása, s leírása után, a be és kimeneti kapcsolatok bizonyított meglétének feltárása után állíthatóak fel a vállalati stratégiák [20] [60].

A vállalati logisztikai tudásbázis

A termelő vállalatok tevékenységének következtében a vállalati szervezetekben nagy ismeretanyag halmozódik fel. Az információk és az ismeretanyag felhalmozódása, rendszerezése lehetővé teszi a tervezési- és döntési folyamatokban való optimális felhasználásukat [14] [58]. Az ismeretanyagból adatokat, majd információkat szükséges nyerni, majd a vállalati célok elérése érdekében ezeket rendszerezni. Az iparvállalatok termelés-tervezési és termelés irányítási rendszere – logisztikai szempontból - mindazokat a műszaki-gazdasági folyamatokat foglalja magába, melyek a rendelés fogadásától kezdve az alapanyag beérkezésen keresztül a késztermék kiszállításáig és elszámolásáig felmerülnek és a termelés folyamatát befolyásolják. A vállalatirányítás ettől bővebb fogalom, hiszen az egyéb vállalati területekre is kitér. A hatékony vállalatvezetés elengedhetetlen feltétele az integrált rendszerek használata, melyek alkalmazása hatékonyvá teszi az irányítást és a döntés előkészítést [51]. E rendszereket, melyek a szervezetben felhalmozódott ismeretanyagot összegyűjtik, rendszerezik, tárolják és alkalmassá teszik gyártási modellek összeállítására, tudás bázisú rendszereknek nevezik [124].

Ezek az eszközök teszik lehetővé a versenyelőnyök felismerését és kihasználását a termelési-logisztikai rendszerek számára. A tudásbázisú rendszereknél az adatok tárolása, felépítése folyamatosan felülvizsgálatra, karbantartásra kerül, így az adatok és információk a szervezetben folyamatosan felhalmozódó ismeretanyaggal jelentenek alapot a vállalaton belüli döntések meghozatalához [39].

A termelő vállalatok egy adott logisztikai rendszerbe kapcsolódnak. Alapfolyamataik ellátásához és folyamatos működésük fenntartásához nagyszámú külső kapcsolatot kell kialakítaniuk. A kapcsolat kialakításában nemcsak az anyagi folyamatoknak van jelentős szerepe, hanem az információs kapcsolatoknak is [4]. A logisztikai láncba való kapcsolódás képessége szintén a vállalati tudásbázis részét képezi.

A folyamatosan megújuló és magasabb szintre jutó tudásbázis lehetővé teszi a szervezet rejtett tartalékainak felfedezését, így a stratégia összeállítás hatékony számszerűsítését [66].

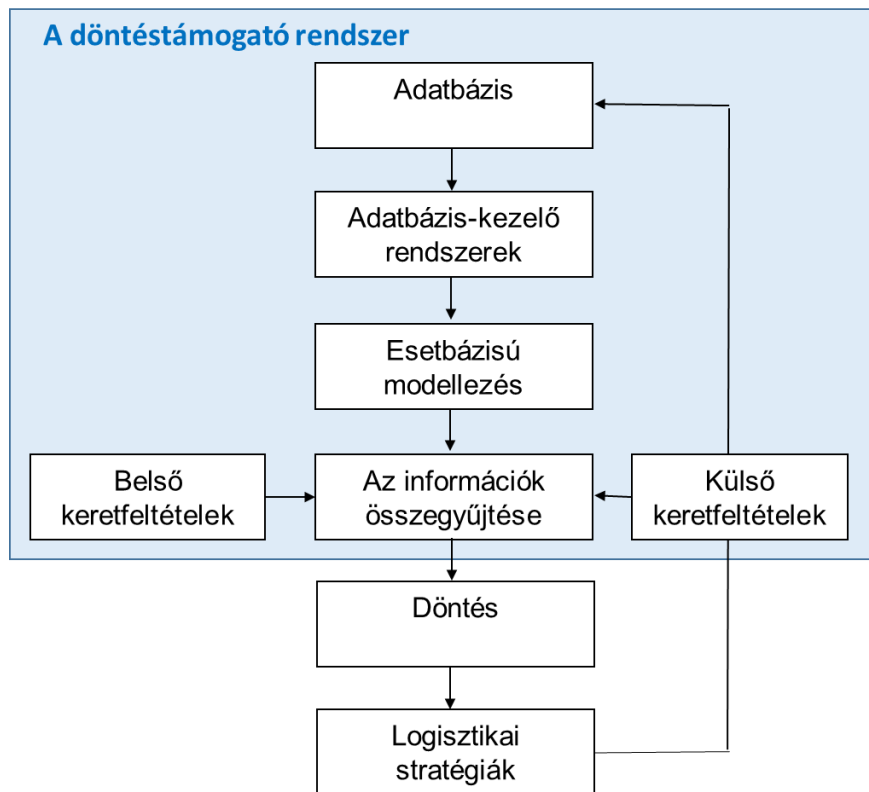
2.2 A TUDÁSBÁZISÚ LOGISZTIKAI STRATÉGIAI RENDSZEREK

A hosszú ellátási láncok felépülésével és a vevői igények folyamatos növekedésével egyre nagyobb a nyomás a logisztikai rendszereken, hogy a logisztikai alrendszerek közötti kapcsolódások folyamatos optimumkeresésével további versenyelőnyökhöz juthassanak a gyártók. Ennek eléréséhez az üzleti stratégiákon belül szükségessé vált a logisztikai stratégiák megfogalmazása [20].

A logisztikai stratégiák alapját a tudás bázisú logisztikai stratégia rendszerek teremthetik meg (4. ábra). Tudásbázisú logisztikai rendszereknek nevezem azokat a rendszereket, melyek az adatgyűjtés után annak rendszerezésével megteremtik a lehetőségét rejtett információk felfedezésére [58] [73]. Az adatbázis felépítésénél a különböző adatforrások sokaságát szükséges egybe olvasztani. A vállalkozás belső adatai egyrészt az alkalmazott integrált számítógépes rendszeréből nyerhetőek ki, amennyiben ilyen nem áll rendelkezésre, akkor a logisztikai részrendszerek működtetéséhez használt „sziget” számítástechnikai rendszerek (rendelések, áruátvétel, készletnyilvántartás, termelésstervezés, kiszállítás, számlázás rendszerei) mentett adatai használhatóak, a külső adatok pedig a vevők és a szállítókról gyűjtött és tárolt adatbázisok integrálását jelentik [44] [22].

A vállalatok alapfeladatuk ellátásához és folyamatos működésük fenntartásához nagyszámú külső kapcsolatot kell kialakítaniuk. E kapcsolatok nem korlátozódnak a fizikai folyamatokra,

hanem meghatározó szerepet játszanak a végrehajtásban érintett logisztikai lánc tagjai közötti információs kapcsolatok is [51]. Az adatbázis felépítésénél a vállalat logisztikai láncban betöltött szerepét is figyelembe kell venni.



4. ábra: A tudásbázisú rendszereken alapuló logisztikai stratégiák kialakulásának folyamata (Saját szerkesztés)

A modellezés során a meglévő adatok analizálása, szűrése a releváns adatokból a megfelelő elemzéssel történik. A modellek felállítását követően a keretfeltételekkel való egyeztetések után meghozott döntésre alapozva állíthatóak össze a logisztikai stratégiák.

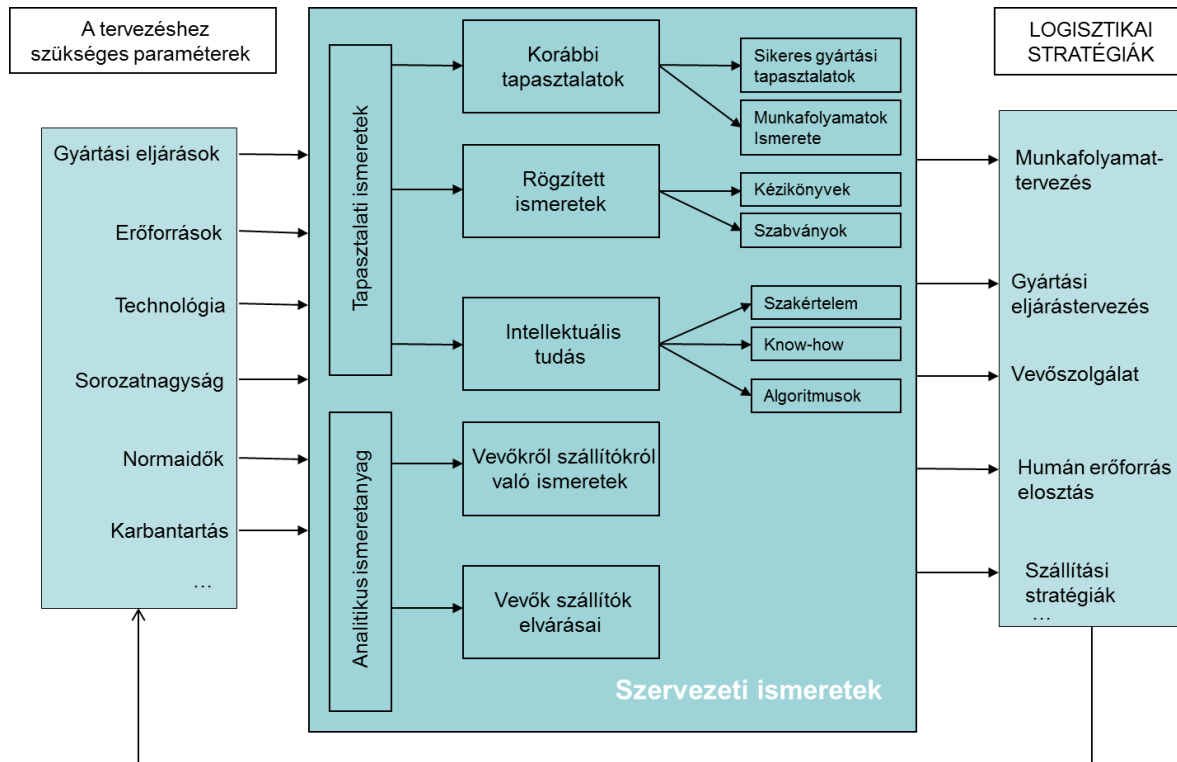
A szervezetben fellelhető és gyűjtött adatok felhasználása nem elegendő a stratégia kidolgozásához. A logisztikai stratégiák tervezésének folyamatában a vállalati stratégiák keretei között kell az összeállítást elvégezni a vállalati szervezetben gyűjtött és tárolt adatok, információk alapján, a felhalmozódott ismeretekkel kiegészítve [58] [97]. A vállalati szervezetek ismereteit két fő csoportba sorolhatjuk: a tapasztalati és az analitikus ismeretek csoportjába [44] (5. ábra).

A logisztikai stratégiák megalkotása folyamán, az ismeretek integrálásakor a tudásbázis központjában a humán erőforrás tudása áll. A humán ismereteket, szakértelmet a rendszerek megalkotása során integrálni szükséges a mesterséges intelligencia eszköztárával, a fellelhető ismeretek optimális kihasználása érdekében [44].

A humán erőforrás ismeretinek felhasználásával olyan ismereteket is a stratégiaalkotás és megvalósítás szolgálatába állíthatunk, mely sem explicit, sem implicit módon nem állnak rendelkezésre, hanem kizárólag a hallgatólagos dolgozói információbázis részét képezik [66] [1].

A humán erőforrások mellett természetesen a technológiai-technikai keretfeltételeket is a stratégia alkotóelemei közé sorolom. A különböző gyártási eljárások, műveletek termelési logisztikai rendszerbe való integrálásakor a kialakított stratégiák mentén kell a szervezetnek eljárni.

Az alkalmazott stratégiák kialakításánál a termelési folyamatok minőségbiztosítási és karbantartási részrendszereinek hatásait is be kell építeni a célkitűzésekbe. A rendszer szűk keresztmetszeteinek, a gyártási hibalehetőségeknek ismeretével előzetesen lehet azok elhárítására felkészülni. Így a tudatos stratégiaalkotással a folyamatok részévé válik a hibamegelőzés [14].



5. ábra: A logisztikai stratégiák kialakulásának folyamata (Saját szerkesztés, [44] nyomán)

A logisztikai stratégia tervezése komplex folyamat, hiszen a különböző, s eltérő mértékben rendelkezésre álló erőforrásokat kell a különböző helyeken felmerülő tevékenységekkel, a költségoptimalizálással, s nem utolsósorban a vevői elvárásokkal összhangba hozni, úgy hogy a vállalati stratégiával ne kerüljön ellentmondásba.

A tervezéshez szükséges paraméterek összegyűjtése után a szervezetben fellelhető ismeretek felhasználásával állíthatóak össze a logisztikai stratégiák (5. ábra). A tervezéshez szükséges paraméterek a készletezéssel, termeléssel kapcsolatos alapadatokat és információkat jelentik [93]. A szervezetben fellelhető ismeretek a stratégiaalkotáshoz szükségesek, a szervezet korábbi tapasztalatain és a tapasztalatok elemzésén alapuló rögzített és az emberi erőforrásban meglévő know-how egészét jelenti [77] [73].

A stratégiák kialakítása a vállalaton belül iteratív és rekurzív feladat, hiszen a bemeneti paraméterek között feltüntetett elemek között számos olyan található, mely önmagában is függ a logisztikai stratégiától.

A logisztikai stratégiák számszerűsítésének és megfelelő kommunikációjának eszköztára a teljesítménymérés eszköztára.

Új termékek gyártása esetén a megfelelő gyártási idők, szállítási határidők és a várható költségek megfogalmazása döntő jelentőségű – ha ezek túlbecslésre kerülnek, akkor a rövidebb átfutási időt, vagy alacsonyabb árat vállaló versenytársak kiszoríthatják a vállalatot a piacról. Ha alulbecslésre kerül, akkor a vállalásokat, elvárásokat nem képes a szervezet a rögzített színvonalon teljesíteni. Ennek értelmezése az operatív szint munkatársai számára a szervezet eredményének elengedhetetlen feltétele. A stratégián alapuló mérésekkel, azok kiértékelésével és a vállalati szervezet egészének megfelelő kommunikációjával egységes reakció adható a vállalattal szemben támasztott kihívásokra [73].

A termékek élettartama alatt is folyamatos a verseny: a megszerzett pozíciók az elvárásoknak való nem megfelelés miatt könnyen elveszthetők, ezért a vállalati szervezetet folyamatos hatékonysági kényszer mellett kell üzemeltetni [14]. A gyártási folyamat indításakor kényszerítő automatizmusok épülnek a logisztikai rendszerbe, melyek a folyamatos árcsökkenés erőteljes ösztönzésével hatnak a folyamatos optimalizálás irányába. A rendszernek így állandó készenlétben kell lennie a hibák folyamatos kiküszöbölése érdekében.

A külső kényszerítő tényezőkön túl, a belső folyamatok is a hatékonyság javítását ösztönzik: mind a vállalati szervezet belső kultúrája, mind a humán erőforrásban rejlő állandó megújulási kényszer (újítási javaslatok) ezt a célt szolgálja [24].

2.3 TELJESÍTMÉNYMÉRÉS A TERMELÉSBEN

A termelésben való teljesítménymérésnek klasszikus eszközzrendszere alakult ki, mely a vállalati szervezet vezetésében is jelentős szerepet játszik. Ezen túl a mérések a dolgozói motiváció eszközeként is funkcionálnak. A teljesítménymérésnek azonban nem elkülönülten, hanem a logisztikai stratégiákkal együtt kell történnie, az azokban megfogalmazott célok mérésére [40].

2.3.1 A teljesítménymérés, mint vezetői eszközzrendszer

A teljesítménymérés vezetői eszközzrendszerként való alkalmazása során a vállalat belső folyamataira, s a vállalati szervezet fejlődésére lehet hatást kifejteni.

A számszerűsítés ebben az aspektusban azt jelenti, hogy a méréseknek az érintett szervezeti szinten kell megtörténni. Motivációs jellege a kommunikációban domborodik ki: kiértékelésükről az adott adatfelvételben résztvevőket tájékoztatni szükséges. Ezzel a

stratégiaalkotás a dolgozói szinten is átláthatóvá-, céljai, mérése és eszközrendszere pedig érthetővé válik [125]. Ezzel párhuzamosan a mérések kiértékelésekor az adott szint vezetői is azonnal visszacsatolást kapnak a munkájukról.

A mérések dolgozók általi megvalósítása - a külön a mérésre létrehozott csoporttal megvalósított mérésekkel szemben - a teljesítménymérést a fentieknek megfelelően a dolgozói motiváció eszközévé teszi [116] [1]. A mérések eredményei visszahatnak a folyamatokra, s ezen keresztül a stratégiaalkotás folyamatára is, így a dolgozói szint motivációjára. A mutatószámokkal leképzett folyamatok láthatóvá válnak, a célkitűzések eredménye transzparensé és érthetővé válik. Ezzel a dolgozók közvetlenül részt vállalhatnak a vállalat kijelölt célok irányába való működtetésében [98].

2.3.2 A Balanced Scorecard, mint a teljesítménymérés eszköze

Az ily módon leírt vállalati modellek teljesítménymérésének eszköze a Balanced Scorecard mérési rendszer, mely egy olyan mutatószám-rendszer, melynek lényege, hogy:

- kevés és jól kommunikálható mutatószámból áll
- a stratégia számszerűsítését és mérését lehetővé teszi
- a stratégiában meghagyja a humán faktor szerepét
- a szervezeti célokat összhangba hozza az egyének céljaival
- felhasználja a vállalatban fellelhető tudást és ismereteket
- biztosítja a visszacsatolásokat és a folyamatos megújulást
- egyszerűen kiértékelhető, feldolgozható mutatószámokból épül fel [63].



6. ábra: A BSC felépítése [79]

2.3.3 A kutatás során vizsgált vállalat - az adatok verifikálása

A kutatásban vizsgált vállalat klasszikus ipari termelővállalat: elsősorban karosszériaelemeket készít (alumíniumból: dísz- és funkcionális elemeket) prémium kategóriás autókhoz, megfelelően a szektor által támasztott minőségi követelményeknek. A vállalat mérete, felépítése megfelel a magyar gyakorlatban kis közép vállalati szektorként meghatározott szegmens egyik tagjának.

Az alkalmazotti létszám 140-150 fő, hierarchikus szervezeti felépítésben (a stratégiai, operatív és taktikai szintek jól elkülönítettek). Árbevétele 3-3,5 milliárd forint, nyeresége az iparági átlagnak megfelelő.

A németországi cégek központ felügyelete alatt, döntően önálló vállalatként működik, egy globális jelenléttel bíró közép-konzern részeként. Az üzletszerzés döntően a konzern egyik – erre a feladatra szakosodott - vállalatán keresztül történik. A magyar leányvállalatot 1998-ban alapították, az anyacég meghosszabbított „munkapadjaként”. Az alapítás óta bekövetkezett stratégiaváltás következtében a magyar vállalat a bér munka konstrukcióról fokozatosan átállt az önálló termelésre, és korlátozott felügyelet mellett az önálló működésre.

A német vállalati tulajdoni arány 100%.

A stratégiát döntően helyben fogalmazzák meg, a konszern céljaival egyeztetve, s a végső döntés a tulajdonosi jogokat gyakorló grémium hozza meg.

A termékek több termelési folyamaton áthaladva érik el a teljes feldolgozottságot, s a termelési helyről való kibocsáthatóság állapotát. A termelési eljárás magában foglalja az alapanyagok feldolgozását, a megmunkálást és a késztermék gyártását. Az alapanyagok feldolgozása ebben az esetben a nyers darabok előírás szerinti darabolását és méretre vágását jelenti. A megmunkálás a hajlítást, húzó-hajlítást, kivágást, marást és préselést foglalja magába. Az egyes fázisok között a termékek többségénél hőkezelési eljárásra– keményítés - is sor kerül.

A vizsgálat során felhasznált adatok, információk működő adatgyűjtés eredményeként, folyamatosan termelő vállalati környezetből származnak. Ennek megfelelően a kutatás eredményeinek verifikálása is jól általánosított, valós adatokon keresztül történik.

2.3.4 A vállalatnál alkalmazott BSC, mint a teljesítménymérés és vállalatvezetés eszköze

A mutatószámok alkalmazása a vállalat alapításától kezdve alkalmazott vállalatirányítási eszköz. Kezdetben a cégközpont előírásainak megfelelő mutatószámrendszer került alkalmazásra, mely időközben – a vállalati stratégiaváltással párhuzamosan – a helyi vállalati igényeknek megfelelően átalakításra került.

A vizsgált vállalatnál az elméleten alapulva az alábbiak szerint épül fel a BSC rendszer:

Pénzügyi mutatószámok, melyek a tulajdonosok által elvárt eredmény ennek különböző szempontjainak mérését, felügyeletét biztosítják [20].

Ezen a területen azon mutatók kerülnek kimutatásra, melyek a leggyakrabban az éves beszámolók részjelentéseiben évente egyszer tűnnek fel. Ezen mutatók havi kiértékelése az eddig leírtak szerint a teljesítménymérés elengedhetetlen kritériuma:

- az üzemi eredmény (ez lehet abszolút értékben véve, de célszerű valamilyen vetítési alappal (árbevétel arányos eredmény) láthatóvá tenni)
- likviditás (abszolút értékben, de rátaként is alkalmazható)
- saját tőke változása
- a fedezet vizsgálata (mely az értékesítési kalkulációk elengedhetetlen eszköze).

A vevői szempontokat figyelembe vevő mutatószámok használata a szervezet belső folyamatainak alakítása, kiértékelése szempontjából elengedhetetlen, hogy – a vevői reakciónál korábban – a vállalat jelzést kaphasson a külső elvárások termelő szervezet által való teljesítettségének színvonaláról [24]. Ennek mérésére, előrejelzésére a következő mutatószámokat szükséges elemezni:

- szállítási hűség
- nem tervezett fuvarok száma (értéke, abszolút értékben, vagy vetítési alappal (összes fuvarok száma, költség/árbevétel arányosan)
- vevői reklamációk száma.

A vállalati szervezet belső folyamatainak ismerete, identifikálása a válaszüdők lecsökkentése miatt szükséges. Ekkor a klasszikus, a termeléssel kapcsolatos származtatott mutatók adhatnak a mért szervezet számára megoldási javaslatot:

- termelékenység
- utómunka (órában, abszolút értékben, vagy ledolgozott órákhoz viszonyítva)
- selejt (árbevételhez, vagy összes darabszámhoz viszonyítva, vagy csak havi alakulását vizsgálva)
- készletek forgási sebessége (differenciáltan: kis és nagy sorozatok különbségtétel)
- beteghányad (ledolgozott órákhoz viszonyítva)
- fluktuáció (összlétszámhoz hasonlítva).

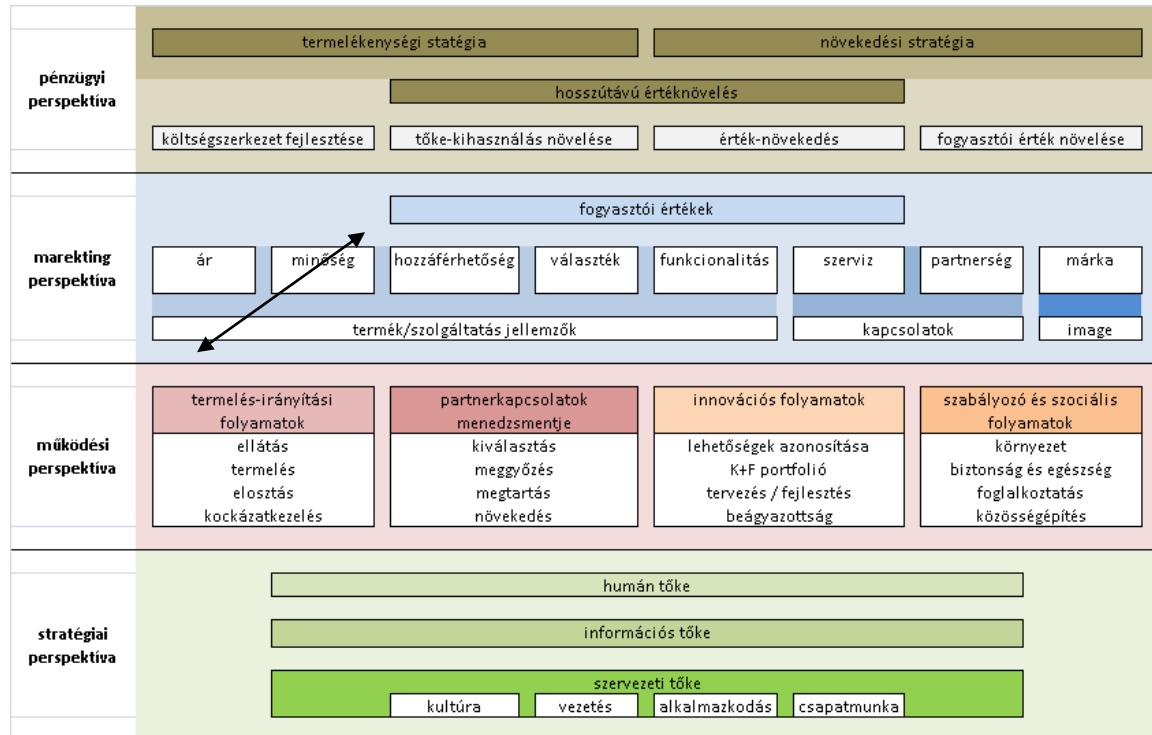
Végül a vállalati szervezetet folyamatosan változó-fejlődő egészként értékelve, néhány a jelen adataiból származtatható, de a jövőre utaló teljesítménymérési azonosító számot is figyelemmel kell kísérni:

- képzések (óra/fő)
- oktatások számának alakulása abszolút értékben.

Egy megfelelően kialakított vállalati teljesítmény-mérési rendszer a diagnosztikai funkciókon túl abban is segíti valamennyi érintettet, hogy jól érthető, egyértelműen azonosítható, a folyamatokhoz pontosan illeszkedő mutatókat, mérőszámokat rendel a stratégiai elképzelésekhez. Az alkalmazottak sokkal inkább sajátjuknak érzik azt a rendszert, ami aktív közreműködésükkel jön létre. Egyúttal a korábban rejtett vállalati tudást is felszínre hozza, és

az értékeléshez világos, teljesíthető célt tűz ki, ami önmagában is jobb teljesítményre sarkall [12] [1].

Ennek alapján a vállalat stratégiai térképe a következő módon ábrázolható (7. ábra):



7. ábra: A BSC stratégiai térképe [78]

2.4 TERMÉKTERVEZÉSI TECHNIKÁK

A terméktervezés elsősorban az új, vagy a korszerűsített termék dokumentumainak elkészítését és a gyártásba vétel körülményeinek behatárolását foglalja magába [51]. Az autóiparban a konstrukción van a hangsúly.

A szakirodalomban három tervezési módszer kerül ismertetésre:

- Analóg bázisú módszerek: a hasonlóság elvén alapuló módszerek. A lényege, hogy a meglévő információk alapján kerülnek a különböző összetevők tervezésre. Ekkor az úgynevezett „top-down” módszer kerül alkalmazásra, amikor hasonló, már működő projektek analógiájára alapulva kerülnek megtervezésre a szükséges értékek [75].

Néhány tanulmány szerint e módszer a gyors és a tervezési fázis korai szakaszában pontos adatot eredményez a hiányzó adatok ellenére [121] [54].

A módszernek azonban hátrányai is vannak [109]:

- a hasonlóság fokának meghatározása. A hasonló termék, folyamat, szolgáltatás kiválasztása.
- a beépülő paraméterek kiértékelésének, számszerűsítésének bonyolultsága, kevésbé hatékonysága
- Ezek a technikák a projektek korai szakaszában alkalmazhatók eredménnyel: a jövőbeni költségek, és s a teljes projekt kezdeti, nem teljes körű, de ugyanakkor hatékony tervezésére. Kisebb ráfordítással lehetséges, relatíve hatékony eredmények realizálása. Összességében az analóg bázisú módszerek a szervezetben meglévő releváns ismeretanyag, valamint tapasztalat szisztematikus felhasználását jelenti, magába integrálva a struktúrában fellelhető tudást és szisztematikusan alkalmazva egy hasonló folyamat leírásának analógiájára [121] [24].
- Parametrikus modellek: ezen módszer szerint a költségek a változók analizálása után adódnak
 - statisztikai elemzések, nagy ráfordítási igénnyel, pontos eredményt adnak, de nagy a munkaigénye, s a folyamatok teljes leírását feltételezi. Ennek hiányában a kapott eredmények nem a kívánt pontossággal kerülnek megállapításra.
- Analitikus megközelítés:
 - ebben az esetben a tervezési technika a termelési folyamat, valamint a gyártandó termék részletes analízisén alapul. A gyártandó termék költségének tervezése mély elemzésen alapszik, az összes termelési lépést az összes gyártási folyamatban kielemezzik: a felhasználandó anyagokat, munkát, eszközöket, a szükséges gépeket stb. Ekkor a „bottom-up” módszer szerint terveznek, amikor a folyamat összetevőkre bontása után az egyes elemek értékelése adja a tervezési eredményt [75].

Ezek a klasszikus megközelítései a tervezési technikáknak. Természetesen nem mindegyik alkalmazható minden esetben, hanem az adott helyzet ismeretében kerül eldöntésre, hogy melyik módszer kerül felhasználásra [74] [109]. A tervezés különböző fázisaiban is más-más technika kerül applikálásra, annak függvényében, hogy a bemenő adatok, a folyamatok, s a kimenetek milyen mértékben ismeretek [77] [69].

Mind a tervezés, mind a teljesítménymérés, mind a vezetési formák terén különbséget szükséges tenni az operatív, taktikai és a stratégiai szint között [24].

Az operatív szinten a mérések napról napra történnek, a műszakonkénti változásnak is jelentősége van. Erre a szintre leképezett stratégiának a jelentősége az, hogy a humán erőforrás szintjén átláthatóan, érthetően kell megjelennie, hogy a folyamatokat eredményesen lehessen kommunikálni, mérni [69].

Az operatív szinten a rövid távú szemlélet szerint a mérőszámokkal lehetséges az adatok torzítása pl. túlórák időleges eltolása, az állásidőkkel való hatékonyság javítás (mind a gépek, mind a humán erőforrás esetében), valamint az aktuális nagyjavítások elhalasztása (pénzügyi mutatószámok javítása érdekében) [70][41]. Stratégiai szinten azonban eltűnik az operatív szint rövid távú eredmény-befolyásoló képessége [129]. A két szint bizonyos esetekben felmerülő ellentétét a megfelelően összehangolt stratégiákon alapuló mérésekkel, s a mért adatok kiértékelésével lehet elkerülni.

Következtetések levonására a stratégiai szint ad lehetőséget a taktikai szint átvezetésén keresztül az operatív szint adatai alapján [24].

2.5 ÚJ TERMÉK ÉS FOLYAMAT INTEGRÁLÁSÁNAK TERVEZÉSI MÓDSZEREI

A tervezés korai szakaszában a tervezendő egység valamennyi jellemzőjét szükséges sorra venni, s a kapcsolatokat elemezni, leírni. A termék leendő gyártási folyamatának részletes tervezése, és amennyire lehetséges, a kapcsolatok leírása, előrejelzése szükséges.

A gyártástervezés keretében kell megoldani a gyártási programtervezés, a mennyiségi tervezés és a határidő és kapacitástervezés feladatait [113].

Egy új termék bevezetésekor rendelkezésre állnak annak átfuttatásával kapcsolatos legszükségesebb információk, kalkulációk, gyártási tervek. Ismertek a gyártandó alkatrész mennyiségi adatai, adott időszak tervezett kimeneti mennyiségei, termelési lépései.

Ezen jellemzők alapján szükséges a termelési folyamat funkcióit és jellemzőit identifikálni. A jól előkészített leírások a későbbi folyamat működtetés és irányítás alapját jelentik [2].

A hatékonyság javulás biztosítékát a vevői nyomás (szerződésben kikötött hatékonyságjavulás) állandó megléte is a jelenti, amit az árak futamidő alatti folyamatos csökkentése kényszerít ki. A már megkötött szerződésekben a futamidő végéig rögzített árcsökkentések és minőségi javulások előírása a szervezet állandó megújulását kényszeríti ki.

Minden termék bejárja a bevezetés, növekedés, érettség és a hanyatlás szakaszából álló életciklust, melynek hossza és belső szerkezete termékenként eltérő. Az adott termék életgörbéjének lefutása megfelelő biztonsággal előre jelezhető. Az ebből származó információk alapját képezhetik a fejlesztési, tervezési munkák beindításának. A termékfejlesztés és –tervezés az innovációs folyamat részét képezi [52]. A folyamatos innováció, a belső minőségi folyamatok folyamatos felülvizsgálata, az eltérések kezelése, költségek csökkentése és hatékonyság növelése – amennyiben korábban a belső körülmények ezt nem tették a folyamat részévé – a külső környezet hatására a folyamatok részévé válnak [2].

A kényszerítő körülmények mellett a költségek és a technológiai megújítások szintje közötti állandó kompromisszumra való törekvést is tanácsos beépíteni a vállalati tervezés és megvalósítás folyamatába [38].

A logisztikai rendszeren belül az identifikált folyamatokat a vállalat stratégiájának megfelelően szükséges alakítani. Ezzel elérhető a funkcionális korlátok leépítése, azaz egy adott folyamatért felelős nemcsak az adott folyamat eredményéért, hanem annak teljes működéséért és hatékonyságáért is felelősséget vállal és érez. A folyamatok be és kimeneteléért való, s a közöttük lévő kapcsolatokért való teljes felelősséget a vezetés szempontjából való folyamat szemléletnek nevezem. A folyamat orientált szemlélet bevezetése a vállalati szervezet működésének megváltozását is megköveteli: a hatékony alkalmazás elvárja a vezetési ellenőrzési rendszerek adott szervezetre való implementációját, s azok mérését, így a teljesítmény mérési rendszerek alkalmazását [109].

A vállalati szervezetekben ezt a folyamatot felülről szükséges ösztönözni. A transznacionális vállalatok esetében ez a lökés a szervezet centrális erőteréből jöhet. Centrális erőtérben azt a szervezeti egységet értem, ahonnan a vállalati stratégia, s a döntések meghatározásra kerülnek (vállalatcsoportot feltételezve). Arra is lehet példa a periférián (pl. Kelet európai leányvállalat esetében) elhelyezkedő szervezet esetében, kellően innovatív vezetés s megfelelő önállóság birtokában, hogy a központból elmaradó ösztönzés esetén a helyi management állítja a szervezetet az új fejlődési pályára.

Az adott szervezetben a változás managementet az új projektek (új termékek) bevezetésével foglalkozó team tagjainak kell elvégezniük. Ez a humán erőforrás rendelkezik a szervezeten belül a legtöbb ismerettel, tapasztalattal, s elképzeléssel a műszaki-innovatív megoldások

bevezetéséről, a termékekkel, a folyamatokkal kapcsolatos mérésekről, a bevezetendő módszerek hatásairól, így a termelési költségek, valamint egyéb kimenetek nagyságáról is.

Amikor a termék életciklusa folyamán felmerülő kimenetek kerülnek becslésre, akkor a késztermék által generált, a termelési lépéseiből visszafejthető tényezők tervezése történik a bevezetési fázist megelőzően. A projekt fázisban azonban meglehetősen korlátozott ismeretek alapján kell a tervezést elvégezni [41].

A termelési költségek szűk köre becsülhető, rejtve marad számos, a döntéshozatal részét képező faktor.

Nehezen számszerűsíthető a később felmerülő utómunkák óraszám, s ennek költségei. Hasonló a helyzet a selejt darabszámokkal, annak okairól, s a teljes darabszámra vetített arányairól. A termelési folyamat ismeretében a kieső daraboknál az érintett munkafolyamat ismerete is jelentőséggel bír. Ez szintén a nehezen tervezhető tételek sorát gyarapítja.

Új termék és folyamat esetén a szervezetben a következő lépéseket szükséges megtenni a megfelelő integritás elérése érdekében [85].

Első lépésként a felmerülő folyamatokat szükséges teljes körűen leírni, majd a folyamaton belüli lépéseket, munka sorrendet rögzíteni.

A következő lépésben a technológiai keretek, a konkrét műszaki specifikációk rögzítése történik meg. Valamint ebben a fázisban a szükséges karbantartási (ütemezett-rendkívüli) és a megfelelő minőséget biztosító munkafolyamatokat is leírni szükséges.

Természetesen ezek után a humán kereteket is a feladatokhoz, folyamatokhoz kell rendelni, hogy végül a pénzügyi terveket is össze lehessen állítani [77].

2.6 NEURÁLIS HÁLÓZATOK ALKALMAZÁSA A TERVEZÉSBEN

Számos probléma létezik, melyet nem lehet megoldani hagyományos algoritmusokkal, de az emberi gondolkodás mégis könnyedén megoldja őket. Az agy megfigyelésével, s annak modellezésével lehet az ilyen megoldásokat számítási rendszerekkel leképezni [33].

A kutatási munka során biztos alapot jelent a nagy múltbeli, megfelelően rendszerezett adatmennyiség. A mesterséges neurális hálózat alkalmazása nem lineáris és nagy mennyiségű komplex adatok feldolgozása esetén hatékony. A folyamatokhoz való flexibilis közelítése, a minták osztályozására való képessége, a folyamatosan változó bemenetek kezelése, s ezek

alapján az előrejelző képessége a vállalati környezet problémáinak kezelésére alkalmassá teszi [70] [129] [76].

A vizsgált vállalat adatainak elemzése során hasonló helyzettel kerültem szembe: nagy mennyiségű történelmi adat áll rendelkezésre, a kapcsolatok feltáratlanok, nem lineárisak.

A mesterséges neurális hálózatok, az egyéb statisztikai módszerekhez képest, a nemlineáris folyamat-leírások és a nem teljes körűen leírt folyamatok esetén kínálnak hatékony megoldási lehetőségeket [68][49]. Alkalmazásuk esetén nem kell megküzdeni a többváltozós korrelációs problémákkal, hanem a lényeg a bemeneti és a kimeneti adatok közötti kapcsolatok leírásán, s a várt kimenetek elérésén van [50]. A fenti feltételek megléte esetén nagyon jól alkalmazhatóak, és modell leírások nélkül is komplex megoldást nyújtanak [81].

A mesterséges neurális hálózat sokoldalú és nem formális valószínűségekkel számol az adatok kezelése során, a bemenetek száma nem korlátozott, valamint a változók száma sem jelent a megoldások során korlátot [91] [115].

A mesterséges neurális hálózat alkalmazása mellett szól a klasszikus statisztikai módszerekkel szemben, hogy utóbbi nem tudja kezelni a hiányzó, vagy a „zajos” adatokat [67] [105].

Az általam vizsgált rendszernél hiányos, zajos adatokkal szembesültem. A fenti megállapítások alapján, s az újabb folyamatok korábbiakhoz való analógiája miatt a mesterséges neurális hálózatot választottam vizsgálataimhoz.

A mesterséges neurális hálózatokon alapuló megközelítés a gyártási folyamatokban a tervezés, és értékelés fázisában kerültek először alkalmazásra [37].

Az irodalom tanulmányozása alapján kijelenthető, hogy a mesterséges neurális hálózatokat az élet szinte minden területén alkalmazzák [106].

Ennek megfelelően:

- a textil és ruházati szektorban [36],
- a turizmus tervezésénél [103],
- szerszámgépek esetén [46] [65],
- szoftvertervezésnél [26] [59] [89] [92] [119] [121],
- épületek tervezésénél [3] [5] [6] [55] [82] [90] [95] [117],
- infrastrukturális projekteknel [43] [42],
- a gyártósorok összeállításánál [34],
- az autóiparban [38], és
- a terméktervezés esetén [23] [28] [114] [120].

A részvénypiacok változásainak tervezésénél is alkalmazásra kerülnek a neurális hálózatok. Egyes részvényárfolyamok, kamatok, indexek tervezésénél alkalmazzák a módszert. A részvénypiacok mozgásának tervezésénél fontos, hogy nem elsősorban hosszú, hanem rövid távú előrejelzések készítésére is alkalmazhatóak [29]. Az eredményekről számos statisztika, cikk látott napvilágot, melyek szerint a neurális hálózatokon alapuló módszerek eredményei általában néhány százalékponttal jobbak, mint a statisztikai módszerek, illetve egyes területeken nincs is értékelhetően alkalmazható statisztikai módszer [107] [112].

A mesterséges neurális hálózatok alkalmazásának oka, hogy univerzális eszközt jelent mind a lineáris, mind a non-lineáris folyamatok feltérképezéséhez [103] [64] [72].

3 A TERMELÉSI FOLYAMATOK, AZ ADATÁRAMLÁS ÉRTÉKELÉSE

A vizsgált vállalat termelése kiterjedt ellátási lánc logisztikájának része (számos alvállalkozóval) mely egyensúlyának megőrzésétől nem lehet eltekinteni.

Első lépésben a szervezeten belüli folyamatokat mértem fel: hogyan konvertálódik adattá a termelési logisztikai szervezet folyamatrendszere.

A termékek több termelési folyamaton áthaladva érik el a teljes feldolgozottságot, s a termelési helyről való kibocsáthatóság állapotát. (A termelési szervezet szempontjából a késztermék állapotot. Ez azonban – a korábbiaknak megfelelően nem a vevő szempontjából való készterméket jelenti, hiszen azt csak az esetleges alvállalkozó igénybevétele utáni folyamat elvégzésével érhető el.) A termelési eljárás magában foglalja az alapanyagok feldolgozását, a megmunkálását és a késztermék gyártását.

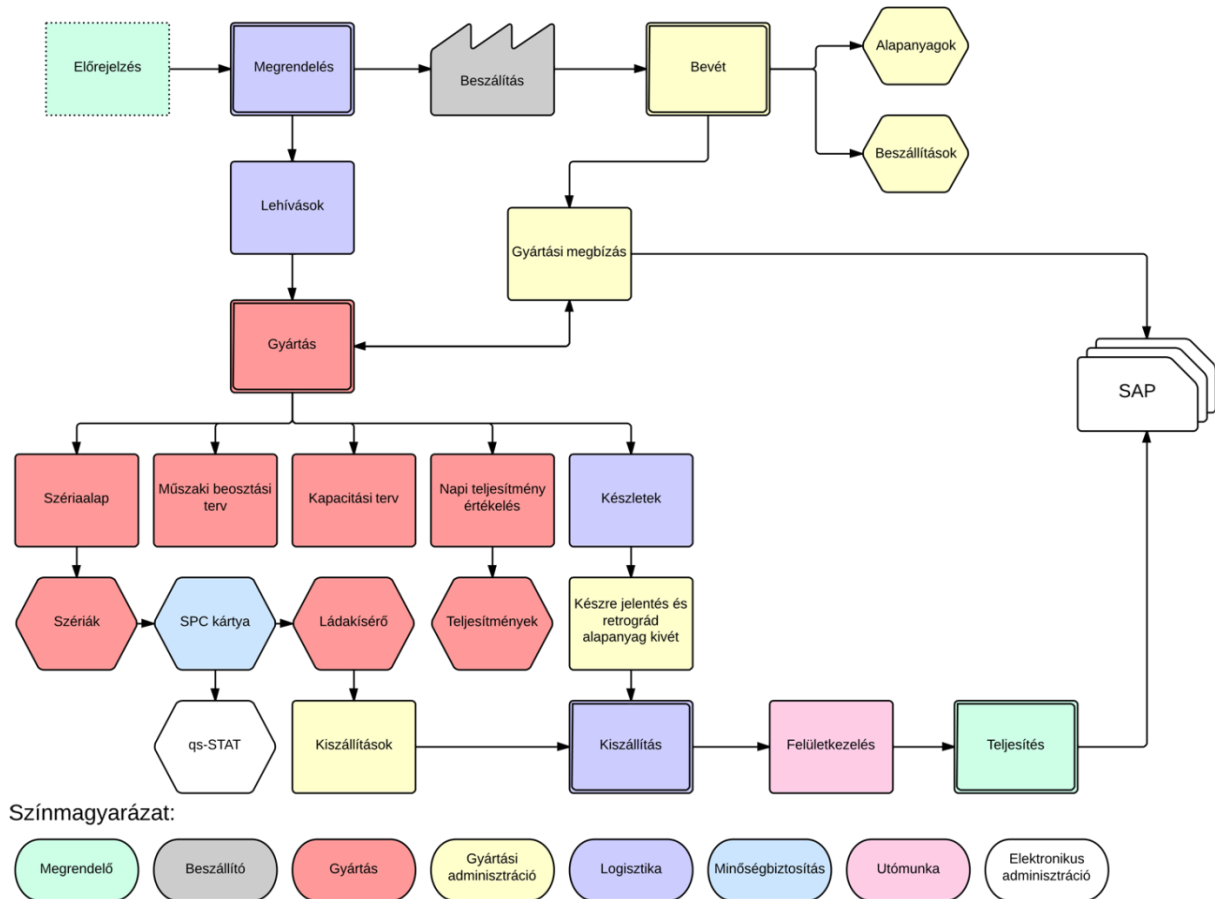
Számos eltérés és hiányosság a megmunkálási folyamatban merül fel, melynek következményeképpen a termelési folyamatban be nem tervezett utómunka és gyártási selejt lép fel.

A termelési folyamat szinte minden – az alkalmazott teljesítménymérési, értékelési rendszer céljainak megfelelő - összetevője rögzítésre kerül, s ugyanígy a végeredményt visszatükröző minőségi mutatók is. Ismert a termelési folyamat, annak lépései, a lépések sorrendje, a gyártandó sorozat nagysága. Rögzített, hogy a folyamat melyik lépésében milyen méréseket, vizsgálatokat kell alkalmazni, s e vizsgálatok milyen kritériumok alapján kerülnek minősítésre.

E vizsgálatok azonban nem szolgálják a leendő termelési folyamatok felépítését, hanem kizárólag a leíró funkciójuk dominál, így a dokumentációs jelleg kerül előtérbe. Új termékek bevezetése estén nem kerül sor a gyártás modellezésére, csak a szervezetben felhalmozódott látens tudás alapján keltette várakozások, s az azokban megtestesülő hibalehetőségek kerülnek analizálásra [13] [83]. Nem rendszertervezés történik, hanem a kockázatos termelési lépések utólagos analizálása. A meglévő adathalmaz strukturális rendszerezése elengedhetetlen a hiányzó folyamatok leírásához. A folyamatok eddig nem ismert jellemzőinek feltárásához részletesebb leírásra van szükség, amihez új adatok felvétele szükséges [7]. Amennyiben ez

megtörténik, új termelési folyamatok bevezetésekor termelési kockázatok további csökkentése válik lehetővé [85].

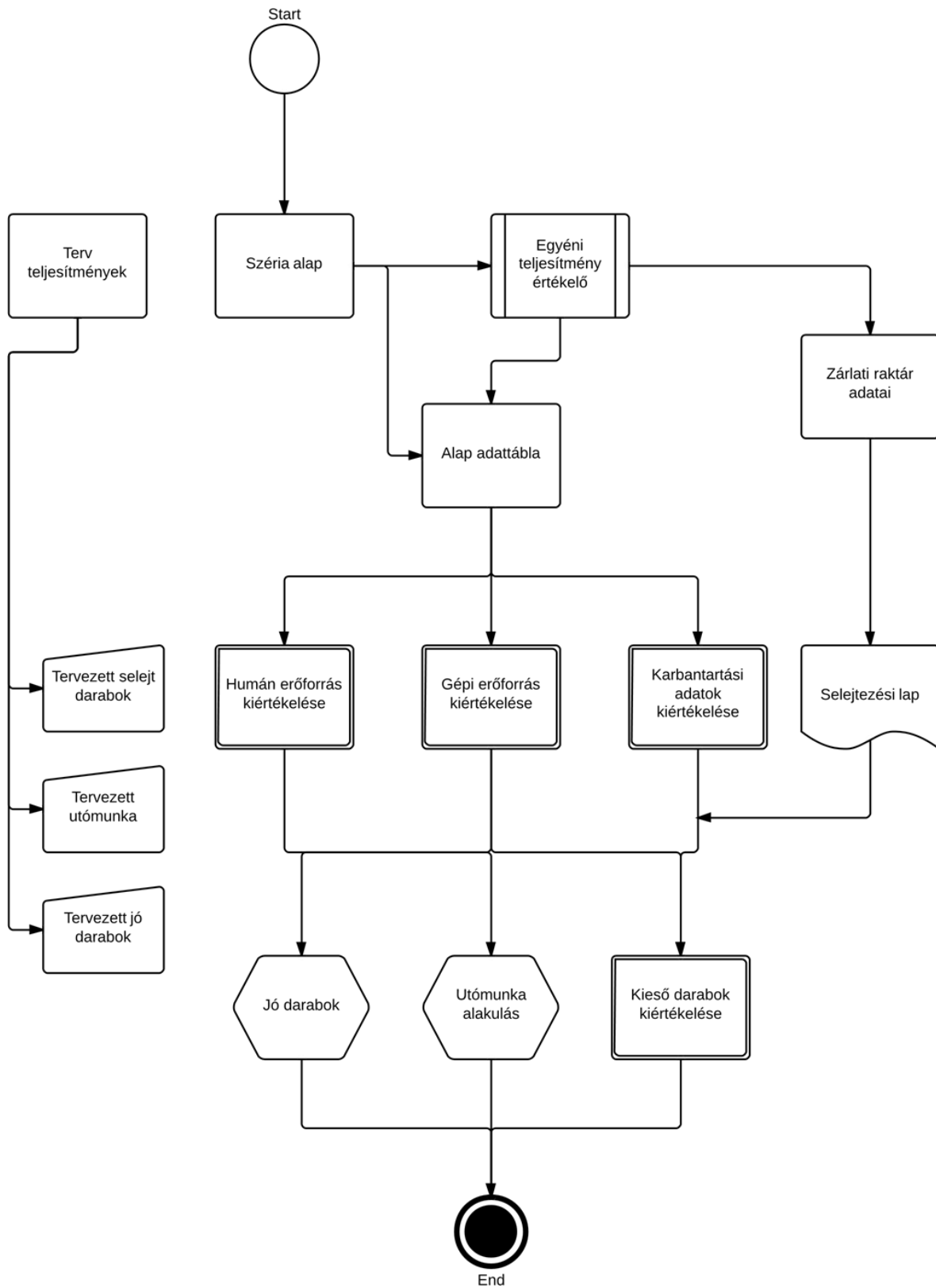
Ahhoz, hogy megfelelően le a folyamatok leképezhetőek legyenek, először az adatáramlást, majd az információáramlást ábrázoltam.



8. ábra: Az információs folyamat vázlata (Saját szerkesztés [12] alapján)

Feltérképeztem a szervezetben fellelhető teljes adatáramlást, majd ezt a logisztikai rendszerre szűkítettem. A tény adatok rögzítésével párhuzamosan a terv adatok áramlását is leírtam, így összehasonlíthatóvá tettem mind a tervezés, mind a tényleges adatfelvétel áramlását. A vizsgálat későbbi fázisában újabb adatokat, s másodlagos adatkinyerést is alkalmaztam.

A másodlagos adatok kinyerésével és korábban nem elemzett adatok feldolgozásával újabb információkra tettem szert, melyek elemzésével új szabályokat, és új ható tényezőket elemeztem.



9. ábra: Az adatok áramlása, az adatháló (Saját szerkesztés [11] alapján)

Az ábrával leírt áramlások a terv és tényleges áramlásokat állítja párhuzamba. A teljes folyamat alapját az egyéni, egyedi kimutatások képezik. A kutatás következő lépéseként a meglévő bemeneti- és kimeneti adatokat mértem fel.

3.1 A TERMELÉSI LOGISZTIKAI SZERVEZET/RENDSZER BE- ÉS KIMENETI ADATAI

Az adatáramlások elemzése, majd leképezése után sorra vettem, hogy a rendszerben milyen bemeneti és kimeneti adatok találhatóak. A helyzetfelmérés alapján válik lehetségessé a nem vizsgált területek és tényezők feltérképezése.

3.1.1 Inputok

Belső termelési adatok:

- A termék gyártási folyamatának hossza: ez alatt azt az időt értem, amíg egy adott terméket egyhuzamban a termelő szervezet gyárt, és nem szerel át másik termék gyártására
- Műveletszám: a termelési lépések száma, ami alatt a termék az alapanyag állapotból a késztermék állapotot eléri.
- Termék komplexitás: a termék gyártásának bonyolultsági szintje, ami a gyártás idejének hosszából, a termelési lépések számából és a beépülő alkatrészek által generált hozzáadódó termelési lépésből adódik.
- Időnorma: a tervezhető emberi munka, vagy gépi idő felhasználás valamely művelet tartós végrehajtásához, adott szervezési-műszaki feltételek mellett
- Műszakok napszaki eloszlása: délelőtt- délután-éjszakai munkaidő beosztás
- Hány fő dolgozik rajta: a gyártmány alapanyag állapotától (az első termelési lépéstől) a késztermék állapot (utolsó művelet) eléréséig hány különböző dolgozó végzi a termelési műveleteket

Minőségbiztosítási adatok:

- Selejt darab terv: egy adott gyártmány termelése során hány százalék kiesővel tervez a minőségbiztosítási szervezet

- Az alkalmazott gépekkel kapcsolatos karbantartási órák: egy adott gyártmány termelése során a folyamatban résztvevő gép karbantartására fordított idő órában kifejezve
- Belső kiesések száma: a termelési folyamat során egy adott termék esetében a késztermék állapot eléréséig egy adott időszakban hány darab kerül leselejtezésre

Vevői adatok:

- Megengedett kieső darabok száma: a vevők által átvett gyártmány mennyiségben a szerződésben rögzített, a vevő termelési folyamatait még nem veszélyeztető, a vevő által jóváhagyott felhasználásra alkalmatlan darabok száma
- Szállítási határidő: a vevővel való megegyezés alapján a megrendelés előírt teljesítésének napja
- Tűrések: a kész darab méreteiben az előírtakhoz képest szerződésben rögzített megengedett eltérések nagysága

Tanulás

- Dolgozói minősítés: az adott dolgozó felettesei által rögzített kritériumok alapján 6 fokozatú skálán adott besorolás, mely alapján a dolgozó további oktatásának szükségessége megítélhető
- Produktivitás: a termelési folyamat során az adott dolgozó esetében a dolgozó által termelt nem selejt darabok és a dolgozó által gyártott összes darabszám hányadosa
- Tűrések: a kész darab méreteiben az előírtakhoz képest szerződésben rögzített megengedett eltérések nagysága, melyet a dolgozóknak ismerni és elsajátítani szükséges
- Megengedett kieső darabok száma: az adott termelési lépés folytatása során meghatározott termelt darabonként a megengedett selejtezett darabok száma

3.1.2 Outputok

Belső termelési adatok:

- Termelési kieső darabok száma: a termelési folyamat során egy adott termék esetében a késztermék állapot eléréséig egy adott időszakban hány darab kerül leselejtezésre
- Végellenőrzéskor kieső darabok száma: a készre jelentett gyártmányok ellenőrzése során kieső darabszámok

- Belső utómunka óra: a termelési rendszeren belül, egy meghatározott termék termelése esetében egy hónapban a kiszállítható minőségű gyártmány állapotáig a megállapított munkalépéseken túl teljesített munkalépések összesített ideje
- Nem selejt darabok száma: a készre jelentett, és végellenőrzésen átesett, kiszállítható minőségű termékek száma

Minőségbiztosítási adatok:

- Selejt darabszám: egy adott gyártmány termelése során hány egy hónapban hány darab selejt keletkezik
- Selejt százalék végellenőrzéskor: a készre jelentett gyártmányok ellenőrzése során kieső darabszámok és a jó darabszámok arányából számított hányados százalékban kifejezve
- Zárolt darabok száma: egy adott gyártmány bármelyik termelési lépésében a gyártási folyamatban a minőségbiztosítási ellenőrzés során a gyártási láncban tovább nem engedett termékek darabszáma

Vevői adatok:

- A vevő által visszaküldött darabszámok: a vevő által át nem vett és a gyártóhoz visszaszállított termékek darabszáma
- Felmerült utómunka óra: az előzőek alapján meghatározott darabszámú termékek utómunkálásának órában kifejezett mérőszáma

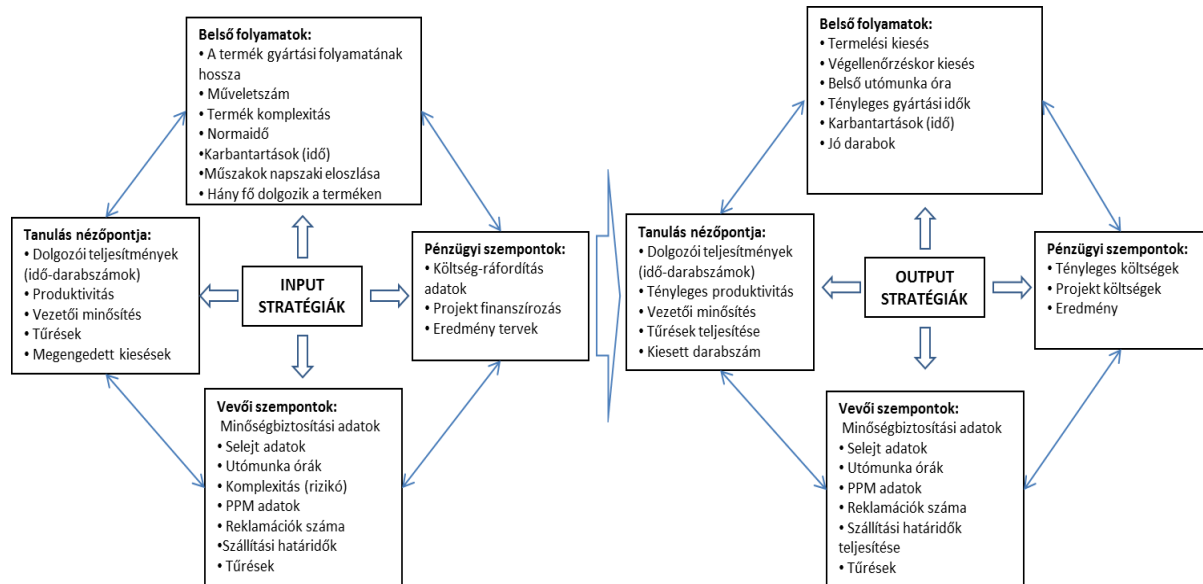
Tanulás:

- Dolgozói minősítés: az adott dolgozó felettesei által rögzített kritériumok alapján 6 fokozatú skálán adott besorolás, mely alapján a dolgozó további oktatásának szükségessége megítélhető
- Produktivitás: a termelési folyamat során az adott dolgozó esetében a dolgozó által termelt jó darabok és a dolgozó által gyártott összes darabszám hányadosa
- Megengedett kiesések száma: az adott termelési lépés folytatása során meghatározott termelt darabonként a megengedett selejtezett darabok száma

Mind a bemenő, mind a kimenő alapadatok a BSC több kategóriájában is szerepelhetnek. Ilyen lehet például a termelt darabok túrése, ami vevői összetevőként szerepel, de a tanulási folyamatnak is fontos részét alkotja.

A minőségbiztosítás adatainak egy részét a vevői szempontok közé sorolom, mert a minőségbiztosítás a szervezeten belül a vevői elvárások megtestesítőjeként is fellép.

Ennek megfelelően a be és kimeneteket egy BSC-n alapuló áramlási ábrában foglalom össze.



10. ábra A be és kimenetei adatok BSC szempontok szerinti áramlási ábrája (Saját szerkesztés)

3.2 A TERMELÉSI LOGISZTIKAI FOLYAMAT TERVEZÉSE ÉS TELJESÍTMÉNYMÉRÉSE

A termelő rendszeren belül a gyártási folyamatok allokációját gyakran a meglévő szabad kapacitások és a legkisebb ellenállás elve határozzák meg. Ez a kimenetek eredményét figyelembe nem vevő feladat kiosztás a folyamatok, s egyben a vállalat eredményességét negatív irányba befolyásolják. Ezek kiküszöböléséhez az egyes folyamatok eddig nem vizsgált részeinek vizsgálata, vagy az esetleges korábbi vizsgálatok eredményeinek újbóli felülvizsgálata szükséges.

A gyakorlatban az első bekezdésben leírtakon túl a teljesítmény s a tapasztalatokon alapuló feltevések az irányadóak. A feltevéseken alapuló jellemzők azonban az esetek többségében nincsenek mérésekkel alátámasztva. A gyártási feladat ellátásának során felmerülő szoros határidők pedig nem teszik lehetővé a megelőző analízist, így a vállalati szervezetben

meglévő feltevések mentén történik a feladatkiosztás, s az esetleges normáktól való eltérések utólag kerülnek korrigálásra.

3.2.1 A termelési logisztikai folyamatok és hatások

Már a folyamatok tervezése folyamán olyan eszközöket kell beépíteni, melyek biztosítják az irányíthatóságot, s egy legvalószínűbb kimenetet is biztosítanak, ugyanakkor biztosítják a működés közbeni változtatás lehetőségét.

A kutatás folyamán beigazolódott, hogy az eddigi méréseket, elemzéseket, az eddigi mérőszámokat bővíteni lehetséges, s az előző fejezetben leírtakat célként kitűzve, a termelési rendszer egyes bemeneteit és kimeneteit pontosabban lehetséges megadni.

A korábbi számítás néhány összetevőt vizsgálatok nélkül hagyott: így a kimenetek szempontjából fontos tényezők maradhatnak ki [14]. Az új projektek termelési költségeinek, s valamennyi szóba jöhető kimenetének (utómunka órák száma, selejt arányok, kieső darabok, ppm, stb.) tervezése alapvető követelmény a termelési szervezeteknél [14]. A lehetséges kimenetek pontos értékelésének a napi gyakorlatban is meg kell jelennie, hiszen így végezhető a folyamatok alakításához – s majd az esetleges beavatkozáshoz szükséges – összevetése a terv- és a tényadatoknak.

Minél korábban ismert és azonosított egy folyamat, s annak lehetséges kimenetelei, annál korábban lehet a lehetséges következményekre felkészülni, s lehet az adott szervezet szempontjából megfelelő termelési, költség és ráfordítás tényezőket, a szükséges intézkedéseket a megcélzott teljesítmény érdekében összeállítani [126].

A projekt fázisban, a gyártási folyamat felépítésének fázisában magának a folyamatnak a költségeit szükséges megtervezni.

A tervezés, az ajánlati fázis során a késztermékek esetében az egységköltség becslése a végső cél: a késztermék jellemzőiből, az elkészültéhez szükséges munkafolyamatokból kerül visszafejtésre az alapanyagköltség, a vásárolt anyagok, a segédanyagok, az energia költség, a gépköltség, épületköltség, személyi költségek stb. [14].

Amikor az egységköltség rendelkezésre áll, meghatározásra kerül a munkafolyamattal kapcsolatos egyéb tényezők nagysága is.

Ekkor kerül tervezésre az egységkötségek körébe tartozó, de nem a termeléssel közvetlen kapcsolatot képző költségek nagysága. Ebben a fázisban az igazgatási, értékesítési, a fejlesztési, a fuvar, a csomagolási költségek nagysága kerül megállapításra.

Ezzel szemben kevesebb figyelem fordul a termék életgörbéjének kezdetén a valós állapot előre tervezésére. A gyakorlat egyfajta kegyelmi állapot tervezését végzi, holott ez a termelési folyamat életciklusában a felfutást megelőzően alakulhat ki.

A gyakorlatban, a projekt fázisban a kezdeti költségek (a felfutási költségek jelentős részét értem ez alatt, melyek közvetlenül nem köthetők termékhez) tervezése általában a tapasztalt mérnökök szubjektív becslésén alapul [126]. Itt természetesen nem egy ember becslését értem, hanem a folyamatban részt vevők team munkájának – az előzőeknek megfelelően leírt-vizsgálatokkal alátámasztott eredményét. A tervezési modellek akkor lehetnek optimálisak, ha a szervezetben meglévő implicit tudást, tapasztalatot a leírási és az ezen alapuló értékelések folyamán explicitte teszik, így érve el a szervezet céljait.

Ebben a fázisban nem lehet a költségek tervezését a bemenetekhez kapcsolni, hiszen nem mutatható ki funkcionális kapcsolat a felfutási/projekt fázis végső költségei és a későbbi szériában gyártott termékek egyedi költségei között [75].

A gyártási folyamat az adott termék gyártásának indításakor, s felfutásakor teljesen más eredményt ad, mint a már működő termelés esetén [126]. A tervezés során szükséges a kezdeti időszak összetevőit a folyamat kezdetének megfelelő sajátosságok figyelembevételével tervezni.

A gyakorlat a felfutási költségekkel számol, sokszor ezt nem megfelelően kimunkált alapokra helyezve (az adott termék kezdeti folyamatait azonosítva), hanem a projektfázis költségeiből, tapasztalati hányadok figyelembevételével.

A jelenlegi gyakorlatban tervezésre kerül:

- A termék (egységkötsége, termelési folyamatai...)
- A projekt fázis összetevői
- Felfutási költségek

A termelési folyamat kimeneteinek értékelésére két módszere terjedt el. Az egyik az úgynevezett parametrikus-statisztikai módszer, mely a gyakorlatban inkább elterjedt, s jelentős múltra tekint vissza.

A másik tervezési módszer a napjainkban egyre inkább elterjedőben lévő – s mind a gyakorlat, mind az elmélet területén egyre inkább alkalmazott neurális hálózatokon alapuló előrejelzési modellek.

A mérésekkel a szervezet alaposabb tervezhetősége, üzemeltetése és irányítása valósult meg. Kibővült az irányítási eszköztár, a folyamatok befolyásolhatósága is.

A folyamatok jellemzőit elemeikre bontottam, s ezen elemek mérhetőségét valósítottam meg. Az általam készített leírás a folyamatok feltáratlan lehetőségeinek kihasználását biztosítja.

A hagyományos mérőszámok szerepét nem szabad elhanyagolni, de túlértékelni sem. Megvan a maguk jelentősége, alkalmazni kell őket, de a folyamatok finomítása, s a feltáratlan területek mérése szükséges. Ezt a külső környezet kényszerítő ereje, s a belső folyamatok hatékonyabbá tétele is indokolja.

A folyamatok felépítésénél a múlt tapasztalataiból kiindulva a leendő áramlások proaktív elemzésével kell a várható eredményeket rögzíteni, s el kell kerülni a szervezetben fellelhető esetlegességek, érzések gyakorlatba való átültetését.

A feltárt kapcsolatok sokszínűsége és az áramlások leírása a hagyományos statisztikai módszerekkel egyre bonyolultabb, mert egyre több összetevő kerül feltárássra. A folyamatok összetettsége a lineáris kapcsolatok leírását szinte lehetetlenné teszi.

A megoldáshoz ezért új módszereket is alkalmazni szükséges. E módszerek alkalmazásával a szervezet összetettsége és az operatív és a stratégiai szint közötti kapcsolat, valamint a bemenő és a kimenő adatok közötti kapcsolat megfogható.

3.2.2 Az operatív és a stratégiai szint teljesítménymérése közötti kapcsolat

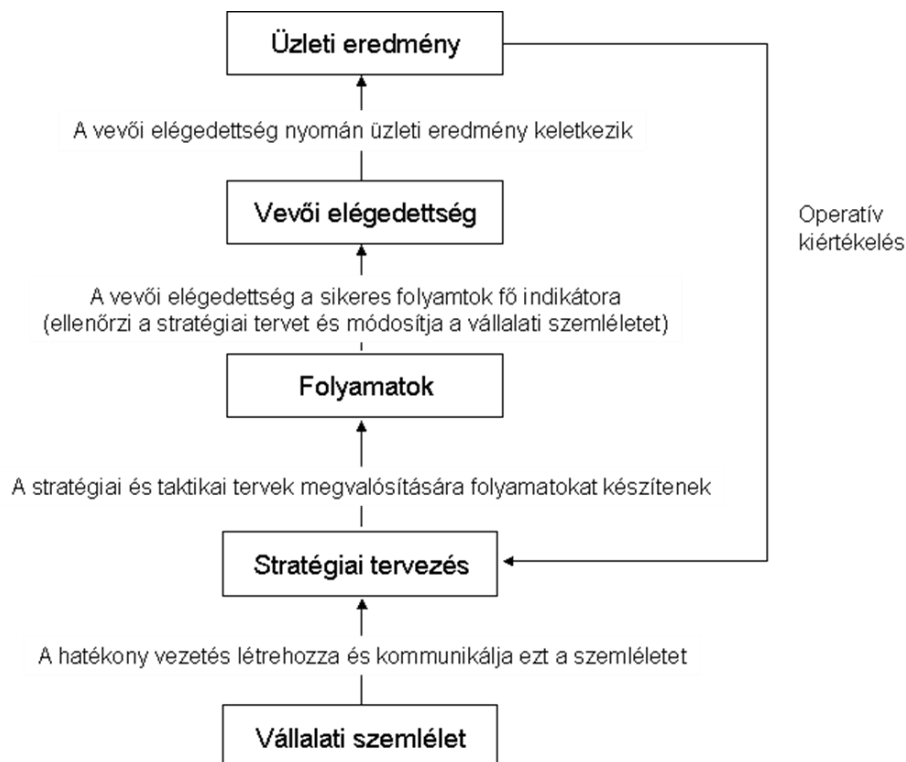
A stratégiai szinten mért teljesítmény az operatív szint tényleges tevékenységétől függ. A két szint kapcsolata különböző tényezőkön múlik. A tényleges kapcsolat leírását a hagyományos matematikai és statisztikai módszereken túl bővíteni szükséges.

A stratégiai szinten változatos BSC eszközökkel történik a teljesítmények és a folyamatok leírása. Ezek azonban fejlesztésre szorultak, így ki kellett őket egészíteni [99] [53] [101].

A termelési logisztikai szervezet eredményessége összetett, s nagyon érzékeny folyamatok eredményeképp alakul ki, s nem szabad szem elől téveszteni a stratégiai és az operatív szint parallel, egymással kölcsönhatásban álló viszonyait. A két szint közötti tervezést

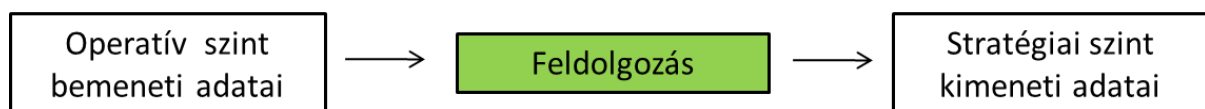
folyamatosan össze kell hangolni, hogy a bizonytalanságok, s az eltérések elkerülhetővé váljanak.

Mindkét szint vizsgálata fontos, mivel a termelési folyamat operatív szintjén felmerülő problémák a szervezet stratégiai szintjén való megvalósulást akadályozzák, így a vállalati szervezeti célok kerülnek veszélybe. Fontos a két szint közötti visszacsatolás, mely az operatív megvalósítás ellenőrzésére szolgál [100].



11. ábra: A stratégiai és operatív szemlélet kapcsolata a vállalat eredményessége szempontjából
[100] [118]

A választott eszköznek, amivel megpróbálom a folyamatokat és kapcsolatokat leírni az operatív szint adatain kell alapulnia, s a stratégiai szint adatait kell előre jelezni.



12. ábra: A tervezési és mérési folyamat vázlata (Saját szerkesztés)

3.3 MÓDSZERTANI LEHETŐSÉGEK A TERMELÉSI LOGISZTIKAI FOLYAMATOK TERVEZÉSÉBEN, MŰKÖDTETÉSÉBEN ÉS ÉRTÉKELÉSÉBEN

A be és kimeneteknek a fentiek alapján való leírása a termelési logisztikai szervezet működésének mélyebb, átfogóbb elemzését teszi lehetővé. A mutatószámok és lineáris kapcsolatok eddigi módszertana nem biztosította a be és kimenetek közötti kapcsolatokat ténylegesen befolyásoló tényezők átfogóbb leírását. Ez alatt azt értem, hogy az általam felvázolt be és kimenetek leírásával a folyamatok irányíthatósága jobban kézben tartható, s olyan ható tényezők is feltárára kerültek, melyekkel a termelés logisztikai szervezet eredményesebben működtethető. Ehhez természetesen a szükséges adatok gyűjtését, rögzítését kell megvalósítani, s a célokhoz alakítani az adatbázisokat [57].

A folyamatok elemzése és leírása során megállapítottam, hogy a tényekből nyerhető információk, az azokból származtatott adatmennyiség és a leírt folyamatok összetettsége azt indokolja, hogy a szervezet elemzéséhez szükséges feldolgozórendszer – a fent megfogalmazott célok elérése érdekében - a számítási intelligencia eszköztárából kerüljön kiválasztásra. A korábban alkalmazott módszerek a linearitásra-, s a statisztikai módszerekre alapozott vizsgálatokat tették lehetővé. A folyamatok újraértelmezése után a tervezés, értékelés és működtetéshez az eddigiékből következtethetően tehát az ún. „soft computing” eszközein alapuló programozás segítségével kialakított eszközöket szükséges alkalmazni [57].

Az alkalmazandó módszerek a problémamegoldás során az emberi gondolkodás elvén alapuló folyamatot modelleznek, s mivel az emberi intelligencia bizonyos tulajdonságait képezik le, ezért intelligens rendszereknek nevezhetőek [29] [128].

Számtalan módszer létezik, melyek megfelelnek az eddigi kritériumoknak, s ami talán megoldást nyújthat a vizsgálandó problémákra. Céлом az, hogy egy meghatározott módszert találjak, amivel a logisztikai rendszer általam feltárt problémáit orvosolni lehet, nem a mesterséges intelligencia fejlesztését célzom, hanem a vállalati folyamatok kézbentartását és tervezhetőségét.

3.3.1 *A mesterséges neurális hálózat alkalmazása*

Eddigi vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy sikerült a szükséges adatokat feltérképezni, a be és kimeneteket a kutatás céljainak megfelelő részletességgel leírni. A megfelelő rendszerezés és szűrés után leírhatóak a szervezet rendelkezésére álló - és a kutatás szempontjából jelentőséggel bíró - bemeneti adatok, és az elvárt válaszok (kimeneti adatok) értékei [10]. Az általam vizsgált rendszerrel hiányos, zajos adatokkal szembesültem.

A mesterséges neurális hálózatok alkalmazásának oka, hogy univerzális eszközt jelent mind a lineáris, mind a non-lineáris folyamatok feltérképezéséhez [103] [64] [72].

Az autópárhuzamban a mesterséges neurális hálózatok költségbecslésre kerültek elsőként felhasználásra. A teljesítménymérés területén, a folyamatok tervezése során a korai szakaszban nem kerültek alkalmazásra. (Az utóbbi években azonban már e területen is a tervezés egyre népszerűbb eszköze a mesterséges neurális hálózatok alkalmazása.)

A mesterséges neurális hálózatok segítségével a be és kimenetek közötti kapcsolat felépítése során az optimális kimeneti értékek tervezhetőek.

3.3.2 *A mesterséges neurális hálózatok működése, felépítése*

A mesterséges neurális hálózatot olyan információs folyamatként lehet definiálni, mely felépítésében és működésében a biológiai neurális hálózatot vette alapul. A mesterséges neurális hálózatnak három alapvető tulajdonsága van:

- párhuzamosan zajló adatfeldolgozás
- megosztott memória
- alkalmazkodóképesség [103].

A mesterséges neurális hálózatok alkalmazása során az emberi agy funkcionalitásának és struktúrájának leképezése történik a tervezési folyamat leírása során. A természetes neuronok működése bonyolult: a tengelynyúlvány vezeti el az ingerületet a neuronból, a neuron többi nyúlványa, a dendritek, a sejttesttel együtt az ingerület átvételére szolgálnak. Az ingerület átadása a szinapszisban történik sajátos vegyületek közvetítésével. A szinapszisban egy axon továbbítja az ingerületet egy másik neuronnak, melyben a dendritek, vagy maga a sejttest veszi fel az ingerületet [29] [103].

A mesterséges neurális hálózatok felépítése és működése a természetes neuronoknál egyszerűbbek: az emberi agy hálózati szerkezetét képezik le, mely az idegsejtek (neuronok) sűrű kapcsolatából áll, s a neuronok közötti kapcsolatok a szinapszisokon keresztül valósulnak meg. A szinapszisok eltérő mértékben rendelkeznek vezetőképességgel, melyek szintjét, erősségét a mesterséges hálózatokban súlyoknak nevezik.

A neuronok és szinapszisok tárolják a hálózat elosztási rendszerét, amely alapján a bemenő információkat feldolgozva, a szinapszisok súlyának megfelelően az output elkészül.

A mesterséges neurális hálózat a fenti struktúrának megfelelően működik: a mesterséges neurális hálózat mesterséges neuronok egymással kapcsolatban álló csoportjaiból áll, s az információkat a neuronok közötti áramlás folyamán dolgozza fel. A feldolgozandó adatok rendszerezve állnak rendelkezésre, s a kapcsolatoknak megfelelő súlyokon keresztül kerülnek feldolgozásra. A mesterséges neurális hálózat reagál a bemenő adatokra a súlyozott neuronok tevékenységén keresztül: a bemeneti adatokra aktiválnak egy neuront, s így generálódik egy kimeneti adat [29] [103].

Az emberi agy és a mesterséges neurális hálózat a tanulási képesség meglétében is hasonlatos. Mind az emberi agynak, mind a mesterséges hálózatnak szükséges a tanulási folyamat, vagy más néven a tréning, ez azt jelenti, hogy szükséges a tudás raktározása, azaz mintákra van szükség, amely alapján a szükséges reakciót generálni tudja [32].

A mesterséges neurális hálózat egy adaptív számítási módszer, mely a szerkezetét képes megváltoztatni a külső vagy a belső (keletkező) információk hatására, melyek átfutnak a hálózaton a tanulási folyamat során. Ennek megfelelően a tanulási fázisban a szükséges finomhangolás (a szinapszisok súlyának a beállítása, a szükséges minták elraktározása) elvégezhető a mesterséges neurális hálózatokban, hogy egyre pontosabb eredményt kaphassunk [35].

A mesterséges neurális hálózat legfontosabb képessége annak megállapítása, hogy egy olyan kérdésre tudjon választ adni, ami korábban még nem került feltevésre. Ez a hálózat általánosítási képességét jelenti.

Az adatok kapcsolatának feltárása után a tanító algoritmus kiválasztásának feladata a vizsgálat következő lépése. (A tanítási és teszt fázis során a neurális háló paraméterei kerülnek beállításra, azért, hogy a kitűzött cél elérhetővé váljék.)

A tanulási folyamat az általánosítási képesség kialakítását szolgálja. Amennyiben elegendő mennyiségű adat áll rendelkezésre a múltból, akkor a mesterséges neurális hálózat képes a bemenő és a kimenő adatok közötti kapcsolat megtanulására. Párhuzamosan a tanulási folyamattal a teszt fázisban a hálózat önmagát teszteli más adatokkal, de ugyanannak a problémának a megoldását szolgálva. A tanulási folyamat befejeztével a mesterséges neurális hálózat képes a kimeneteket a bemenő adatokból megtervezni [123].

Összetartozó be- és kimeneti adatpárok állnak rendelkezésre így adott bemenetek alapján eldönthetőek az elvárt kimenetek. (Megerősítő tanulás/asszociáció)

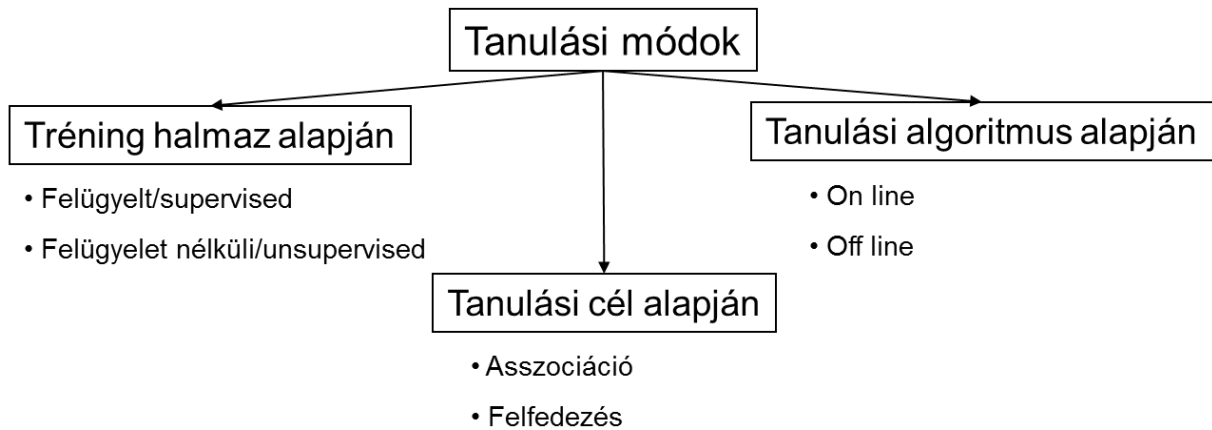
Amennyiben nem állnak rendelkezésre az elvárt kimenetek, akkor a tanulási cél alapján felfedező típusú hálózatról van szó. Ebben az esetben a mesterséges neurális hálózatnak kell a megfelelő kimeneteket minták nélkül előállítania.

A tanulási folyamat lehet ellenőrzött, felügyelt tanulás: a tanítandó hálózat egyre jobban közelítse a kívánt választ: megfelelő hálózat, s a paraméterek állítása szükséges hozzá. Ebben az esetben olyan minták állnak rendelkezésre, amelyek tartalmazzák a célként kitűzött kimeneti értékeket, s a neurális hálózatnak a bemeneti adatok és a kimeneti adatok közötti kapcsolatot le kell írniuk [123].

A felügyelt tanulás speciális változata a megerősítéses (reinforcement) tanulás, amely során a hálózat nem kap tanítási jelet minden tanuló mintánál, hanem a súlyok módosításával a rendelkezésre álló kimenetekhez közelítve lépésről lépésre jut el a kívánt célhoz. Ebben az esetben a tanítási folyamat során az eredmény osztályozásra kerül, s ez alapján lép tovább a mesterséges neurális hálózat a kívánt irányba.

A tanítási algoritmus lehet off-line, vagy on-line tanuláson alapuló.

Off line tanulás esetén a mesterséges neurális hálózat tanítása folyamán csak adott számú próbálkozás után van lehetőség a súlyok megváltoztatására, míg on line tanulás esetében minden egyes próbálkozás után lehetőség nyílik a súlyok megváltoztatására [99].



13. ábra: Tanulási módok (Saját szerkesztés [87] alapján)

A szintek megállapítása előtt a hálózat topológiáját kell megállapítanunk. Amennyiben több rétegű hálózat kialakítása szükséges, úgy a rétegek számát, s a processzorok számát a különböző rétegekben, valamint azok típusának megállapítását is el kell végezni [115].

3.3.3 A több rétegű mesterséges neurális hálózat

A mesterséges neurális hálózatok számtalan struktúrája és osztályba sorolása ismert. Osztályozhatjuk pl. a neurális hálózatokat a tanulási módszer, vagy a neuronok struktúrája szerint.

A legtöbb probléma megoldására elegendő az egyszerű: egy rejtett rétegű mesterséges neurális hálózat [102] [71].

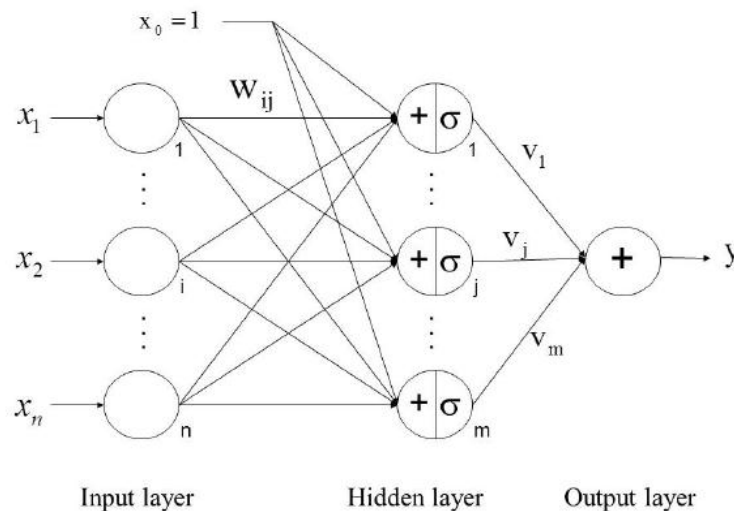
A termelési folyamat értékeléséhez javasolt az ún. többrétegű, perceptron mesterséges neurális hálózat (Multilayer Perceptron: MLP), mely az alkalmazott kutatásban a legszélesebb körben használt, valamint a legszélesebb körben használt idősorok elemzése esetén [111] [27] [45]. Ebben a hálózatban a neuronok több rétegbe rendezettek: az első az ún. input réteg (a bemenő adatokkal feltöltve), míg az utolsó réteg az ún. output réteg, mely a válaszokat adja a beadott adatok, s minták alapján, s köztük helyezkednek el a rejtett rétegek.

Kutatásom során az általam alkalmazott mesterséges neurális hálózatban a neuronok több rétegbe rendezettek: a bemeneti és a kimeneti réteg között egy rejtett réteg helyezkedhet el, amely rejtett réteg határozza meg a neurális hálózat általánosítási képességét

Ha statisztikai fogalmakkal írrom le a mesterséges neurális hálózat segítségével történő megoldási folyamatot, akkor a bemeneti réteget a független változókkal a kimeneti réteget a függő változókkal azonosíthatom [103].

A többrétegű mesterséges neurális hálózat egy eszköz, mely arra szolgál, hogy több adatsomag közötti kapcsolatot lehessen használatával feltárni, úgy hogy az egyes adatkapcsolatok nincsenek pontosan definiálva.

Az irodalomban számos különböző típusú neurális hálózat került leírásra. Kutatásom során a többrétegű perceptron típusú hálózatot alkalmaztam, mely a legjobban elterjedt típusa a neurális hálózatoknak. A topológiája a következő ábrán tekinthető meg [70] [29] [33].



14. ábra: A mesterséges neurális hálózat felépítése (Saját szerkesztés)

A hálózat a korábban leírtaknak megfelelően három rétegből áll. A bemeneti réteg fogadja az inputokat: x_i , és adja át súlyozott kapcsolatokon keresztül a rejtett rétegnek. A rejtett rétegben „m” rejtett neuron kerül alkalmazásra. A bemeneti és a rejtett réteg között a kapcsolatoknak w_{ij} súlya van, mely a mely az i -edik input és a j -edik rejtett neuron közötti kapcsolat erősségét írja le [33].

Az output réteg a kimeneti adattal, y -nal adja ki a feldolgozott adatot a felhasználó számára. A rejtett és a kimeneti réteg közötti súlyok „ v_j ” kapcsolódnak a j -edik rejtett neuronból a kimenettel [62][33].

Az MLP mesterséges neurális hálózattal való munkának két fázisa van:

- a futtatási fázis, amely során a bemeneti adatok beadása után kiadja a kimeneti adatokat, s az ezt megelőző
- tanítási fázis [115].

Kutatásom során az alkalmazott mesterséges neurális hálózat felügyelt, off-line, többrétegű [31].

4 A SZERVEZET ERŐFORRÁSAINAK LEÍRÁSA

A gyártást végrehajtó rendszerben termék-előállítási, javítási, karbantartási stb., összefoglaló fogalommal kifejezve: termelési folyamat megy végbe. Ahhoz, hogy optimális termelési folyamatokat, és ezek optimális lebonyolítására alkalmas ember-gép rendszereket tervezni, megalkotni, működtetni, fejleszteni és irányítani lehessen, meg kell ismerni a folyamatrendszerek tapasztalatokra, megfigyelésekre, mérésekre alapozott törvényeit, törvényszerűségeit, modelljeit. A termelési folyamat akkor tekinthető ismertnek, ha a meghatározó és befolyásoló jellemzői feltártak [104].

A vállalati erőforrások mérésénél azok jellegét, összemérhetőségét szükséges először vizsgálni. A vállalati elemzésekben nagyon fontos a mutatók időbeni összehasonlíthatóságának biztosítása. A mutatók között előfordul stock és flow jellegű mutató is. Mutatószámrendszer alkalmazásánál célszerű stock jellegű mutatót stock jellegűvel hasonlítani – vagy ahhoz viszonyítva értékelni -, flowt pedig flowval.

A nehézséget a mutatók kombinálása jelenti, s ezek után a következtetések levonása, vagy ezek alapján a szervezet folyamatiba való megfelelő beavatkozás [86]. Ekkor olyan közös nevezőt kell találni, vagy olyan közös jellemzőt, melynek segítségével mégis biztosítható az összemérés.

Az azonos besorolású mutatóknál is gondot jelenthet az időbeliség értelmezése: lehet-e éves mutatókat havi vonatkozásban elemezni, vagy az év végi stock jellegű adatot hó végi adattal értelmezni. A probléma jelentkezik, ha a mutatószámok nem pusztán elemzésre, hanem a folyamatok aktív menedzselésére kerülnek alkalmazásra.

A bemeneti erőforrások általam vizsgált elemeinek vizsgálatakor kísérletet teszek olyan mutatószámok és indikátorok felépítésére, melyek elkerülik az állapot és folyamat jellegű, valamint az eltérő időszakok, és időpontok kombinálásának problémáját.

Elemzésemben kísérletet teszek a humán és a gépi erőforrás szerepének részletes felbontására a termelési logisztikai szervezetben. Noha szigorú elválasztásról termelő szervezet esetében nem beszélhetünk, hiszen a gépi folyamatoknak is van humán összetevője, s viszont. (Ilyen eset lehet egy adott gép időszakos karbantartásának elvégzése, vagy annak elmaradása, ami emberi tényező, de mégis a gépi faktor hibájában jelentkezhet.) A gépi jellemzők meghatározása és termelési folyamatra való hatásuk egyszerűbbnek tűnik, és az adott gépi

jellemző technológiai sajátosságai nagyobb valószínűségű kimeneti kapcsolatot biztosítanak a névleges teljesítményekkel [86].

A humán erőforrás esetében névleges teljesítményekről egyáltalán nem lehet beszélni. Nagyobb az adatok bizonytalansága, a mérések nehezebbek, előfordulhat, hogy a hiányos mérések, vagy téves adatmegadások miatt interpolációra van szükség. A mérés esetén még azonosnak gondolt feltételek esetén is nagyobb a kimenetek szórása.

A két erőforráson kívül jelentős szerepe van a már többször említett karbantartásnak és minőségbiztosítási keretfeltételeknek is. Ezen jellemzőket a két fő okozó tényezővel való kapcsolatukban elemzem.

4.1 A HUMÁN ERŐFORRÁS SZEREPE

A humán erőforrás vizsgálata esetén nem alkalmazhatóak a gépi jellemzőknél működő determinisztikus kapcsolatok. Nem meghatározott a kétszer jobb dolgozó fogalma, nem ismert, hogy milyen kimeneteket produkál egy jobban premizált dolgozó. Lehetséges a tapasztalt dolgozó fogalmának feltételezése, de nem egyértelmű a meghatározása, mit is jelent ez.

A megmunkáló gépek esetében más a helyzet. A vizsgált vállalat többek között maró gépeket használ. Meghatározható a be és kimenetek közötti determinisztikus kapcsolat: a használt szerszámok kicsik, s mivel alumínium kerül megmunkálásra, fontos a vágási sebesség. Mivel kicsi a megmunkált darabok átmérője, ezért a vágási sebességet a darab kerületén is ki kell használni, így nyer értelmet a nagy fordulatszám.

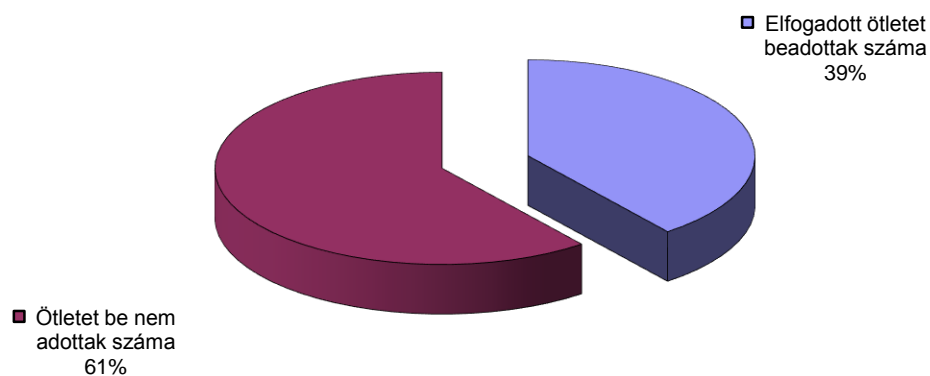
Ha a fogankénti anyagleválasztás konstans, akkor a nagyobb fordulatszám nagyobb előtolással jár együtt. Ha az előtolás nagy, lecsökken a gyártási idő.

Ha nagy a gép gyorsjárat sebessége, akkor, ha üresjáratban egyik pozícióból átpozicionálásra kerül egy másik pozícióba, akkor a gép kevesebb időt tölt megmunkálás nélkül, s így is javul a teljesítménye.

Egy forgácsoló berendezés dupla forgási sebességgel adott nagyságú kimeneti teljesítményemelkedést indukál. A gépeknél a bemeneti teljesítmény nagyobb valószínűséggel ad determinált kimeneteket. A kiragadott példák magyarázzák a két bemenet közötti különbséget, s elemzésük további szükségességét.

Kutatásom első lépésében a humán erőforrás területén kiterjed a dolgozói ismeretek alkalmazhatóságára. Megvizsgáltam, hogyan hasznosulhat a dolgozói tudás a vizsgált szervezetben, milyen területeken érvényesül a felhalmozódott ismeretanyag, és ez milyen összhangban áll a kimenetekkel.

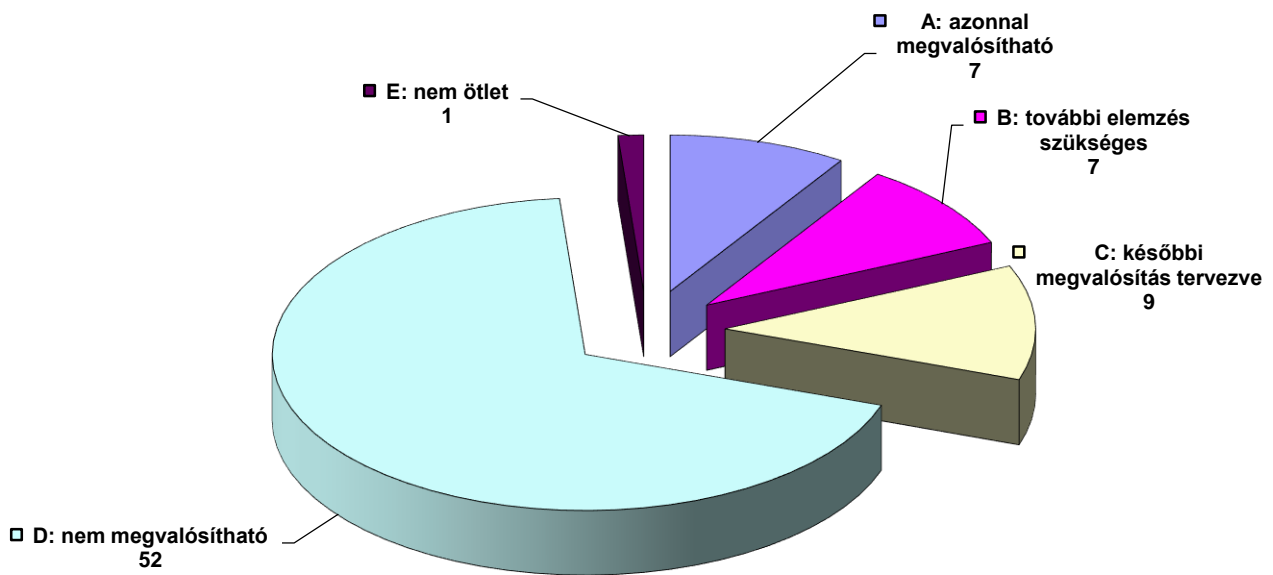
A vizsgált szervezetben a folyamatok javítására dolgozói ötleteket vizsgáltam 2009 és 2011 között [19].



15. ábra: A beadott újítási javaslatok aránya a dolgozói létszámon belül (Saját szerkesztés [19] alapján)

Az adatokból látható, hogy a dolgozók 39%-a adott be a termelési folyamat szempontjából használható javaslatot (15. ábra). Csak a valóban használható, s a termelési logisztikai folyamat szempontjából releváns ötleteket tekintem javaslatnak, s azokat vizsgálom.

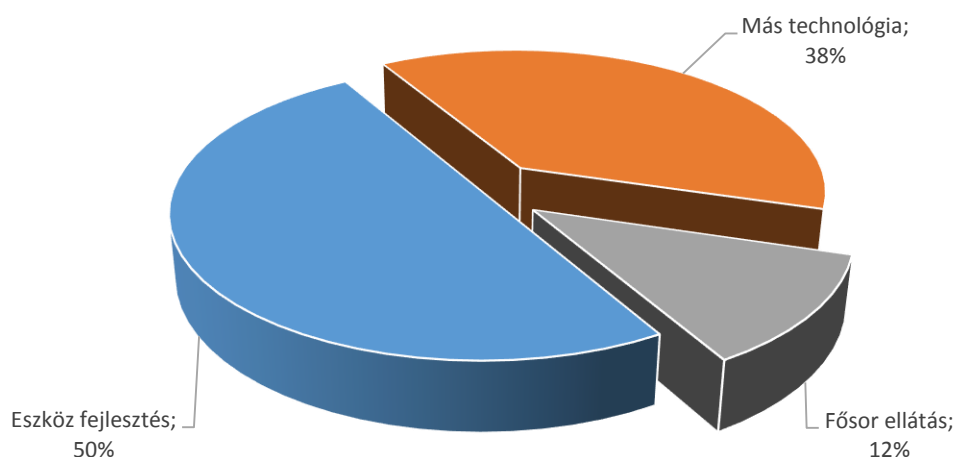
A javaslatok jelentős része hasznosítható, de vannak olyanok is, melyek alkalmazását a szervezet infrastruktúrája, vagy a finanszírozhatóság akadályozza meg.



16. ábra: A javaslatok további sorsa (Saját szerkesztés [19] alapján)

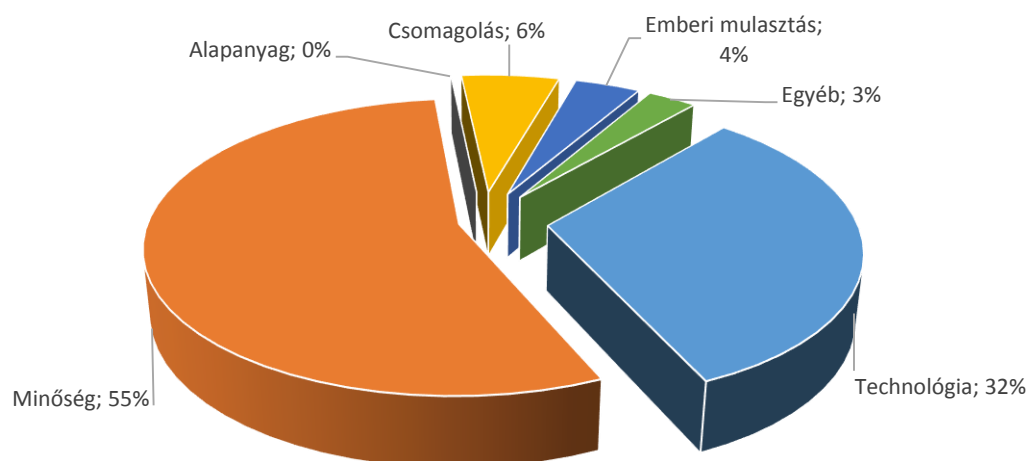
A szervezet a javaslatokat megvalósíthatóság alapján kezeli: a valóban jó és a keretfeltételeknek megfelelő ötleteket a szervezet bevezeti. A későbbiekben megvalósíthatónak tartott ötletek is nyilvántartásba kerülnek, ezek megvalósításának lehetősége a javaslat dokumentációjának megfelelően sorra kerül. A 15. sz. ábrán látható, hogy a beadott javaslatokból 52 nem került alkalmazásra.

A javaslatokat tovább elemezve választ kaptam arra a kérdésre is, mely terület a dolgozók szempontjából a legproblémásabb a termelési szervezeten belül. A dolgozók az eszközfejlesztést (szerszámok) és egyéb technológiai problémákat látnak feltétlenül jobbitandónak, s erre tesznek javaslatokat (17. ábra).



17. ábra: A dolgozói javaslatok felosztása problémaforrások alapján (Saját szerkesztés [19] alapján)

Az utómunka órák okaiban is visszaköszön a dolgozói ötletek, jobbítási javaslatok célja. A felmerült utómunka órák 87%-a technológiával és a minőséggel kapcsolatosan merült fel (18. ábra), s a felmerülés ténye is azt jelzi, hogy a jobbítási javaslatok a legproblémásabb területekre irányulnak.



18. ábra: A felmerült utómunka órák csoportosítása a felmerülés oka alapján (Saját szerkesztés [19] alapján)

A vizsgálatok alátámasztják, hogy a szervezetben felhalmozott tudást mindenképpen alkalmazni szükséges. A további vizsgálatokhoz azonban a dolgozókat jellemző tényezőket szükséges elemezni. Olyan jellemzőket kell leírni, melyekkel bővíteni lehet a dolgozók leírásának eszköztárát.

4.1.1 A dolgozók egyedi leírása

Az eltérő ismérvekkel rendelkező dolgozók, vagy azok csoportjai eltérő eredményt produkálnak a gyártási folyamat végén. Az egyes dolgozók más-más tapasztalattal, képességekkel rendelkeznek, így eltérő teljesítményt nyújtanak. Ennek bizonyításához fel kell tárnunk azokat a jellemzőket, melyek tovább árnyalják a humán erőforrás leírását.

A feltárt jellemzőket számszerűsítve dolgoztam ki egy objektív mérési módszert az egyes teljesítmények megkülönböztetésére és rangsorolására.

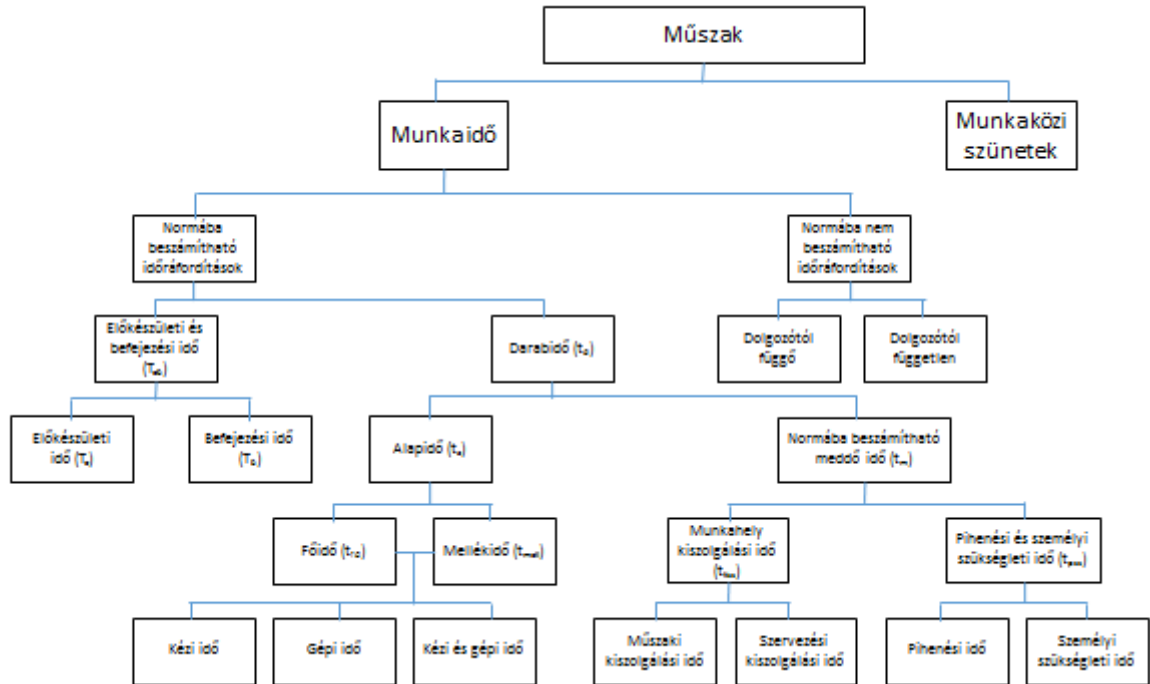
4.1.2 Az egyéni teljesítmények teljesítmény-időben megjelenő hatása

Az egyéni teljesítményeknek jól számszerűsíthető elemei a dolgozók havi és éves teljesítmény mérésének adatai melyeket a kutatás részévé tettem. A teljesítménymutatók a gyártott termékek minőségével és a munkafolyamat minőségi jellemzőivel kapcsolatosak.

A humán erőforrás mérését, tervezhetőségét adott szervezési-műszaki feltételek mellett a munkaidő felhasználás segíti.

A teljesítménymérés részét képezi ennek felosztása, s a munkaidő szerkezetének elemzése. A szervezetben eltöltött idő primer jelzője lehet a szervezetben folyó teljesítmény megítélésének. A szervezet eredményét megtestesítő kimenet átfutásától függetlenül indikátor jellegű adatokkal szolgál annak eredményére. Ha az idők kijelölt részénél az elvárások alatti kimeneteket kap a szervezet vezetése, akkor a megfelelő reakcióval a folyamatok alakíthatósága biztosított.

A munkaidőalap felosztását a szakirodalomban található jelölésekkel és definíciókkal kezelem [52] [104], a munkaidő az időnorma szerint a következőképpen épül fel [51] alapján.



19. ábra: A munkaidő alap felosztása (Forrás: [51])

A munkaidő felosztás esetében, ahol szükséges saját meghatározásokat alkalmazok és ennek megfelelő elemzést végzek, alkalmazom a vizsgált szervezet megnevezéseit (a szakirodalomban alkalmazottakhoz képest), ennek megfelelően kibővíttem az eddig alkalmazottakat. A két rendszer közötti azonosságok esetén a szakirodalom [51] jelöléseit használom.

- a) Műszak idő, mely a vizsgált szervezet esetében összes időként megnevezett: a munkaidő kezdete és vége között eltelt idő percben számolva:

Ha a WT_E a munkaidő végét jelenti percben kifejezve

a WT_S a munkaidő kezdetét jelenti percben kifejezve

a WT pedig az összes munkaidőt percben, akkor

$$WT = WT_E - WT_S \quad (1)$$

- b) Előzőből vezethető le a munkaidő: amely a műszak (összes) idő csökkentve a munkaközi szünetekkel, ami egy konstans érték:

$$RT = WT - c \quad (2)$$

Ahol az RT a munkaidő percben kifejezve a c pedig a kötelező pihenőidő

A rendelkezésre állási idő a normába beszámítható időráfordításra (produktív időre) és a normába nem számítható időráfordításra (állásidőre) osztható fel

- c) A norma idő [119] alapján alapidő: az az időtartam, amit a dolgozó műveletvégzéssel tölt:

$$t_a = RT - ST \quad (3)$$

Ahol ST az állásidő percekben kifejezve (az állásidőt a d) pontban definiálom.

- d) Az állásidőt (vagy zavar idő) is definiálom. Az előzőek alapján:

$$ST = RT - t_a \quad (4)$$

Az állásidőbe az általam javasolt esetben a dolgozótól függő, és a szakirodalomban feltüntetett [52] [104], normába beszámítható meddő idő is beletartozik. Ezek alapján az állásidő a termelésből kieső idő.

Ennek két csoportját különböztetem meg:

- A befolyásolható meddő időket:
 - Utómunkával töltött idő: normába nem beszámítható idő (dolgozótól függő, és nem függő részekkel)
 - Géphiba-szerszámhiba miatti termelésből kieső idő
 - Anyagmozgatás (t_{ksz})
 - Anyaghiány miatti kieső idő
 - Az átszerelésekre fordított idő (T_{eb})
 - A próbagyártmányok készítésére fordított idő (T_{eb})
 - A betanulás ideje (T_{eb})
- A rögzített hosszúságú (konstans) meddő időket:
 - A folyamatba épített minőség-ellenőrzés ideje (t_{mell})
 - Az étkezésre fordított idő
 - A mérésekre fordított idő (t_{mell})
 - A termelő team egyeztetési ideje
 - Takarítás

Ennek kiszámítása után kerül sor a normák figyelembevételével a teljesítmény százaléka dolgozónként, mely a termelési szervezet fontos belső teljesítményére utaló mérőszám.

A teljesítmény %-os mutatójával az kerül mérésre, hogy a dolgozók a mennyiségi normát hány százalékra teljesítették.

Szem. azon.	Teljesítmény %	Műszak/ Összes idő Óra	Alapidő/Normaidő		Átszerelés		Utómunka		Zavar	
			Óra	%	Óra	%	Óra	%	Óra	%
336	96,07	161,00	152,92	94,98	0,00	0,00	0,00	0,00	8,08	5,02
426	83,50	158,83	149,25	93,97	0,00	0,00	4,17	2,62	5,42	3,41
361	70,89	138,00	131,17	95,05	0,00	0,00	0,00	0,00	6,83	4,95
232	84,86	138,00	122,83	89,01	0,00	0,00	3,00	2,17	12,17	8,82
421	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
67	78,03	153,33	141,00	91,96	1,33	0,87	6,83	4,46	4,17	2,72

1. táblázat: A humán erőforrás összmunkaidejének havi összesítő kimutatása 2011. november (Saját szerkesztés)

A humán erőforrás esetében az az átlagos teljesítmény havonta kiértékelésre kerül. A beavatkozási határ az egyes dolgozók esetében a termelési szervezetben mért átlagos teljesítmény. Amennyiben ettől eltérés van, beavatkozás történik. A beavatkozás pozitív és negatív is lehet. A 2010, 2011-es év ebből a szempontból elemezhető, hiszen ekkor az ösztönző rendszer anyagiakkal megerősítve jelentette a vállalat humán politikájának aktív eszközét: a kitűzött teljesítménytől való meghatározott elmaradás a mozgó bér megvonását jelentette, annak meghatározott túllépése pedig a premizálásban jelentkezett.

Ekkor a teljesítményidőben 91% alatt következett be mozgó bér megvonás, 100% felett prémium, és 110% felett extra prémium. A kritériumrendszer a vállalati tervek került kidolgozásra, s a dolgozókkal egyeztetetten történt meg a bevezetés. A történelmi adatokról és az adott évi tervekről a dolgozók informálása megtörtént.

A kijelölt beavatkozási határok indikátorként alkalmazhatóak termelési szervezetek esetén.

A termékekre szűkített (szűrt) vizsgálatok esetén megelőző jelleggel lehetséges a folyamatokba való beavatkozás, s az általánosan elfogadott mérőszámokban való teljesítmény mérése előtt korrigálható a folyamat, vagy szükség esetén leállítható.

A termelőgépek esetén a karbantartás segédmutatói az idők, mert az állásidők növekedésének elemzése után a gépekre szűkített vizsgálat egyértelműen jelezheti a problémák kialakulását.

A humán faktor egyéneire szűkített vizsgálat is teljesítménymérő, s allokációs szereppel bíró mutató kialakítására alkalmas. A mennyiben az egyénekre vetített állásidők összetétele a dolgozó által generált hibákra utal, akkor a folyamatok módosításával, s a feladatkiosztással lehet a kimenetek eredményén javítani.

A humán erőforrás leírására két mutatót vezettem be. A hosszú távú megítélés elemeit éves-, az éven belüli megítélésre alkalmas leírást havi bázison kialakított mutatószámok alapján teszem meg.

4.1.3 A munkában eltöltött évek szerepe: a dolgozók tapasztalatát jellemző tényező

Az általános vállalati szervezeti feltételezés szerint a munkában eltöltött időnek és a humán erőforrás által okozott selejtek között szoros az összefüggés: minél több ideje van valaki az adott munkahelyen, annál jobb minőséget gyárt. E mögött az a feltételezés áll, hogy egy dolgozó minél több időt tölt egy munkahelyen, annál tapasztaltabban tudja az adott feladatát elvégezni.

Ahhoz, hogy ezt a feltevést megvizsgálhassam, számszerűsítem a tapasztalat fogalmát:

- Az egyik jellemző a munkában eltöltött évek száma. A munkában eltöltött időszak korai része nem tekinthető a munkafolyamat szempontjából tapasztalatnak. Az első év alatt ugyanis a dolgozó megismeri a gépcsoportokat, azonosítani tudja az alapanyagot, a késztermékeket, a termelési eljárásokat, alkalmazza a munkavégzéssel járó méréseket. Ez idő alatt kialakul a képesség, hogy jelezze a problémákat, megismeri a szervezeten belüli utakat, s felismeri a hibákat, tudja, hol hibázott, ezért az első évet a tapasztalatszerzés idejének tekintem.
- A második jellemző a vezetők általi megítélés hatása. Ennek számszerűsítése nem egyszerű, a szubjektív elemek kiküszöbölését mérhető teljesítmények leképezésével tettem meg.
- A harmadik jellemző a bérekben megjelenő hatás. Itt a béremelések, bérváltoztatásokban rejlő hatást írom le
- Ehhez az összetevőhöz hasonló a negyedik jellemző: a premizálásban rejlő hatás.

Ha a W_S a munkába lépés évét jelenti,

a W_i a vizsgálat évét,

az E a dolgozók tapasztalati értékét,

E_v az adott 'v' dolgozó tapasztalatát jellemző tényezőt (a tapasztalatszerzés elején járók esetében a hónapok hatását korrigálva a képletnek megfelelően) akkor

$$E_v \begin{cases} 0, \text{ ha } 0 \geq [W_i - 0,5] - [W_s + 0,5] \geq -1 \\ [W_i - 0,5] - [W_s + 0,5], \text{ ha } 3 > [W_i - 0,5] - [W_s + 0,5] \geq 0 \\ 3, \text{ ha } [W_i - 0,5] - [W_s + 0,5] \geq 3 \end{cases} \quad (5)$$

A tapasztalati értéket minden vizsgálat évében aktualizálni szükséges: ha egyszer kiszámításra került, akkor a következő években az állományban lévő dolgozók esetében módosításra szorul.

Törzssz.	Jogviszony kezdete	Belépés éve	E 2010	E 2011
459	2011.07.01	2011	0	0
150	2000.02.01	2000	3	3
391	2010.07.09	2010	0	0
36	1999.02.01	1999	3	3
151	2000.02.01	2000	3	3
426	2011.02.25	2011	0	0
274	2007.08.23	2007	2	3
361	2010.02.01	2010	0	0
307	2008.03.11	2008	1	2
295	2008.03.03	2008	1	2
232	2004.04.29	2004	3	3
421	2011.01.17	2011	0	0
373	2010.04.19	2010	0	0
...				
133	2000.01.04	2000	3	3
Átlag			1,34	1,64

2. táblázat: A dolgozók tapasztalati értékét jellemző tényező értékeinek alakulása 2010-2011
(Saját szerkesztés)

A dolgozók tapasztalatát jellemző tényezők értékeinek átlagából, annak alakulásából következtetések vonhatóak le a termelő szervezet humán erőforrásának alakulásáról, a fluktuációról és a létszám alakulásáról.

Ha mutató átlagos értéke két egymást követő évben:

- 1-gyel növekszik, akkor a létszámban, nem történt változás,
- amennyiben az érték 1-nél kevesebbel növekszik, akkor feltételezhető az új belépők száma, vagy a tapasztalt dolgozók szervezetből való távozása
- ha az érték egynél nagyobb mértékben nő, akkor az előző folyamattal ellentétes mozgásokat lehet feltételezni.

A mutató értékét indikátorként használva: ha a tapasztalati érték növekedése 1 alatt van, akkor a betanításnak nagyobb szerepet kell kapnia a vállalati szervezet feladatai között, míg ellenkező esetben a meglévő ismeretek aktívan tartása és magasabb szintre emelése szükséges [1. Tézis].

4.1.4 A vezetők általi megítélés hatása

A lehetséges kimenetekre lehet következtetni a vezetői megítélés alapján, hiszen a vezetői megítélés is a humán erőforrás egyik olyan összetevője, ami leírja az adott dolgozót, ehhez azonban a megítélést számszerűsíteni szükséges.

Két szintet különböztettek meg: a közvetlen és a közvetett vezetői szintet. A közvetlen alatt az adott dolgozó közvetlen felettesét értem, a közvetett alatt pedig az egész termelési szervezet vezetőjét.

A megítélés 6 fokozatú skálán történt, szubjektív módon.

A vizsgálat során fény derült arra, hogy a 6 fokozatú skála lehetőségének ellenére, ennek kihasználására nem került sor. Ennek okai a következők:

- a vizsgálatba bevont dolgozók esetében a próbaidő már letelt,
- így aki esetleg a skála alsó szegmensében kerülne megítélésre, az a próbaidő alatt elbocsátásra kerül.

A kutatás során a szubjektivitás kiküszöbölésére egyrészt a skála alapján való besorolás nyújtott segítséget, másrészt pedig az interjúk során a besorolás alapját képező ismeretek igénye.

Így a közvetlen vezetői szinten a besorolás alapját:

- a munka minősége
- és a dolgozó teljesítménye határozták meg.

A munka minősége a méréspontosságot és a dokumentációk kitöltésének pontosságát jelenti, a teljesítmény pedig a munkafolyamat sikerességét.

A humán erőforrás vezetői megítélésének számszerűsítése kétlépcsős folyamat. A humán bázis egészének megítélése az adott szervezeti egység vezetőjének a megítéléséből, s a résszervezetek vezetőinek megítélésének összegzéséből adódik.

Az adott egység vezetőjének megítélése egységes, azonban a részlegek vezetőinek a besorolása az egész szempontjából már nem konzisztens.

Amennyiben a szervezet humán erőforrásainak összességét W -vel jelöljük, annak vezetőjét WB -vel, akkor a W -t alkotó részrendszereket rendre W_t -vel, ahol $t=1,2,3\dots n$ attól függően hány részrendszer alkotja azt. Akkor:

$$W = \sum_{t=1}^n W_t \quad (6)$$

A W_t részrendszer vezetőit pedig Wb_t -vel, ahol $t=1,2,3,\dots$ akkor a WB a teljes W halmaz valamennyi tagját megítéli, az Wb_t pedig a hozzá tartozó W_t halmaz tagjait minősíti.

A WB megítéli a W halmaz minden egyes elemét. A besorolás alapja legyen a számtani átlag, WHR -rel jelölve. Az Wb_t is megítéli az adott W_t minden egyes elemét. Ennek átlaga W_tHR -rel jelölt számtani átlag. A W_tHR átlagok az egyes Wb_t -k szubjektivitása miatt eltér. Így a W_tHR átlagok különbségét kell közös nevezőre hozni, hogy a Wb_t -k megítélését is a W egészére alkalmazni lehessen.

A 8. számú táblázatban a vezetői megítélés számszerűsítését mutatom be. A teljes termelési szervezet vezetője 3 kritérium alapján ítéli meg az összes dolgozót. Ezek a munka, a dokumentumok minősége és a teljesítmény.

A részrendszerek vezetői egyénileg döntöttek a minősítés kritériumairól.

Az egyik részrendszer vezetője a minőség és teljesítmény kritériuma, a másik kettő a minőség alapján sorolta be a dolgozóit. A besorolási jellemzők nem kerültek definiálásra, a besorolási jellemzők mindkét vezetői szint esetén interjúk során kerültek megállapításra.

A 6 fokozatú skála kevéssé került kihasználásra, döntően a skála felső felébe kerültek a dolgozók besorolásra.

Az előbbi megállapítás utalt a vezetői besorolás indikátor, vagy beavatkozási jellegére: a humán erőforrást érintő problémák megoldásának egyik eszköze a vezetői megítélés, s ezt a mérhetővé tétel után, a korábban elemzett mennyiségi mutatókkal együtt elemezve hozhatóak meg a folyamatok alakítását szolgáló intézkedések.

Ha a vezetői megítélés hatása ME, akkor ez a részrendszer- és a teljes rendszer vezetőjének a megítéléséből áll össze.

Az MEWB a teljes szervezet vezetője minősítésének a hatása.

A MEWB_w a teljes szervezet vezetője által adott érték az adott dolgozónak, ami 1-6 skálán mozog. A 0 tapasztalati értékkel rendelkező dolgozók esetében az érték 0.

Ennek megfelelően a MEWB értéke az adott dolgozó esetében a következő:

$$MEWB = \begin{cases} 1, & \text{ha}[(MEWB_w \text{ \textit{átlaga}}) - 0,5] > MEWB_w \\ 2, & \text{ha}[(MEWB_w \text{ \textit{átlaga}}) + 0,5] \geq MEWB_w \geq [(MEWB_w \text{ \textit{átlaga}}) - 0,5] \\ 3, & \text{ha} [(MEWB_w \text{ \textit{átlaga}}) + 0,5] < MEWB_w \end{cases} \quad (7)$$

Az MEWB_t az adott részrendszer vezetője minősítésének az értéke.

Az MEWB_{tw} az adott részrendszer vezetője által adott érték az adott dolgozónak, ami 1-6 skálán mozog. Akkor az MEXPB értéke az adott dolgozó esetében (a 0 tapasztalati értékkel rendelkező dolgozók esetében az érték szintén 0):

$$MEWB_t = \begin{cases} 1, & \text{ha } MEWB_{tw} = 1,2,3 \\ 2, & \text{ha } MEWB_{tw} = 4,5 \\ 3, & \text{ha } MEWB_{tw} = 6 \end{cases} \quad (8)$$

S az előzőeknek megfelelően, ha a ME: a két vezetői szint értékelésének hatása, akkor a:

$$ME = (MEWB + MEWB_t)/2 \quad (9)$$

képlet adja ki a dolgozók, vezetők általi megítélését, tört eredmény esetén a nagyobb számra kerekítés adja az eredményt [1. Tézis].

A teljes szervezet vezetőjének értékelése						Részlegvezetők értékelése Min.-Telj.	Érték <i>MEWB_t</i>	ME
Törzsszám	Minőség Munka	Minőség Dokuk	Teljesítmény	Átlag	Érték MEWB			
336	5	6	5	5,33	3	6	3	3
426	4	4	4	4,00	2	4	2	2
361	4	5	5	4,67	2	5	2	2
232	5	6	4	5,00	3	5	2	3
...								
459	4	5	5	4,67	1	3	1	1
150	3	4	4	3,67	1	3	1	1
274	2	3	3	2,67	1	3	1	1
477	4	4	4	4,00	2	4	2	2
...								
295	4	5	5	4,67	2	4	2	2
373	4	5	4	4,33	2	3	1	2
374	3	5	4	4,00	2	3	1	2
16	6	5	5	5,33	3	6	3	3
...								
Átlag	344 4,14	410 4,94	355 4,28	4,45				

3. táblázat: A két vezetői szint megítélésének hatása (részlet) 2011. (Saját szerkesztés)

4.1.5 A bérekben megjelenő hatás

A dolgozók eltérő teljesítménye a bérekben is megjelenik. Ebben az esetben nem a tényleges mértéket szükséges vizsgálni, hanem a vizsgálatot megelőző években a változás mértékét. Normál üzletmenet (ez alatt azt értem, hogy az adott évi béremelés bizonyos szinten differenciált: a jobbnak ítélt dolgozók valamennyivel többet, a kevésbé jónak ítélték pedig attól elmaradóan részesülnek) mellett a béremelés mértéke a dolgozói teljesítmény mérőszámaként funkcionál. Ekkor ugyanis az átlagemelés fölötti bérnövekedés a hatékonyabb dolgozókat, míg az az alatti bérváltozás a vállalat szempontjából kevésbé hatékony dolgozókat jellemzi.

A normál üzletmeneten kívüli esetekben (amikor a törvényalkotó ír elő bizonyos bérváltoztatást, vagy a piaci körülmények kényszerítenek egységes bérnövelést a vállalatra) nem jelenik meg a teljesítmény hatása a bérek változásában. Ezen hatások kiküszöbölésére szükség van az elemzés során.

Az egységes intézkedés alatt olyan változást értek, amikor minden egyes érintett számára azonos mértékű vagy összegű változtatást szükséges alkalmazni. Ez lehet állami, vagy piaci intézkedés.

Ahol $b_{\dot{a}}$: az állami intézkedések hatása,

Az i pedig az év azonosítására szolgál, akkor

$$b_{\dot{a}} = \begin{cases} 1, & \text{ha nem történt ilyen intézkedés} \\ b_{\dot{a}i}/b_{\dot{a}(i-1)}, & \text{ha történt ilyen.} \end{cases} \quad (10)$$

Ahol b_p : piaci egységes intézkedés hatása, akkor

$$b_p = \begin{cases} 1, & \text{ha nem történt ilyen intézkedés} \\ b_{pi}/b_{p(i-1)}, & \text{ha történt ilyen.} \end{cases} \quad (11)$$

Ezek után a béremelést korrigálni szükséges az érintett dolgozók esetében a külső hatásokkal.

Legyen:

ΔB : az átlagos béremelés, korrigálva az egységes intézkedések hatásával

ΔB_v : az adott 'v' dolgozó emelésének mértéke

BH : a béremelés hatásának értéke

Ekkor a $\Delta B_v / b_{\dot{a}} / b_p$ művelet elvégzése szükséges az érintett dolgozók esetében. (A 0 tapasztalati értékkel rendelkező dolgozók esetében az érték szintén 0.)

$$BH = \begin{cases} 1, & \text{ha } \Delta B_v / b_{\dot{a}} / b_p < \Delta B \\ 2, & \text{ha } \Delta B_v / b_{\dot{a}} / b_p = \Delta B \\ 3, & \text{ha } \Delta B_v / b_{\dot{a}} / b_p > \Delta B \end{cases} \quad (12)$$

Törzsszám	E 2011	2010			2011			2011/2010 A+M	BH
		Alap	Mozgó	A+M	Alap	Mozgó	A+M		
336	1	124 900	20 000	144 900	128 900	21 800	150 700	104,00	1
150	3	128 800	14 000	142 800	128 800	19 800	148 600	104,06	1
391	0	90 000	10 000	100 000	90 000	11 700	101 700	101,70	0
36	3	159 500	24 730	184 230	164 500	28 100	192 600	104,54	1
151	3	102 800	15 395	118 195	104 900	18 200	123 100	104,15	1
274	3	103 000	14 200	117 200	104 000	17 900	121 900	104,01	1
361	0	100 000	10 000	110 000	102 500	16 200	118 700	107,91	2
307	2	111 700	17 000	128 700	129 900	22 100	152 000	118,10	3
295	2	103 000	14 265	117 265	107 000	18 000	125 000	106,60	2
232	3	116 200	17 419	133 619	120 600	20 500	141 100	105,60	1
373	0	100 000	10 000	110 000	102 000	13 000	115 000	104,55	0
67	3	131 500	19 507	151 007	135 600	23 600	159 200	105,43	1
199	3	131 500	20 095	151 595	147 500	22 200	169 700	111,94	3
...									
133	3	146 300	20 800	167 100	151 700	26 300	178 000	106,52	2
Átlag Ev=0 nélkül								107,16	

4. táblázat: A bérhatás értékelése 2011. (részlet) (Saját szerkesztés)

Amennyiben a bér több részből áll (alap-mozgóbér) össze, akkor minden, gyakorlatilag alapbérként működő bérrészre el kell az adott vizsgálatot végezni.

A másik fontos az átlagos béremelést definiálni szükséges: itt a számtani átlag +/- 1% pontot határoztam meg.

A béremelés hatásának számításakor az egyedi esetekre is fel kell készülni, hogy az átlagszámítás ne fedje el a tényleges értékelési lehetőséget: esetenként előfordul, hogy felmondott dolgozót újra alkalmaz a szervezet, de alacsonyabb béren, ilyenkor a konzisztens értékelés miatt a tárgyévi számításból ezt az adatot ki kell hagyni [16][1. Tézis]. (A tapasztalatinál viszont be kell venni!)

4.1.6 A prémiumjellegű juttatások hatása

A prémiumjellegű juttatásokat a bérváltozáshoz hasonlóan értékelem. Itt sem szabad elkerülni a dolgozók tapasztalatát jellemző tényező figyelembevételét.

Az ilyen jellegű juttatásoknál különbséget kell tenni az eltelt idő függvényében adott, valamint a teljesítmény miatt adott bónuszjuttatások között. Ennek megfelelően legyen:

P_l : a prémium jellegű támogatás a dolgozó teljesítménye alapján

PH_v : a premizálás hatása a 'v' dolgozó értékelésére (a 0 tapasztalati értékkel rendelkező és nem premizált dolgozók esetében az érték szintén 0):

$$PH_v = \begin{cases} 3, & P_l > 0 \text{ és } E_v = 0 \\ 2, & \text{ha } P_l > 0 \text{ és } E_v = 1,2 \\ 1, & \text{ha } P_l > 0 \text{ és } E_v = 3 \end{cases} \quad (13)$$

Törzsszám	Belépés ideje	Tapasztalati érték	Prémium P_l	PH
150	2000.02.01	3	98 800	1
391	2010.07.09	0	60 000	3
36	1999.02.01	3	134 500	1
151	2000.02.01	3	74 900	1
274	2007.08.23	2	74 000	2
361	2010.02.01	0	72 500	3
307	2008.03.11	0	99 900	3
295	2008.03.03	0	77 000	3
232	2004.04.29	3	90 600	1
373	2010.04.19	0	72 000	3
67	1999.03.08	3	105 600	1
199	2001.05.22	3	117 500	1
249	2006.04.10	3	73 700	1
...				
Átlag			90 316	

5. táblázat: A dolgozók tapasztalatát jellemző érték és a bónusz hatás alakulása 2011. (Saját szerkesztés)

A tapasztalati érték és a bónuszok vizsgálatából egyértelmű következtetések vonhatóak le a humán erőforrás állapotára vonatkozóan. A példaként felmutatott adatokból látszik, hogy a 2011-et megelőző 1-2 évben sikerült jól teljesítő munkaerővel bővíteni a létszámot, hiszen a premizálás esetükben megtörtént.

Az alacsony tapasztalati faktoriall bír, de már premizált dolgozók azt jelentik a vizsgált esetben, hogy a létszámbővítés sikerrel járt, s az új dolgozók sikerrel alkalmazkodtak a vállalati normákhoz.

A két mutató együttes értékelése létszámváltozás esetén utal annak minőségi irányára:

- Létszámnövekedés esetén, ha a vizsgált időszakban a kevesebb tapasztalattal rendelkező dolgozók is a premizálási körbe tartoznak, akkor sikeres a létszámbővítés.

- Létszámcsökkenés esetén a bónuszhatást annak megléte esetén lehet vizsgálni, ami a mutatók finomítását teszi szükségessé: ebben az esetben a létszámleépítés negatív hatásait a megmaradó állományra szükséges mérni, s a negatív hatások esetén kell beavatkozni.

Meg kell említenem a szerződés szerint, teljesítménytől független bérösszetevőt is, aminek nincs szerepe a dolgozói teljesítmények megítélésében: a 13. havi bért. Vagy az ehhez hasonló elven működő teljesítménytől független ösztönzőt. Az ilyen jellegű összetevők nem írják le a dolgozó teljesítményét [16][1. Tézis].

Az éves bázison alapuló megítélés szerint a humán erőforrást (HR_Y), a következő képlettel lehetséges leírni:

$$HR_Y = E + ME + BH + PH \quad (14)$$

Ahol:

HR_Y : a humán erőforrás számszerűsített éves értéke

ME : a vezetői megítélés számszerűsített hatása

BH : a bérhatás

PH : a premizálás számszerűsített hatása.

Törzsszám	E	ME	BH	PH	HR _Y
16	3	3	3	1	10
19	3	2	0	1	6
26	3	3	2	1	9
36	3	2	1	1	7
39	3	2	2	1	8
41	3	3	3	1	10
150	3	1	1	1	6
151	3	2	1	1	7
170	3	3	0	1	7
199	3	3	3	1	10
264	3	3	0	2	8
268	3	3	3	2	11
274	3	1	1	2	7
275	3	1	0	2	6
287	2	3	2	3	10
290	2	2	0	3	7
295	2	2	2	3	9
336	1	3	1	1	6
341	1	2	0	3	6
349	1	3	3	3	10
368	3	1	0	3	7
382	0	3	0	3	6
386	0	2	0	3	5
388	0	2	0	3	5

6. táblázat: A humán erőforrás leírása törzsszámra rendezetten (részlet) 2011. (Saját szerkesztés)

Törzsszám	E	ME	BH	PH	HR _Y
268	3	3	3	2	11
16	3	3	3	1	10
41	3	3	3	1	10
199	3	3	3	1	10
287	2	3	2	3	10
349	1	3	3	3	10
26	3	3	2	1	9
295	2	2	2	3	9
39	3	2	2	1	8
264	3	3	0	2	8
36	3	2	1	1	7
151	3	2	1	1	7
170	3	3	0	1	7
274	3	1	1	2	7
290	2	2	0	3	7
368	3	1	0	3	7
19	3	2	0	1	6
150	3	1	1	1	6
275	3	1	0	2	6
336	1	3	1	1	6
341	1	2	0	3	6
382	0	3	0	3	6
386	0	2	0	3	5
388	0	2	0	3	5

7. táblázat: A humán erőforrás leírása „leírásra” rendezetten (részlet) 2011. (Saját szerkesztés)

Mindkét adatsorból látható, hogy a munkában eltöltött idő (törzsszám alapján) és a dolgozók minőségi teljesítménye között nem állítható fel egyértelmű kapcsolat. A törzsszámmal nem mozog együtt a dolgozó leírt, számszerűsített teljesítménye. Ha így lenne, akkor a legalacsonyabb törzsszámú dolgozóhoz tartozna a legjobb (legnagyobb) érték, és fordítva.

Ugyanígy, ha a dolgozók minél jobb minősítést kapnak, annál régebben kellene a szervezet alkalmazottjainak lenniük. Ezt sem tükrözi vissza a vizsgálat.

A humán erőforrás hatásait a kutatás folyamán a kimenetekre a kutatás további részében vizsgálom [16][1. Tézis].

Az éves adatokon túl számos havonta mért mutató állhat rendelkezésre, melyek segítségével a humán erőforrás leírható. Ezért az éves elszámolásokon alapuló mutatókon túl, a havi adatokon alapuló leírást is megteszem. A mutatók számításának a próbaidőt már teljesített dolgozók esetében van értelme. A rövid távú megítélés két tényezőn alapszik:

- az egyéni teljesítmények és a vállalati átlagteljesítményben rejlő hatás számszerűsítésén, valamint
- a dolgozók által ténylegesen okozott selejtes termelés számszerűsítésén.

4.1.7 A dolgozói és a vállalati teljesítmény kapcsolatának hatása

Az egyéni időkhöz hasonlóan elemezhető a dolgozó teljesítménye, a termelési szervezetben létrejövő átlagos teljesítményhez viszonyítva.

Legyen:

L_v : az adott 'v' dolgozó teljesítménye:

- ha $L_v < 91\%$, akkor a teljesítmény hatása 0
- ha $91\% \leq L_v < 100\%$, akkor a teljesítmény hatása 1
- ha $100\% \leq L_v < 110\%$, akkor a teljesítmény hatása 2
- ha $110\% \leq L_v$ akkor a teljesítmény hatása 3

Ezt a mutatót is abban az esetben van értelme vizsgálni, amennyiben rendelkezik a megfelelő tapasztalattal (ha a dolgozó tapasztalatát jellemző tényező értéke eléri az 1-et, akkor kerül vizsgálatra).

Törzsszám	Teljesítmény %	E 2011	L
426	83,50	0	0
361	70,89	0	0
232	84,86	3	0
67	78,03	3	0
297	58,35	2	0
264	94,49	3	1
341	103,04	1	2
398	133,04	0	3
...			
300	88,81	2	0
313	86,40	2	0
62	78,68	3	0
Átlag	94,87		

8. táblázat: Az egyéni teljesítmények vizsgálata 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)

Az egyéni teljesítmények vizsgálata esetében is, ha indikátorként értelmezem a mutató értékét, s a dolgozók tapasztalatát jellemző tényező értéke legalább 1, és ennek ellenére a teljesítmény hatása 0, akkor az a beavatkozás szükségességét jelzi a szervezetben.

Ellenintézkedésként elsődlegesen a rögzítés pontosságának felülvizsgálatára, majd a munkafolyamatok ellenőrzésére kerül sor. Amennyiben szükséges, oktatásra, időlegesen bevezetett másodlagos ellenőrzésre, a dolgozó alkalmasságának felülvizsgálatára, munkafolyamat kiosztásának megváltoztatására kerül sor.

Ennek megfelelően szükséges a következő időszakba aktívan beavatkozni, a munkakiosztást megtervezni [16][1. Tézis].

4.1.8 A dolgozók által okozott negatív hatások

Az összetevő leírása egyrészt adódhat a nem elégséges teljesítményekből, másrészt az egyének által okozott utómunkákból, s kibocsátott selejtekből.

Itt szükséges integrálni a dolgozói megítélésbe a minőségbiztosítás adatait. A mutató kialakításánál azonban a tapasztalati hatással való kapcsolatot is be kell építeni. A stabil foglalkoztatottsággal bíró humán erőforrásnál szükséges a mutató értékét kiszámítani, ami egy év. Ezen időtartam alatt a mutatót neutralizálni szükséges.

A negatív hatást a havi értékelés keretében lehet a tapasztalat években mért adatával összevetni (abban a hónapban kerül az adott dolgozónál először mérésre, amikor a tapasztalatát jellemző tényező értéke eléri az 1 értéket, ellenkező esetben az okozati érték 0). A szervezetben alkalmazott adatfelvétel során a dolgozó által jelentett, s a minőségbiztosítás által jóváhagyott selejtfelmerülés gyakorisága jellemzi a dolgozó hiányosságait. (A dolgozói okozások azonosítása a selejt kódolásával került megoldásra.)

Ha S_v a selejt okozati érték adott 'v' dolgozó esetében

és S_m az adott hónapban az adott dolgozónál felmerült selejt lejelentés gyakorisága,

akkor az előbbieket alapján:

$$S_v = \begin{cases} -1, & \text{ha } S_m = 1 \\ -2, & \text{ha } S_m = 2 \\ -3, & \text{ha } S_m \geq 3 \end{cases} \quad (15)$$

Törzssz.	Jogviszony kezdete	Belépés éve	E 2011	Gyakoriság S_m	S
36	1999.02.01	1999	3	12	-3
133	2000.01.04	2000	3	6	-3
150	2000.02.01	2000	3	1	-1
151	2000.02.01	2000	3	0	0
232	2004.04.29	2004	3	0	0
274	2007.08.23	2007	3	7	-3
295	2008.03.03	2008	2	1	-1
307	2008.03.11	2008	2	9	-3
361	2010.02.01	2010	0	3	0
373	2010.04.19	2010	0	4	0
391	2010.07.09	2010	0	0	0
421	2011.01.17	2011	0	0	0
426	2011.02.25	2011	0	2	0
459	2011.07.01	2011	0	1	0
...					

9. táblázat: A felmerült selejtgyakoriság vizsgálata, a dolgozói jogviszony kezdete alapján rangsorolva 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)

Törzssz.	Jogviszony kezdete	Belépés éve	E 2011	Gyakoriság S_m	S
84	1999.11.01	1999	3	19	-3
287	2008.02.01	2008	2	16	-3
290	2008.02.14	2008	2	15	-3
457	2011.06.22	2011	0	13	0
315	2008.04.07	2008	2	13	-3
41	1999.02.08	1999	3	13	-3
36	1999.02.01	1999	3	12	-3
458	2011.06.27	2011	0	11	0
68	1999.03.08	1999	3	11	-3
307	2008.03.11	2008	2	9	-3
249	2006.04.10	2006	3	8	-3
388	2010.07.08	2010	0	8	0
274	2007.08.23	2007	3	7	-3
...					

10. táblázat: A felmerült selejtgyakoriság és a tapasztalati tényező a selejt gyakoriság alapján rangsorolva 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)

A tapasztalatot és a selejtfelmerülést együtt elemezve: az általános vállalati feltételezés szerint a tapasztalatnak és a selejtfelmerülés gyakoriságának fordított arányban kellene mozognia, tehát a tapasztaltabb dolgozók munkájának során ritkábban merül fel selejt, a kutatás alapján nem állja meg a helyét.

A mérések a vállalati hiedelmek cáfolatán túl egy indikátort tártak fel: az adott dolgozónál, egy adott hónapban:

Ha $S_v < 0$, akkor az adott dolgozó esetében oktatásra, vagy egyéb továbbképzésre van szükség [1. Tézis].

Az eddigi vizsgálatok alapján a humán erőforrás értéke (HR_M) egy adott hónapban a következő képlettel írható le:

$$HR_M = L + S \quad (16)$$

Ahol:

L : a dolgozó teljesítményének értéke,

S : a selejtfelmerülést jellemző tényező értéke

Ennek megfelelően így alakul a dolgozók értékelése:

Törzsszám	L	S	HR_M	Törzsszám	L	S	HR_M
16	3	-1	2	24	3	0	3
19	2	0	2	26	3	0	3
20	0	0	0	16	3	-1	2
21	1	-3	-2	19	2	0	2
24	3	0	3	136	1	0	1
26	3	0	3	261	2	-1	1
36	2	-3	-1	270	2	-1	1
84	2	-3	-1	341	1	0	1
123	0	0	0	20	0	0	0
133	0	-3	-3	123	0	0	0
136	1	0	1	353	0	0	0
249	1	-3	-2	36	2	-3	-1
261	2	-1	1	84	2	-3	-1
264	1	-2	-1	264	1	-2	-1
270	2	-1	1	351	2	-3	-1
308	0	-3	-3	21	1	-3	-2
313	0	-2	-2	249	1	-3	-2
341	1	0	1	313	0	-2	-2
351	2	-3	-1	133	0	-3	-3
353	0	0	0	308	0	-3	-3

a)

b)

11. táblázat: A humán erőforrás törzsszámra (a) és havi értékelésre rendezve (b) 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)

A havi értékelés fontosságát támasztja alá a két adatsor: ez esetben sem áll meg az a termelő szervezetben meglévő feltételezés, miszerint a tapasztaltabb dolgozók jobb teljesítményt produkálnak (ebben az esetben a teljesítmény a havi HR mutató értékét jelenti) [16] [1. Tézis].

4.2 A TERMELŐ ESZKÖZÖK ANALÍZISE

A termelési folyamat végkimenetele szempontjából a gépeknek, a folyamatban szerepet játszó termelő eszközöknek a humán erőforrás mellett jelentős szerepe van. Ahogy korábban a teljesítmény szempontjából fontos személyi jellemzőket számszerűsítettem és objektív jellemzőkkel leírtam, úgy a gépi erőforrásokat és azokon lefutó folyamatokat is a végkimenet szempontjából írom le.

Az azonos típusú gépek között is eltéréseket állapítottam meg a kimenetek szempontjából. A termelési folyamat leírása során is – ahogy a humán erőforrás esetében is – úgy az azonos névleges teljesítményt nyújtó gépek között is eltérő kimeneti eredménnyel számolhatok.

Az univerzális gépek is eltérő eredményeket adnak. Ezek egy része igazolható a névleges teljesítménnyel, más részük azonban ezen adatokkal nem támaszthatóak alá. A gépi teljesítmények tervezéséhez a termelési folyamat szempontjából lényeges jellemzőkkel leírom a gépeket, melyek segítségével a gépen történő szerelési tevékenység tervezhető, s értékelhető lesz [22].

4.2.1 A gyártási műveletek komplexitása

A bonyolultság relatív fogalom és csak a rendszerben lévő elemek mennyisége, valamint a köztük lévő kapcsolatok száma ismeretében közelíthető meg. A bonyolultság azonban nemcsak az elemek és kapcsolatok mennyiségével, hanem azok minőségével is összefügg. A termelési rendszerekben a humán tényező árnyalja a bonyolultság értelmezését. Ha a rendszer elemeinek halmaza M , a köztük lévő kapcsolatok száma K , akkor az R rendszer szimbolikusan a következőképpen írható le:

$$R = (M, K) \quad (17)$$

Ha a rendszer n számú elemből áll ($M = E_1, E_2, \dots, E_n$) és köztük csak egyfajta (pl. időbeni, vagy információs) kapcsolatot tételezünk fel, akkor az R rendszeren belül lehetséges kapcsolatok száma:

$$K_{\max} = n(n - 1). \quad (18)$$

A bonyolultságot szokás az alábbi összefüggéssel (a relatív komplexitási fokkal) kifejezni:

$$\alpha = \frac{K_{\text{tény}}}{K_{\max}} \quad (19)$$

Ahol $K_{\text{tény}}$ a rendszeren belül fennálló tényleges kapcsolatok száma [104]. A vizsgált termelési rendszer bonyolult rendszer.

Az outputok eredménye nem kizárólag a rendszer bonyolultságától függ, hanem a művelet komplexitásától. E kijelentés igazolásához azonban magát a gyártási művelet komplexitását írom le.

A termék bonyolultsága nagymértékben befolyásolja a termelést végrehajtó rendszer bonyolultságát is. A termék bonyolultságát az összetettségi fokkal szokás kifejezni, amely

komplex mutatója a főfolyamat bonyolultságának is. A termék összetettségi foka Csudakov szerint [104]:

$$\ddot{O}_f = \frac{50 \cdot E_f + 25 \cdot G_t + A_{\delta}}{100} \quad (20)$$

Ahol:

E_f : az előregyártó folyamatok száma,

G_t : a gyártás technológiai szakaszainak száma,

A_{δ} : a termék összetevőinek mennyisége.

Az előzőekben leírt módszerhez képest az általam alkalmazott mérés szerint a termékek gyártási folyamatának bonyolultságát a munkalépések komplexitásából és a munkalépés gyártási hosszából állítom össze. Minden egyes termék jellemzően több munka műveletből áll, és eltérő gyártási idővel jellemezhető.

- ahol *MLKH*: a munkalépések komplexitási hatása
- *MLIH*: a munkalépések időtartamának komplexitási hatása

E két jellemző vizsgálata után vonhatóak le a termék gyártásának komplexitásáról következtetések.

E két tényezőhöz egy konstans értékkel leírható komplexitási faktort veszek még figyelembe, ez a Csudakov féle mutató A_{δ} összetevőjéhez hasonlítható, de az én értelmezésemben ez az érték az ún. beépülő alkatrészek meglétét, vagy nem létét értékeli. Amennyiben egy termék gyártási folyamatában vásárolt alkatrész kerül, akkor a termék gyártása magasabb komplexitást ér el. Ennek az értéke vagy 1, vagy nulla. Amennyiben nincs beépülő alkatrész, akkor az érték 0, ellenkező esetben 1.

Ha σ -val jelölöm a beépülő alkatrészek meglétét, vagy nem létét, akkor $\sigma=1$ vagy 0.

E három tényezőből vezetem le a gyártási folyamat komplexitását.

Ha C a termékek gyártásának komplexitása, akkor a fentiek alapján:

$$C = MLKH + MLIH + \sigma \quad (21)$$

A komplexitás értékének kiszámításához a munkafolyamatokat kell lépésekre bontani. S ezek számát felmérni. Ehhez sorra vettem a vizsgált szervezet kutatásában részt vevő termékeit, s a termelési folyamatnak megfelelő lépéseket leírtam.

Cikkszám	Megnevezés	Munkalépések száma
211611	Hilfspiegel A209 A207	2
211770	Spiegel mitte A209 A207	2
211610	Spiegel vorne A209 A207	2
211771	Spiegel Hinten A-209	3
217620	Rahmen Vorn Kombilänge A209 A207	2
211612	Rahmen Vorn Li A209 A207	4
211613	Rahmen Vorn Re A209 A207	4
217650	Rahmen Hinten Kombilänge A209 A207	1
211614	Rahmen Hinten Li A209 A207	4
211615	Rahmen Hinten Re A209 A207	4
217720	Rahmen Aussen Kombilänge A209 A207	1

12. táblázat: A munkalépések száma, termékenként, részlet (Saját szerkesztés)

A vizsgálat során megállapítottam, hogy a termékek döntően 2, 3 és 4 munkalépés után érik el a késztermék állapotot.

Munkalépések száma	A klaszterbe eső termékek száma
1	7
2	16
3	16
4	19
5	5
6	2
7	2

13. táblázat: A munkalépések száma, s eloszlása (Saját szerkesztés)

A munkalépések számából fakadó komplexitást a következőképpen határozom meg: Az 1-2 lépés után kész állapotot elérő termékek a legkevésbé bonyolultak, majd a három lépésben elkészülő termékek képezik a következő csoportot, melyek némileg már bonyolultabbak. Így az első két csoport az egyszerűbb, kevésbé bonyolult termékek csoportját alkotják. A 4 lépés után elkészülő termékek a komplex, az ettől több munkalépést igénylő termékek a legkomplexebb csoportba sorolandóak.

A munkalépések száma	Komplexitási faktor	
1-2	1	Egyszerű
3	2	
4	3	
5-	4	Komplex

14. táblázat: A munkalépések száma, s komplexitási értékük (Saját szerkesztés)

A lépések száma alapján történő komplexitási besorolás mindig a vizsgált szervezet által gyártott termékek lépéseinek számától függ. A több munkalépés után elkészülő termékek esetében a komplexitás megítélésének részét képező munkalépések számát a termelés jellegzetességének figyelembevételével szükséges meghatározni. A vizsgált szervezetben a kibocsátások több, mint 83 %-a a 2-3-4-5 munkalépések csoportjába tartozik.

A komplexitást azonban nem elég a munkalépések számával leírnom. Az egyes munkalépések időszükséglete is meghatározza, hogy mennyire komplex egy folyamat. Ehhez azt vizsgáltam, mennyire eltérő az adott munkalépésben az egyes termékek által eltöltött idő.

A munkalépések döntően gépekhez köthetőek. A termelő szervezet gépeit cél- és univerzális eszközök csoportjaira lehet bontani. A célgépek egy meghatározott termék egy kimondott munkalépésére lettek megépítve. Nincs szükség e gépek esetén a szerszámok cseréjére, kizárólag egy termelési cél elérése érdekében kerültek megépítésre.

A célgépek karbantartási igénye kisebb, kevesebb selejt keletkezik az általuk végzett munkalépésben, így a munkalépések komplexitásának mérése e gépek esetében nem értelmezhető.

A vizsgálat során az univerzális, több termék gyártásában is alkalmazható gépeket teszem komplexitási szempontból egyedileg leírhatóvá.

A vizsgálat során megállapítottam, hogy az azonos munkalépésben eltöltött idő lényegesen eltérő lehet a vizsgált termékek esetében.

Munkalépés/Gép	Min. TE (min.)	Max. TE (min.)
Chiron FZ12	150	309
Chiron FZ18 4500	48	470
Chiron FZ18 8000	121	370
Chiron Mill 6000	120	620
CNC hajlító 1,6 to Siemens	71	85
CNC hajlító 3 to	51	326
CNC hajlító 6 to Siemens	180	326
CNC Porsche hajlító	45	163
Matec-30HV	122	360
Porsche hajlító	160	291

15. táblázat: A munkafolyamatokhoz tartozó idők minimális és maximális értéke (Saját szerkesztés)

Az időtényező szerepét a komplexitás leírására az adott lépésben a kutatásba vont termékek adott folyamatban eltöltött idő-szükségletei minimumának és maximumának vizsgálata után adom meg.

Az egyes munkafolyamatokban eltöltött idő mérésére 100 db termék adott lépésben való átfutási idejét – percben - használtam: ez a T/E idő. A 15. sz. táblázatban megadott minimális és maximális értékek az adott gépen/munkafolyamatban gyártott összes termék idejének megmérését követően alakult ki.

Az intervallumot az adott munkalépésre felhasznált idő maximumának és minimumának különbségeként adom meg.

A munkalépésre igénybe vehető idő:

$$WF_i = TF_iMAX - TF_iMIN \quad (22)$$

- ahol WF a munkafolyamat ideje percben
- i az adott munkafolyamat,
- a TF_iMAX a legtöbb gyártásra fordított idő az adott 'i' munkafolyamatban,
- a TF_iMIN pedig a legkevesebb gyártásra fordított idő az adott 'i' munkafolyamatban.

A komplexitás rögzítéséhez és értékeléséhez a kiszámított intervallumot osztottam 4 részre, így kaptam meg az idő szerepét egy adott munkalépés bonyolultságának értékelésében. Az intervallum 4 részre bontását a mérnöki tapasztalat indokolta.

1	$TF_iMIN \leq WF < TF_iMIN + WF_i/4$
2	$TF_iMIN + WF_i/4 \leq WF < TF_iMIN + WF_i/2$
3	$TF_iMIN + WF_i/2 \leq WF < TF_iMIN + 3 \cdot WF_i/4$
4	$TF_iMIN + 3 \cdot WF_i/4 \leq WF \leq TF_iMAX$

16. táblázat: A komplexitási intervallumok kiszámítása (Saját szerkesztés)

Az így kapott halmazok alapján besoroltam az adott termelési lépést egy meghatározott termék gyártásához a kiszámított lépés komplexitásának megfelelően.

Munkalépések	Min. TE (min.)	Max. TE (min.)	1		2		3		4	
Chiron FZ12	150	309	150,00	189,75	189,76	229,50	229,51	269,25	269,26	309,00
Chiron FZ18 4500	48	470	48,00	153,50	153,51	259,00	259,01	364,50	364,51	470,00
Chiron FZ18 8000	121	370	121,00	183,25	183,26	245,50	245,51	307,75	307,76	370,00
Chiron Mill 6000	120	620	120,00	245,00	245,01	370,00	370,01	495,00	495,01	620,00
CNC hajlító 1,6 to Siemens	71	85	71,00	74,50	74,51	78,00	78,01	81,50	81,51	85,00
CNC hajlító 3 to	51	326	51,00	119,75	119,76	188,50	188,51	257,25	257,26	326,00
CNC hajlító 6 to Siemens	180	326	180,00	216,50	216,51	253,00	253,01	289,50	289,51	326,00
CNC Porsche hajlító	45	163	45,00	74,50	74,51	104,00	104,01	133,50	133,51	163,00
Matec-30HV	122	360	122,00	181,50	181,51	241,00	241,01	300,50	300,51	360,00
Porsche hajlító	160	291	160,00	192,75	192,76	225,50	225,51	258,25	258,26	291,00

17. táblázat: Az egyes gépekhez tartozó megmunkálási időkhöz tartozó komplexitási határok (Saját szerkesztés)

A munkalépésekhez így tartozik egy idő által meghatározott komplexitás is: CW_i .

Az időkből, a lépések számából, valamint a beépülő alkatrész meglétéből megkapom a teljes komplexitást, ami alapján a termékek komplexitása mérhetővé válik.

Cikkszám	Megnevezés	Műveletszám	Munkalépés	Időkomplexitás	Műveletszám komplexitás	Beépülés	Komplexitás
211771	Spiegel Hinten A-209	40	Chiron FZ18 8000	2	2	0	4
211612	Rahmen Vorn Li A209 A207	20	Matec-30HV	1	3	1	5
211613	Rahmen Vorn Re A209 A207	20	Matec-30HV	1	3	1	5
211614	Rahmen Hinten Li A209 A207	20	Matec-30HV	1	3	1	5
211615	Rahmen Hinten Re A209 A207	20	Matec-30HV	1	3	1	5
217720	Rahmen Aussen Kombilänge A209 A207	20	CNC hajlító 3 to	2	1	0	3
211616	Rahmen Aussen Li A209	20	Matec-30HV	2	2	1	5
211617	Rahmen Aussen Re A209	20	Matec-30HV	2	2	1	5
207473	Rahmen Rückwandfenster A209	20	CNC hajlító 3 to	4	4	0	8

18. táblázat: A komplexitás (Saját szerkesztés)

A mérések alapján a komplexitás átlagos értéke: 5. A vizsgált szervezetenél az átlagot elérő munkalépésekre szükséges fokozottan figyelni. Amennyiben eléri ezt az értéket a műszaki és termelési vezetés a napi karbantartás részévé teszi az adott gép és termék kiértékelt munkalépését.

A komplexitás mutatószámának használatával szabad kapacitások megléte esetén lehetséges a műveletekhez rendelt gépek kiváltása egy kevesebb kockázattal járóval. Az univerzális gépek között a kedvezőbb idő-komplexitási faktorral rendelkezőkhöz lehet a termelési lépéseket irányítani, így csökkentve a teljes komplexitást, csökkentve ezzel a termelési kockázatokat (a reklamációk, selejtek felmerülésének lehetőségét).

Cikkszám	Megnevezés	Műveletszám	Munkalépés	Munkalépések idejének komplexitása	Munkalépés komplexitása	Beépülés	Komplexitás	Szabad kapacitás esetén		
								Munkahely	Időkomplexitás	Komplexitás 2.
211771	Spiegel Hinten A-209	40	Chiron FZ18 8000	2	2	0	4	Chiron Mill 6000	1	3
211616	Rahmen Aussen Li A209	20	Matec-30HV	2	2	1	5	Chiron Mill 6000	1	4
211617	Rahmen Aussen Re A209	20	Matec-30HV	2	2	1	5	Chiron Mill 6000	1	4
207473	Rahmen Rückwandfenster A209	50	Matec-30HV	4	4	0	8	Chiron Mill 6000	2	6
230575	Dichtungsträger Hintertür SF X250 Re	40	Chiron FZ18 4500	2	1	0	3	Chiron Mill 6000	1	2
234591	Jaguar X351 Dachleiste li	30	Chiron FZ18 4500	2	3	0	5	Chiron FZ12	1	4
234592	Jaguar X351 Dachleiste re	30	Chiron FZ18 4500	2	3	0	5	Chiron FZ12	1	4
233219	Panamera Dachkantenleiste li	40	Chiron FZ18 8000	4	4	0	8	Chiron Mill 6000	2	6
233220	Panamera Dachkantenleiste re	40	Chiron FZ18 8000	4	4	0	8	Chiron Mill 6000	2	6
228833	Spiegel Hinten A-207	40	Matec-30HV	2	4	0	6	Chiron Mill 6000	1	5
228827	Rahmen Aussen Li A207	20	Matec-30HV	2	3	0	5	Chiron Mill 6000/FZ12	1	4
228828	Rahmen Aussen Re A207	20	Matec-30HV	2	3	0	5	Chiron Mill 6000/FZ12	1	4

19. táblázat: A komplexitás (Saját szerkesztés)

A 18. sz. táblázatban mutattam ki, hogy az egyes termékek esetében a megfelelő kapacitások megléte esetén milyen módon csökkenthető a termékek komplexitása, s ezen keresztül a termelési kockázatok nagysága [18] [2 Tézis].

4.2.2 A termelő gépek munkalépések szempontjából fontos jellemzőinek leírása

A kimenetek és a munkaműveletek tervezéséhez a gépi erőforrások jellemzőit számszerűsítettem, majd mértem. A gépek ily módon történő leírása közvetlenül a munkalépés leírásával szükséges, hiszen a munkalépések egy része az egyes gépekhez köthető, míg más részük inkább humán orientált, vagy egyéb gyártással kapcsolatos munkaszakasz.

Az egyes gépek, gépi munkaállomások és a kimenetek szempontjából nagyon fontos a gépek kora, az ezzel növekvő karbantartási igénye, a keletkező utómunka nagysága a gyártási folyamat során, a felmerülő gép-, és szerszámhiba nagysága, a gépbeállítási idő felhasználása, a produktív és az állásidő nagysága.

A gépek esetében is maradok a komplexitás fogalmánál, hiszen a mutatót ki lehet egészíteni a gépek bonyolultságát mérő mutatóval.

4.3 A KARBANTARTÁSI FOLYAMATOK SZEREPE, LEÍRÁSA

A humán és gépi adatok mellett a karbantartást mindkét előző, gyártási folyamatot meghatározó bemeneti tényezőhöz kapcsolódóan kezelem. A gyártás folyamán a gépek kora is befolyásolja a minőséget: más minőséget képvisel egy installálás utáni, sikeres próbasorozatok legyártása s minden részletre, alkatrészre kiterjedő teszt befejezése utáni gyártósor, vagy egy nullára leírt, többszörös fődarab felújításon átesett termelő eszköz.

Az új gépek működtetése során 4 év után várhatóak a tapasztalati értékek alapján – az előírt karbantartást feltételezve – az első felújítási szakasz. Ez szintén a várható és tervezhető karbantartás körébe sorolható: kellően felkészülve várható a munkaszakasz, s ütemezett felkészüléssel lehet annak költségeit, s ráfordításait minimalizálni.

A gépek használhatóságában a számveteli 7 éves ciklust nem szabad figyelmen kívül hagyni, mert ennek elteltével a gépek maradványértékre kerülnek leírásra, s a továbbiakban számvetelileg már nem jelentenek költséget. A felújítások után ez megváltozik, mert azzal az adott gép élettartama meghosszabbodik, és a meghosszabbított időtartamra eső költség is a műszaki gazdasági számítások része kell, hogy legyen.

Az előbbi megállapítás az adóügyi elszámolásokra érvényes, mert a tapasztalt szakember nézeteit alkalmazva, a tervezésnél, értékelésnél, a költségeknél az el nem számolt, de ténylegesen a ráfordítások részét ugyan nem képező, adott időszakra eső újrapótlási értéket is figyelembe kell a tervezésnél, kalkulációknál venni.

Be kell építeni az értékelésbe a tervezett fődarab cseréket, felújításokat is, melyre átlagban 8-10 lefutott év után kerül sor. Ebben az esetben az értékelés alapja a gép kora, s ezzel együtt a fő darabok anyagának elöregedése.

Továbbiakban a gépek 10-11. életéve után esetlegesen bekövetkező villamos berendezések leromlását szüksége az egyes gépek minősítésénél szem előtt tartani.

Az évek előrehaladtával vélelmezhető a kibocsátási teljesítmény romlása. Az időszakos nagyjavításokkal a romló kibocsátási szint javítható, s késleltethető a további leromlás.

A számszerűsített felújítás az univerzális gépek esetében 8 év, a célgépek esetében 4 év.

A gépeknél a 4-8-10 éves korhatárhoz köthetőek a karbantartási szükségletek, s ennek megfelelően a kimaradó felújítás kockázati tényezőként játszik szerepet az egyes gépek megítélésében.

Ha a gépek évei számának kockázati hatását Y -nal jelölöm, a -val pedig az egyes gépeket, a következő értéket kapják az egyes gépek:

$$Y_a = \begin{cases} 1, & \text{ha } 0 \leq Y \leq 4 \\ 2, & \text{ha } 4 < Y \leq 8 \\ 3, & \text{ha } 8 < Y \leq 10 \\ 4, & \text{ha } 10 < Y \end{cases} \quad (23)$$

Ennek megfelelően így alakul a gépek korán alapuló kockázati érték:

A gépek kora (év)	A kockázat értékének növekedése
0-4	1
5-8	2
9-10	3
11-	4

20. táblázat: A gépek korához tartozó kockázati határok (Saját szerkesztés)

A vizsgált gyártás napi gyakorlata alátámasztja, hogy a tervezésnél figyelembe nem vett munkalépéseknek jelentős szerepe van a hibák bekövetkezésében.

A tervezésnek a karbantartás terén – többek között - az a szerepe, hogy a bekövetkező hibák megelőzhetőek, vagy az elhárításuk hatékonyabb legyen.

Munkahelyenként, s termékenként (folyamatonként) mértem a karbantartás adatait, így rögzítésre kerül:

- a) A zavar időtartama: a karbantartási munkafolyamat kezdete és befejezése között eltelt idő
- b) A géphiba oka
 - géphiba: a termelő gép funkcionalitása sérül
 - szerszámhiba: a termelő gépen a szerszámzat meghibásodása
 - gépállítás: a termék gyártására alkalmassá tenni a szerszámzatot és a gépet
 - dolgozói meddő idők a gép és szerszámhibák miatt: a két hibatípus miatti termelésből kieső idők
 - hibakeresés: a hiba feltárására fordított idő
 - segédanyag hiány (pl.: gépolaj): a megfelelő működést biztosító nem alapanyag hiány
 - elektromos hiba: villamos jellegű gépi meghibásodás
 - védőajtó hiba: a biztonságos üzemeltetést és technológiai biztonságot jelentő zárszerkezet funkcióhiánya
 - egyéb hiba: térelválasztó, zsírzó
- c) Cserélt alkatrész megnevezése
- d) Javított alkatrész megnevezése
- e) Javítást végző személy

Dátum	Munkahely	A zavar kezdete [óra]	A zavar kezdete [perc]	A zavar vége [óra]	A zavar vége [perc]	A zavar ideje [perc]	Géphiba [perc]	Szerszámbiba [perc]	Gépellátás [perc]	Dolgozó gépellátás [perc]	Dolgozó szerzeméllátás [perc]	Géphiba oka	Szerszámbiba oka	csereált alkatrész	Javított alkatrész	Javítást végezte
2011.10.26	Chiron FZ18 8000	17	50	18	20	30	30			30		szűrők			tisztítása	K
2011.10.28	Chiron FZ12	15	30	16	00	30	30			30		főorsó			beállítás	K
2011.10.28	CNC - Hajlító 3to	00	00	00	30	30	30			30		űtmérő			javítás	K
2011.10.28	Chiron FZ18 4500	05	50	06	10	20		20		20		őlia leszakadt	fólia csere			D
2011.10.28	Chiron FZ18 4500	05	50	06	10	20		20		20		őlia leszakadt	fólia csere			D
2011.11.02	Chiron Mill 6000 / 2	14	00	15	00	60		60		60		leszorító			javítás	D+K
2011.11.03	Chiron FZ18 4500	11	30	12	00	30	30			30		géphiba			javítás	K
2011.11.03	Chiron FZ18 4500	11	30	12	00	30	30			30		géphiba			javítás	K
2011.11.03	Chiron FZ18 8000	07	45	08	00	15	15			15		levegőpisztoly			javítás	K
2011.11.03	Matech-30HV	06	00	09	40	220	220			220		géphiba			javítás	T
2011.11.03	Matech-30HV	13	50	16	00	130	130			130		géphiba			javítás	D+K
2011.11.03	Chiron Mill 6000 / 2	14	00	17	20	200		200		200		leszorító hiba			javítás	K+D

21. táblázat: A karbantartási adatok mérése (Saját szerkesztés)

A kimenetek, s a folyamatok értékelése szempontjából a hangsúlyt:

- a zavarelhárítás ideje
- gyakorisága
- valamint a javítást végzők személye jelenti.

Ennek megfelelően a karbantartások ütemezésének tervezésnél az esetleges meghibásodások jellemzőire is lehet készülni [22] [41].

A zavarelhárítás ideje, vagy a zavaridő azt az időtartamot jelenti, ami a zavar beállta és a gép termelőképes állapota között eltelt, s amit a szakirodalomban MTTR (Mean Time To Repair) értéként kerül meghatározásra [122].

A zavarelhárítás ideje és gyakorisága a fenti mérések alapján indikátorként alkalmazható. A mérések alátámasztják, hogy az univerzális gépek esetében nagyobb a karbantartási igény, mind időben, mind gyakoriságban.

Ha egy gép zavar-elhárítási gyakorisága egy adott időszakban átlag feletti, akkor a következő időszakban megelőző karbantartást szükséges végezni. A vizsgált szervezet esetében a következő gépek példáján:

	Min. karbantartási idő (perc)	Max. karbantartási idő (perc)	A zavarelhárítás ideje (perc)	A zavarelhárítás gyakorisága
63 t Bruderer	30	30	90	3
80 t Bruderer	15	60	140	4
Célgép A-207 , sorjázás-csomagolás	30	80	160	3
Célgép Maró-Fűrész Rahmen RWF	40	115	155	2
Célgép Stancoló A-207 Rahmen RWF	65	65	65	1
Célgépes megmunkálás,sorjázás,csomagolás	120	180	300	2
Chiron FZ12	30	30	30	1
Chiron FZ18 4500, sorjázó, célgép prégező jelölő Volvo	10	45	1040	37
Chiron FZ18 8000	15	40	190	8
Chiron Mill 6000 / 1	10	200	505	5
CNC - Hajlító 3to	20	180	400	5
CNC - Hajlító 6to	30	30	30	1
CNC Hajlító 1,6t Siemens	15	20	35	2
Fűrész TT-Steg	30	30	30	1
Matech-30HV	20	220	1120	12
Porsche hajlító, sorjázás, ellenőrzés	20	190	800	14
			5090	perc összesen
			0,53	fő

22. táblázat: A gépek karbantartásával kapcsolatos mutatószámok 2011. november (Saját szerkesztés)

	Min. karbantartási idő (perc)	Max. karbantartási idő (perc)	A zavarelhárítás ideje (perc)	A zavarelhárítás gyakorisága
Chiron FZ18 4500, sorjázó, célgép prégező jelölő Volvo	10	45	1040	37
Matech-30HV	20	220	1120	12
Porsche hajlító, sorjázás, ellenőrzés	20	190	800	14

23. táblázat: A kiemelten kezelendő gépek listája 2011. november (Saját szerkesztés)

4.3.1 A gépeken mérhető hibás kimenetek

A kimenetek szempontjából a keletkező utómunkának jelentős szerepe van. Ezzel szemben az adott gépen a felmerült utómunka javítást is jelenthet, amivel a hibás munkalépést korrigálni lehetséges. Ekkor az utómunka kódolásával kerül annak jellege meghatározásra.

A gépen, az egyes munkaállomásokon keletkező hibás kimenet a selejt. Az utómunkával és a selejtszámmal írható le a gépi hibás kimenet.

A gépen keletkező selejt a gépek értékelésének negatív irányát, míg a gépen korrigált hibák miatt fellépő utómunkát annak pozitív irányát jelentik, noha ez utóbbi is a hibamentes termelés lehetőségének idejét csökkenti.

A gépek hibás kimeneteit utómunka percben, vagy órában, a selejtet pedig darabszámmal lehet leírni.

A gépek esetében a javító utómunkák természetesen a pozitív, míg a keletkezett selejt a negatív értékelés részét alkotják. Az univerzális gépek esetében az utómunka folyamat, amennyiben van szabad kapacitás, akkor jobb teljesítményű gépen kerül kivitelezésre.

A két tényezőt külön szükséges értékelni egyazon gép esetében, s ezek után lehet a gépek működését és karbantartását megtervezni.

A selejt keletkezés felveti a karbantartási igény vizsgálatát is. Mivel azonban a gépen keletkező selejt nem kizárólagosan a gép jellemzőiből ered, hanem a humán hatásoknak is van szerepük, ezért egyedi vizsgálatot igényel a karbantartási szükséglet. De többnyire a humán oldali hibaokozás vagy gép, vagy szerszám-beállítási problémában testesül meg.

A vizsgálatokat gépcsoportok egészére is érdemes elvégezni, amiből az esetleges helyettesíthetőségre is lehet következtetni, biztosítva a biztonságos termelésstervezés feltételeit.

Dátum	Tűrszám	Cikkszám	Megnevezés	AVO	A munkaidő kezdete			A munkaidő vége (óra)		Teljes munkaidő [perc]	Megjegyzés	Utómunka [perc]
					(óra)	[óra]	[perc]	[óra]	[perc]			
2011.11.02	225	234976	A207 Spriegel hinten	60	13	50	21	50	480	sorjázás, forgács kifumatás, átsomagolás	460	
2011.11.07	425	237388	F12 Dachrahmen vorne rechts	80	13	50	19	30	340	csomagolás	320	
2011.11.02	351	237399	F12 Ecksprigel oben	60	16	30	22	00	330	gyökölés	310	
2011.11.08	460	235235	Jaguar X351 Dachleiste re	40	13	50	18	50	300	sorjázás	280	
2011.11.21	388	234973	A207 Rahmen hinten rechts	30	01	00	06	00	300	válogatás	280	
2011.11.02	67	234976	A207 Spriegel hinten	60	09	40	13	50	250	kifumatás	250	
2011.11.02	426	234976	A207 Spriegel hinten	60	09	40	13	50	250	kifumatás	250	
2011.11.16	136	236469	VW B6 Relings re mech. Bearbeitung	15	09	45	13	50	245	kézi sorjázás	245	
2011.11.05	351	237400	F12 ZB Ecksprigel	20	14	00	18	00	240	utóhegesztés	220	
2011.11.10	75	235202	BMW R57 Zierleiste Stoffhalteb. li	20	14	00	18	30	270	100%ellenőrzés válogatás, utazás	220	
2011.11.11	381	234982	A207 Rahmen Rückwandfenster	80	18	30	21	50	200	rággett forgács eltávolítása késsel, csomagolás	200	
2011.11.11	457	234982	A207 Rahmen Rückwandfenster	80	18	30	21	50	200	rággett forgács eltávolítása késsel, csomagolás	200	

24. táblázat: Az utómunka adatok értékelése 2011. november (Saját szerkesztés)

A keletkező utómunkák egyedileg kerülnek vizsgálatra: a felmerülés ténye alapján következtetéseket lehet levonni a beavatkozási határookra vonatkozóan. Ekkor a megelőző munkafolyamatot szükséges felülvizsgálni!

Amennyiben az

AVO : a munkafolyamatok numerikus számozását jelenti 10-es léptéknövekedéssel,

AVO_x : az adott munkafolyamatban végzett utómunka órák száma,

akkor a vizsgálandó munkafolyamat: *AVO* – 10.

Az munkafolyamat numerikus számozását nem tartalmazó rögzítés esetében a szöveges megjegyzés jelenti az elemzési lehetőséget [17] [IV. Tézis].

4.3.2 A géphiba és a szerszámhiba

Az egyes gépeken felmerülő hibák miatti leállások, termelés megszakítások meghatározzák a kimenetei teljesítményeket. A géphibához szorosan kapcsolódó szerszámhiba hasonló jelentőségű. Ennek kimutatása is a karbantartási adatok részletes rögzítését teszi szükségessé. A szerszámhiba vizsgálatának akkor van jelentősége, ha az fontossággal bír a technológiában: ha az adott gépen a gyártás folyamán az alkalmazott technológia a szerszámok nélkül nem értelmezhető (maró gép, maró szerszám nélkül... vagy hajlítógép, hajlítógép szerszám nélkül...).

A vizsgálat során a hibák okainak feltárására nem került sor, az adatrögzítés során a hiba ténye került megjegyzésre, s ennek alapján az elhárítás miatti gépállás ideje.

Munkahely	Géphiba	Szerszámhiba
63 t Bruderer	4,0	0,0
80 t Bruderer	1,2	0,0
80 t Bruderer , Polírozás	1,5	2,2
Célgép A-207 , sorjázás-csomagolás	5,3	0,0
Célgép Maró-Fűrész Rahmen RWF	5,2	0,0
Célgép Stancoló A-207 Rahmen RWF	2,2	0,0
Célgépes megmunkálás,sorjázás,csomagolás	10,0	0,0
Chiron FZ12	1,0	0,0
Chiron FZ18 4500, sorjázó, célgép prézelő jelölő	31,7	4,7
Chiron FZ18 8000	6,3	0,3
Chiron Mill 6000 / 1	0,0	1,3
Chiron Mill 6000 / 2	1,0	15,2
CNC - Hajlító 3to	13,3	0,0
CNC - Hajlító 6to	0,0	1,0
CNC Hajlító 1,6t Siemens	0,0	1,2

25. táblázat: A gép és szerszámhibák elemzése, órákban 2011. november (Saját szerkesztés)

A géphibák felmerülésének ténye a gyártási folyamatba épített karbantartási tervet meghatározza. Azokban az esetekben ahol géphiba következett be a tervezett karbantartás

gyakoriságát emelni szükséges. A szerszámhibák esetén a szerszámhiba és a termék sorozatnagysága függvényében reagál a szervezet.

Nagysorozatú termék és szerszámhiba bekövetkezés esetén a szerszámok karbantartása elengedhetetlen.

4.3.3 A gépidők vizsgálata

A szervezetben folyó termelési folyamatok időit a humán erőforrásnál leírtak szerint a gépekhez kapcsolódóan is mértem. Ennek alapján az indikátorhatást gépenként észlelhetővé teszem. A humán erőforráshoz hasonlóan a produktív idők és az állásidők nagysága bír elsődleges jelentőséggel. Az ezen kívül mért idők is szerepet játszanak, de ezek konstans mivolta, vagy előzőekből inverz módon kiszámítható jellege miatt a kutatás szempontjából nem relevánsak.

Az gépi idők besorolása a humán erőforrással megegyező, hiszen ugyanazt az időt kell nem dolgozóhoz, hanem egy adott géphez sorolni.

- a) A gép adott időszakban, munkában eltöltött ideje, összes idő (a humán erőforrás esetében a műszak idővel azonosítható fogalom): a gépidő kezdete és vége között eltelt idő percben számolva.
- b) Előzőből vezethető le a rendelkezésre álló gépidő (a humán erőforrás esetében a munkaidővel azonosítható fogalom): az összes idő csökkentve az étkezésre fordított idővel.

A rendelkezésre állási idő a normába beszámítható időráfordításra (produktív időre) és a normába nem számítható időráfordításra (állásidőre) osztható fel. E két kategória értelmezése megegyezik a dolgozók azonos időráfordításának értelmezésével.

A mérések eredményét a 26. számú táblázatban foglaltam össze.

Az elemzések a teljesítmény értékelése során indikátorként alkalmazható határértékeket tártak fel: a teljesítmény időknél a beavatkozási faktor 90%. Ha ez alá csökken a havi teljesítmény, akkor a gép teljesítménye, kezelése, a gyártott termékek gépen végzett munkalépése felülvizsgálatra kerülnek.

Munkahely	Teljesítmény %	Összes idő		Normaidő		Átszerelés		Takarítás		Géphiha		Szerszámbi	
		Óra	%	Óra	%	Óra	%	Óra	%	Óra	%	Óra	%
150 t Exner	102,24	42,50	100,00	42,00	98,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,18	0,00	0,00
63 t Bruderer	105,23	96,17	100,00	94,92	98,70	1,25	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
80 t Bruderer	101,67	82,00	100,00	77,00	93,90	5,00	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chiron FZ12	73,10	124,00	100,00	116,67	94,09	5,33	4,30	0,00	0,00	2,00	1,61	0,00	0,00
Chiron FZ18 8000	97,21	481,83	100,00	460,25	95,52	18,17	3,77	2,00	0,42	1,08	0,22	0,33	0,07
Chiron Mill 6000 / 1	74,83	168,67	100,00	149,17	88,44	17,25	10,23	1,00	0,59	1,25	0,74	0,00	0,00
Chiron Mill 6000 / 2	83,49	454,33	100,00	414,42	91,21	28,33	6,24	5,75	1,27	5,83	1,28	0,00	0,00
CNC - Hajlító 3to	99,37	140,67	100,00	111,67	79,38	18,50	13,15	0,00	0,00	10,50	7,46	0,00	0,00
CNC - Hajlító 6to	104,04	217,67	100,00	202,67	93,11	8,75	4,02	0,00	0,00	6,25	2,87	0,00	0,00
CNC Hajlító 1,6t Siemens	99,30	363,92	100,00	331,83	91,18	6,67	1,83	0,00	0,00	25,42	6,98	0,00	0,00
CNC Porsche hajlító	101,89	168,00	100,00	159,67	95,04	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	4,96	0,00	0,00

26. táblázat: A gépi erőforrás összmunkaidejének havi összesítő kimutatása 2011. november (Saját szerkesztés)

A normaidő szintén beavatkozási indikátor. A normák követése és összegzése havonta történik, de az adatrögzítés esetén az éves terv alatti százalékok esetén vizsgálat, majd reakció szükséges.

A gépi és karbantartási indikátorok esetében a gyártási folyamatba lehetséges a beavatkozás, mellyel alakítható a végeredmény. A gép karbantartási indikátorok megelőző jellegű eszközök a gyártási folyamat vezetésének [17][IV. Tézis].

4.4 MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI MUTATÓSZÁMOK

A minőség értelmezésében a gyártói és a piaci értelmezésnek is meg kell felelnie a vállalat termelési szervezetének. Az előbbi szemlélet szerint a minőséget az előírt és a tényleges értékek összehasonlításával lehet megítélni. Míg piaci szemlélet esetében az a mérés alapja, hogy az elkészült termék, szolgáltatás mennyire felel meg a piaci igényeknek [51]. A két meghatározást szükséges a folyamatos versenyképesség megtartása mellett egyszerre érvényesíteni. A kimenetek szintén több területet érintő része a minőségbiztosítással kapcsolatos mérőszámok, mutatók. A minőségbiztosítással kapcsolatos mérések, értékelések nem köthetők egyértelműen a humán vagy a gépi erőforráshoz, hanem a karbantartáshoz hasonlóan a vállalati szervezet egészét átfogó szemléletként értelmezem.

A minőségbiztosítási mérésekhez adatok belső vállalati adatforrásból, és vevői adatok kiértékeléséből nyerhetők.

A minőségbiztosítással kapcsolatos mérések a termékekhez kapcsolódnak, s ebből lehet a vállalati szervezet egészére vonatkozó következtetéseket levonni.

- ppm: a vevőknél az egymillió beszállított darabra számított vevő által nem megfelelőnek minősített darabok
- termelési kieső darabok: a gyártási folyamat során egy adott termék esetében a késztermék állapot eléréséig egy adott időszakban hány darab kerül leselejtezésre
- zárolt darabok: egy adott gyártmány bármelyik termelési lépésében a gyártási folyamatban a minőségbiztosítási ellenőrzés során a gyártási láncban tovább nem engedett termékek darabszáma
- a vevő által visszaküldött darabszámok: a vevő által át nem vett és a gyártóhoz visszaszállított termékek darabszáma

Az egy millió termelt darabra jutó kiesés az egyik legfontosabb mutatószáma a gyártó szervezetnek. Ennek külső és belső mérése is történik. A belső selejtek a gyártó szervezeten belül felmerült kiesések alapján, a külső a vevőknél történt kiesések, és a vevő visszajelzése alapján kerül meghatározásra. A vevők a beszállítókat a ppm számok alapján ABC analízissel is szűrik, s a C kategória, ajánlatot sem kérnek a beszállítótól. A beszállítóknak egyedül az „A” kategória státusza biztosítja a korlátok nélküli ajánlatkérést.

Dátum	Cikkszám	Megnevezés	Selejt db.	Hiba kód	Hiba megnevezése	Kiesés (€)
2012.11.05	230886	BMW E88 Dachrahmen vorne re	15	13	Felületi hiba: ütés	30,48
2012.11.05	235234	Jaguar X351 Dachleiste li	6	17	Hajlítási hiba: hajlítási alak	43,80
2012.11.05	235235	Jaguar X351 Dachleiste re	6	17	Hajlítási hiba: hajlítási alak	43,80
2012.11.05	235233	Jaguar X250 Träger re	10	39	Deformáció	27,91
2012.11.05	235232	Jaguar X250 Träger li	16	39	Deformáció	44,65
2012.11.05	233220	Porsche Panamera Dachk. Rechts	2	32	Próbadarab	29,68
2012.11.05	233219	Porsche Panamera Dachk. links	2	32	Próbadarab	29,68
2012.11.05	232749	Volvo Wasserfangleiste links	1	25	Stancolás okozta deformáció	2,95
2012.11.05	232749	Volvo Wasserfangleiste links	1	13	Felületi hiba: ütés	2,95
2012.11.05	232749	Volvo Wasserfangleiste links	12	14	Felületi hiba: átnyomódás	35,40
2012.11.05	233011	BMW R57 Haltebügel	2	32	Próbadarab	53,04

27. táblázat: A belső kiesések havi összesítő kimutatása (részlet) 2012. november (Saját szerkesztés)

A beszállítói státus megtartásához, a megfelelő ppm számok tartásához az általam javasoltak szerint a belső gyártási selejteket a vevői kritériumok alapján szükséges értékelni. A vevői

előírások vállalati szervezeten belüli alkalmazásával elérhetővé válik, hogy a gyártás folyamán jelzést kapjon a vállalati szervezet az esetlegesen nem megfelelő minőségről.

A megfelelő minőség tartásához a következő mutatószámok és értékek indikátorként való alkalmazását javaslom [17][IV. Tézis].

Cikkszám	Megnevezés	Ár [€]	Összes selejt [db]	Nyersanyaghiba [db]	Próbadarab [db]	Gyártási selejt		
						[%]	[db]	[€]
234982	A207 Rahmen Rückwandfenster	7,81	61		12	14,58%	49	383
232985	BMW R57 Halteschiene mitte re	1,39	104		53	7,97%	51	71
237400	F12 Ecksprigel	40,52	52		8	6,98%	44	1 783
235234	Jaguar X351 Dachleiste li	7,30	18			6,77%	18	131
231873	Jaguar X250 Träger re	2,37	173		33	3,99%	140	332
234978	A207 Hilfsspiegel	3,57	219		107	3,54%	112	400
232750	Volvo Wasserfangleiste rechts	2,95	104		4	3,47%	100	295
234970	A207 Rahmen vorne links	3,55	58		1	3,39%	57	202
232749	Volvo Wasserfangleiste links	2,95	359	2	4	3,34%	353	1 041
234972	A207 Rahmen hinten links	3,55	24			2,86%	24	85
Határérték [%]: 3,00%					Összesen:	1,05%	948	4 724

28. táblázat: A gyártási selejtek alakulása %-os értékelés alapján, 2012. november (Saját szerkesztés)

A gyártási selejtek esetén a beavatkozási kritérium 3%, ha e felett van a belső termelési selejtek aránya, akkor az érintett termékek esetében a gyártás és a karbantartás azonnal felül vizsgálatra kerül [17][IV. Tézis]. Az adott hónapban az átlagos gyártási selejt 1,05%, de a kimutatott termékek estében beavatkozásra van szükség, mert esetükben a 3%-os határérték vagy meghaladott, vagy ahhoz közelítő értéken van (28. sz. táblázat).

Cikkszám	Megnevezés	Ár [€]	Összes selejt [db]	Nyersanyaghiba [db]	Próbadarab [db]	Gyártási selejt		
						[%]	[db]	[€]
232749	Volvo Wasserfangleiste links	2,95	359	2	4	0,03	353	1 041,35
235233	Jaguar X250 Träger re	2,79	248		4	0,00	244	680,93
235232	Jaguar X250 Träger li	2,79	169			0,00	169	471,63
231873	Jaguar X250 Träger re	2,37	173		33	0,04	140	331,90
231872	Jaguar X250 Träger li	2,37	147		15	0,03	132	312,93
234978	A207 Hilfsspiegel	3,57	219		107	0,04	112	399,65
232750	Volvo Wasserfangleiste rechts	2,95	104		4	0,03	100	295,00
236469	VW B6 Relingsi re mech. Bearbeitung	0,56	208	3	122	0,01	83	46,40
236468	VW B6 Relingsi li mech. Bearbeitung	0,56	203	2	132	0,01	69	38,57
234970	A207 Rahmen vorne links	3,55	58		1	0,03	57	202,38
Határérték [db]: 200					Összesen:	1,62%	1 459	3 821

29. táblázat: A gyártási selejtek alakulása darabszamos értékelés alapján, 2012. november (Saját szerkesztés)

A kiesési darabszámok esetén is megállapításra került egy 200 darabos határérték.

Cikkszám	Megnevezés	Ár [€]	Összes selejt [db]	Nyersanyaghiba [db]	Próbadarab [db]	Gyártási selejt		
						[%]	[db]	[€]
237400	F12 Eckspriegel	40,52	52		8	0,07	44	1 783
232749	Volvo Wasserfangleiste links	2,95	359	2	4	0,03	353	1 041
235233	Jaguar X250 Träger re	2,79	248		4	0,00	244	681
235232	Jaguar X250 Träger li	2,79	169			0,00	169	472
234978	A207 Hilfsspiegel	3,57	219		107	0,04	112	400
234982	A207 Rahmen Rückwandfenster	7,81	61		12	0,15	49	383
231873	Jaguar X250 Träger re	2,37	173		33	0,04	140	332
231872	Jaguar X250 Träger li	2,37	147		15	0,03	132	313
232750	Volvo Wasserfangleiste rechts	2,95	104		4	0,03	100	295
234970	A207 Rahmen vorne links	3,55	58		1	0,03	57	202
Határérték [€]: 1000,00					Összesen:	1,55%	1 400	5 902

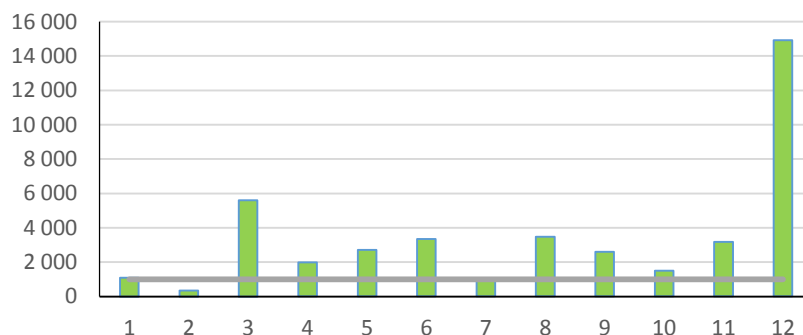
30. táblázat: A gyártási selejtek alakulása érték alapján, 2012. november (Saját szerkesztés)

A gyártási selejtek értéke is meghatározásra kerül, a vizsgált szervezet esetében 1000 EUR.

Az indikátorok együttes vizsgálata után a gyártási folyamat felülvizgálatra kerül.

	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Október	November	December	Kum.
Kiszállított mennyiség (db)	4 591	5 719	6 251	3 517	5 910	6 273	4 076	3 172	4 253	6 006	3 788	2 549	56 105
Kiesés (db)	5	2	35	7	16	21	4	11	11	9	12	38	171
PPM	1 089	350	5 599	1 990	2 707	3 348	981	3 468	2 586	1 499	3 168	14 908	3 048
Elfogadott reklamációk száma (db)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2

31. táblázat: Egy vevőknél történt kiesések, a kiszámított ppm számok, s az elfogadott reklamációk havi összesítő kimutatása 2012. (Saját szerkesztés)



20. ábra: Egy vevőknél történt kiesések, a kiszámított ppm számok, s a beavatkozási határ 2012. (Saját szerkesztés)

A vevői méréseknél jól látható a beavatkozási határ: 1000 ppm. A gyártó szervezet vezetésének a határ elérésekor be kell avatkoznia [129][IV. Tézis].

5 A MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATOK ALKALMAZÁSA

A vállalati adatáramlásban az általam vizsgált humán és a gépi termelési tényezőket leíró információkat a 20. sz. ábrán ábrázoltam. A kutatás célkitűzéseinek megfelelően a vállalati feltevések meglétét vizsgálni szükséges. Kutatásomban egyes humán és gépi bemenet hatását vizsgálom a selejtek számának alakulásában.

A termelési logisztikai szervezet mesterséges neurális hálózattal való elemzéséhez a következő lépések megtétele szükséges:

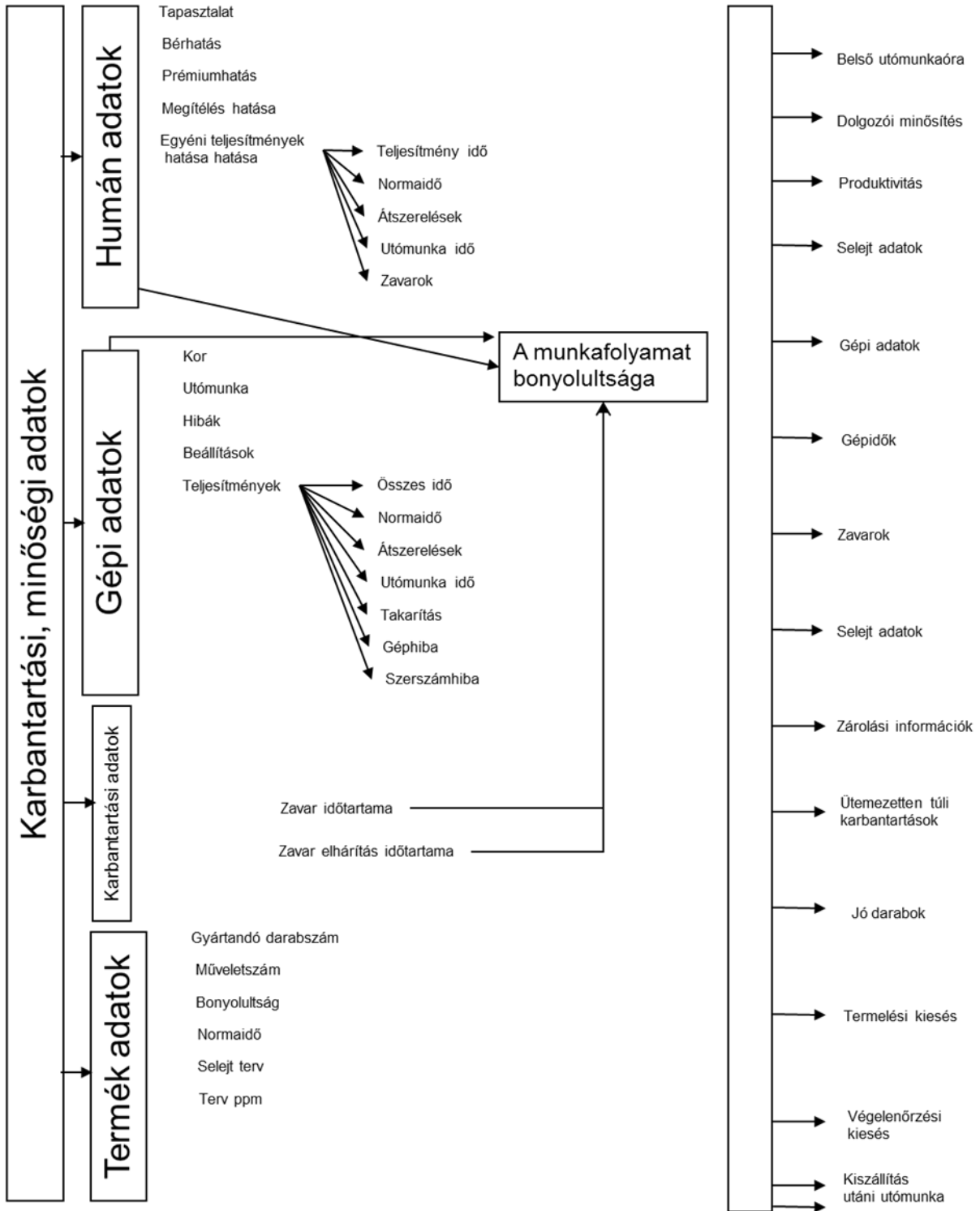
1. a modellben használt adatok leírása, azok előkészítése, az adatbázis felépítése
2. a neurális hálózat paraméterezése
3. a neurális hálózat tanítása
4. a betanított hálózat tesztje
5. végül a betanított, tesztelt hálózattal az adatok előrejelzése [75].

a) A modellben használt adatok leírása, az adatbázis felépítése

A termeléssel kapcsolatos mérések jelentős része hasonlóan az eddigi mérésekhez, a napi teljesítménykiértékelő lapok alapján kerülnek kiértékelésre. A napi teljesítménykiértékelő lapon (1. sz. Melléklet) minden egyes dolgozó teljesítménye (tevékenysége) kerül rögzítésre:

- a dolgozó egy munkanapján felmerült minden tevékenysége,
- s az általa elkészített valamennyi termék minden adata.

A teljesítménykiértékelő lapok alapján kerül összeállításra a folyamat alapadat táblája (2. sz. Melléklet). Ebben rögzítésre kerül munkanaponként, dolgozónként, s termékenként minden termelést jellemző adat.



21. ábra: A termelés logisztikai rendszer felépítése (Saját szerkesztés)

Az alapadatok felvétele után azok összesítésére kerül sor: egyrészt a dolgozók teljesítménye, aztán a termelőgépeké, s köztes állapotként az időszaki karbantartások mérései. Ennek alapján az összesítés során leszűrtem a dolgozókkal kapcsolatos adatokat:

Teljesítmény %	Termelékenység %	Műszak	Törzsszám	Név	Étkezés	Utómunka	Próba gyártás	Átrakás	Mérés	Takarítás	Anyaghiány	Anyagmozgatás	Géphiba	Szerszámhiba	Gépállás	Átserelés	Betanolás	Megbeszélés	MEO	Munkaidő	Állásidő	Termelékenység	Teljesítményidő	Dolg. gépállás	Dolg. szerszámáll.	TE idő
96,1	95,0	a	336	"A" dolgozó	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,3	4,3	0,0	1,7	0,0	1,0	0,5	7,7	168,0	15,8	145,3	139,5	4,3	0,0	113,9
83,5	94,0	a	426	"B" dolgozó	7,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	3,1	0,3	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	165,8	9,6	149,3	124,6	3,1	0,3	101,7
70,9	95,0	a	361	"C" dolgozó	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,8	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	144,0	6,8	131,2	93,0	4,8	0,0	75,9
84,9	89,0	a	232	"D" dolgozó	6,0	3,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	36,7	144,0	51,8	86,2	73,1	3,7	0,0	59,7

32. táblázat: A humán erőforrással kapcsolatos adatok rendszerezése (Saját szerkesztés)

A dolgozói adatok összesítése után az egyes munkaállomások adatai kerültek rendezésre, majd a fentebb megismert lépések szerint a gépekkel kapcsolatban rögzített adatokat összesítettem:

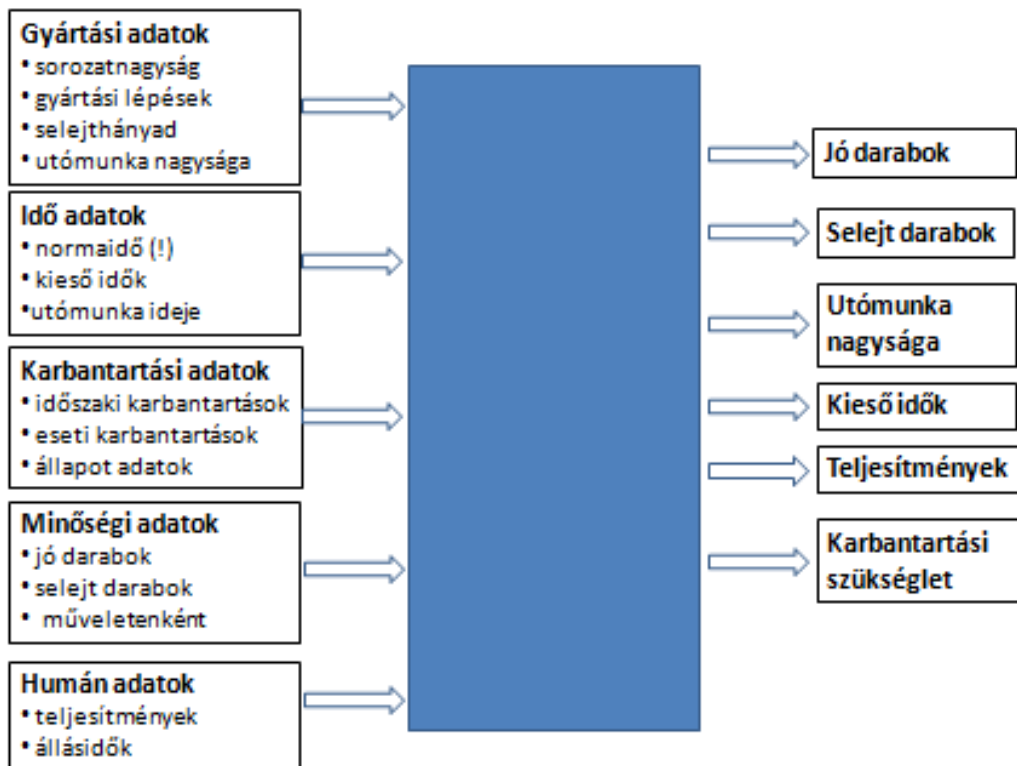
Teljesítmény %	Termelékenység %	Munkahely	Étkezés	Utómunka	Próba gyártás	Átrakás	Mérés	Takarítás	Anyaghiány	Anyagmozgatás	Géphiba	Szerszámhiba	Gépállás	Átserelés	Betanolás	Megbeszélés	MEO	Munkaidő	Állásidő	Termelékenység	Teljesítményidő	Dolg. gépállás	Dolg. szerszámáll.	TE idő	
106,3	100,0	"C" Robot	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	2,8	12,6	13,4	0,0	0,0	10,9	
102,4	97,8	"D" Robot	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	47,3	2,0	43,3	44,4	0,0	0,0	36,2	
97,4	100,0	100% Ellenőrzés-Mérés H.	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,9	0,0	26,3	25,6	0,0	0,0	20,9	
102,2	98,8	150 t Exner	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	3,7	44,5	4,7	37,8	38,7	0,0	0,0	31,6
105,2	98,7	63 t Bruderer	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,0	0,0	0,0	1,3	1,5	0,0	2,0	99,8	7,1	89,1	93,7	4,0	0,0	76,5	
101,7	93,9	80 t Bruderer	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	0,0	0,0	5,0	0,3	0,0	0,0	85,7	6,3	75,7	76,9	1,2	0,0	62,8	
91,4	97,4	80 t Bruderer , Polírozás	17,7	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	1,3	1,5	2,2	0,3	9,5	4,0	0,0	0,7	418,8	18,3	382,8	350,0	1,5	2,2	285,6		

33. táblázat: A gépi erőforrással kapcsolatos adatok rendszerbe foglalása (Saját szerkesztés)

A vizsgálat folyamán azokat a kimeneteket vettem sorra, melyek értékét rövidtávon nem lehet a napi célok elérése érdekében befolyásolni. Ezek:

- a selejt darabszámok
- utómunka órák
- géphibák
- szerszámhibák
- gépállás
- dolgozói gép és szerszámállás.

A kutatás céljának megfelelően egy olyan módszert alkalmaztam, mely segítségével a gyártási folyamat kimenetét képző selejtkeletkezés körülményeit jobban meg lehet ismerni. Az adatok feltérképezése után a be és kimeneteket a következőképpen lehet elsődlegesen ábrázolni, a neurális hálózat szerkezetének megfelelően. (22. sz. ábra)



22. ábra: Az alkalmazandó neurális hálózat alap vázlata (Saját szerkesztés)

Az ábra alapján, célkitűzésemet figyelembe véve, a kutatási területet szűkítettem: mind a bemeneti adatokat, mind a kimeneteket felülvizsgáltam. Az eddigi kutatás folyamatának megfelelően a humán és a gépi bemenetek vizsgálatára koncentráltam, hogy a vállalati feltevésben szereplő selejtképződést kiértékelhessem.

A kutatás során alkalmazott mesterséges neurális hálózat elméleti ábrájának megfelelően a bemeneti adatokat két csoportba osztottam:

- a gépi adatok és
- a humán adatok csoportjára.

Mind a két bemeneti terület esetében az általam vizsgált bemeneti összetevők hatásait elemzem a kimenetekre való hatásukban. A kimenetek esetében a selejtek, mint leglényegesebb, és mint leginkább a termelés eredményét befolyásoló tényező mellett döntöttem. A selejtek közvetlen és közvetett módon is hibára utalnak:

- közvetlenül maga a hibás darab jelenti a problémát, a kiesett darabbal,
- közvetett módon az ezzel kapcsolatban felmerült, az elvesztett idővel, s az ezzel kapcsolatos valamennyi költséggel és ráfordítással.

b) Paraméterezés

A paraméterek beállítása az optimális programfuttatás és a jó eredmények elérése szempontjából fontos kritérium [123]. A neurális hálózattal való munka során a következő paraméterek megadása szükséges:

- az inputok száma,
- a tanítási minták száma,
- a teszt minták száma,
- az próbálkozások száma,
- a rejtett neuronok száma.

c) A tanítási és a teszt fázis

A mesterséges neurális hálózattal való feldolgozás során az adatok két csoportjára van szükség [115]:

- a tréning-, (tanulás-tanítási)
- és a teszt mintákra [27] [108]

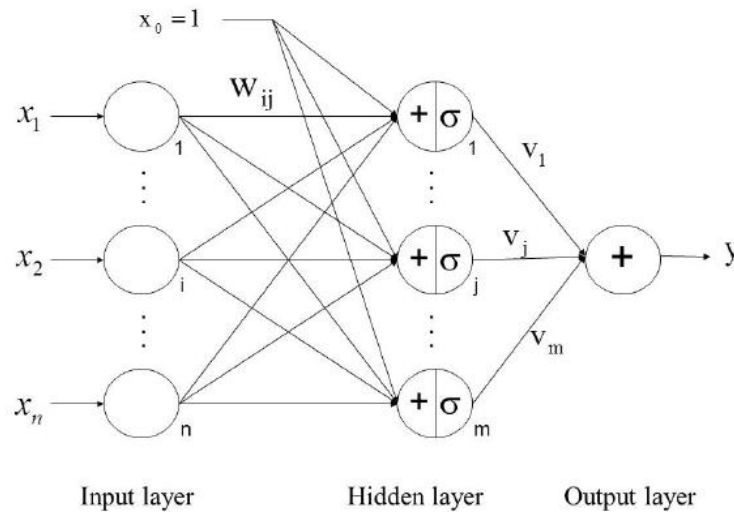
A hálózat tanítási, tanulási fázisában a súlyokat folyamatosan változtatni szükséges (aszerint, hogy on-line, vagy off-line programmal történik az értékelés), hogy a tréning minta kimeneti értékei elérhetőek legyenek. Ezáltal valósulhat meg, hogy az előrejelzés során, az éles minták esetében pontos előrejelzést állít elő a hálózat. A tréning folyamán az a cél, hogy a hibák és az eltérések minél kisebbek legyenek a hálózati kimenetek és a kitűzött cél között.

Az adatokat összesítése után indul a tanítási és a tesztelési fázis. A program a különböző feladatokat az adott célnak megfelelően a paraméterezés szerint futtatja [123].

A tanítási és teszt minta esetében a bemenetek - jelen kutatás keretei között - minden esetben a hagyományos logika elvét követik.

5.1 AZ ALKALMAZOTT MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZAT

Az alkalmazott neurális hálózatban a kimeneti adatokat a bemeneti adatokból a 21. számú hálózati függvény – a korábbi 13. számú ábra jelölései - segítségével kaptam meg. Tetszőleges bemeneti adatokat kerülnek „előreterjesztésre” a hálózaton, mely a kimeneten valamilyen aktiválást okoz.



23. ábra: A mesterséges neurális hálózat felépítése (Saját szerkesztés)

$$y = \sum_{j=1}^m v_j \cdot \sigma\left(\sum_{i=0}^n x_i \cdot w_{ij}\right) \quad (24)$$

A kimeneteket egy nemlineáris aktiváló (gerjesztési) függvénnyel kell meghatározni, ami a kutatás során alkalmazott mesterséges neurális hálózat esetén a szigmoid függvény (25. sz. képlet alapján).

$$\sigma(s) = \frac{1}{1+e^{-K \cdot s}} \quad (25)$$

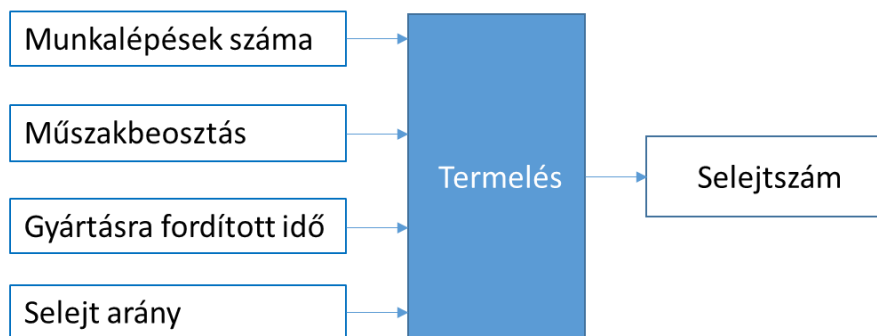
5.2 A GÉPI BEMENETEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATTAL

Az első feladat a bemeneti adatok kiválasztása, melyeket a számítások során használok. A kimenet a termelési logisztikai szervezet értékelése szempontjából kiemelten fontos termelési selejtek száma.

A vizsgálatok alapján a következő bemeneti adatokkal számoltam:

- a munkalépések száma, míg a termék eléri a gyártási folyamatban a teljes készültséget
- a termelés napszaki eloszlása (délelőtti/délutáni/éjszakai)
- a termék gyártásával eltöltött idő (óra)
- az adott időszakban összesen termelt darabok száma.

A korábbi vizsgálatok során a munkafolyamat bonyolultságát a több munkaléppel jeleztem. Ez a több munkalépés után a teljes feldolgozottságot elérő termékek selejt hányadán és a keletkező utómunka órák számában is jelentkezik. Ennek megfelelően a munkalépések számát az egyik bemeneti tényezőnek választottam az elemzés során.



24. ábra: A gépi bemenetek és a selejtek kapcsolata (Saját szerkesztés)

A munkalépések száma a vizsgált termékek esetén 1 és 8 között mozog.

A vállalati feltevések szerint a selejtképződés és a műszakok napszaki beosztása között szintén szoros összefüggés fedezhető fel. Erre a vélelmezett információra termelési programok épülnek, ezért vizsgálata szükséges.

A bemenő adatok között az:

- 1: délelőtti
- 2: délutáni
- 3: az éjszakai műszakot jelenti.

Szintén korábbi vizsgálataim alapján rögzíthető, hogy azon termékek esetében, melyek késztermék állapot eléréséhez több időt vesznek igénybe a termelési folyamatból, azok esetében a vállalati feltételezések szerint magasabb selejtkeletkezéssel kell számolni.

A számításokhoz az adatokat a gyártási folyamatból gyűjtöttem 2011 novembere folyamán. Ebben a hónapban 356 olyan széria volt, amikor selejt keletkezett. A termelt darabszám a vizsgált periódusban több mint 100 000 db volt. Ebből a selejtek száma 2000 db volt. Az elemzéshez a 356 szériát 2 részre osztottam, 178-at a tréning, és 178-at a tesztelési mintára.

Az első széria a következőképpen néz ki:

Összeszerelési lépések száma	Műszak	A gyártás hossza (óra)	Selejt arány	Selejtszám (db)
1	1	8	0	1

34. táblázat: Az első széria adatai, részlet (Saját szerkesztés)

A táblázatból látható, hogy az összeszerelési lépés ebben az esetben 1 volt, a termelés délelőtti műszakban történt, 8 órán keresztül gyártották ezt a darabot, ez idő alatt 186 darab termék került legyártásra, melyből 1 darab került leselejtezésre.

A kísérlet kezdetén a paramétereket kellett beállítani, így minden egyes futtatás után a paraméterek értékét változtattam így próbáltam elérni a legjobb eredményt. A rejtett neuronok száma (number of hidden neurons) értéket változtatva az algoritmus számítási – tanulási erejét lehet növelni. A túl magas rejtett neuron szám azonban a program futás olyan mértékű lassulását eredményezi, mely ellehetetleníti a tanulást. Az optimális rejtett neuron szám megtalálása esetén a következő változtatható paraméter a szaturáció (saturation). Ezzel az értékkel az előjel függvény (sigmoid function) 0 közeli értékeit változtatjuk. A 0 közelében túl lapos előjel függvény korlátozza a tanulást.

További változtatható paraméter a súlyok alsó és felső határa (weights upper és lower bound). Amennyiben a futás után kapott súlyok nagyon közeliak ehhez a két beállított értékhez, nagyobb intervallumot kell beállítani (mozgásteret adva ezzel a súlyoknak).

Amennyiben bármilyen paraméter beállításnál a tanulási folyamat során folyamatos a javulás, és a beállított generáció szám (tanulási lépések száma) elérése előtt még javulás volt tapasztalható, bármikor növelhetjük a generációk számát (number of generations).

Amikor ezen értékek változtatásával, akkor ugyanazokkal a paraméterekkel a programot 10-szer lefuttattam. A 10 futtatás után az adatok érdemben nem javultak, így ez után nem volt értelme többször megtenni. A kísérlet során 10 szimulációt futattam le, 6 rejtett neuront alkalmazva. A számítás eredményének értékelését az átlagos relatív eltérés (MRE) számításával értékelem, a következőképpen (26. sz. képlet alapján):

$$MRE = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p \left| \frac{y_i - t_i}{y_i} \right| \quad (26)$$

Ahol y_i a mesterséges neurális hálózat által kiadott eredmény az i . mintában

t_i a tényleges érték az i . mintában

p pedig a minták száma.

```
Starting the evolution process.
Generation: 1
Best bacterium: 27.900008, Worst bacterium: 149596.567399, Average: 5018.696305
Test error: 46.890069
MREP Train: 17.576581%, MREP Test: 18.964108%
Generation: 2
Best bacterium: 23.490036, Worst bacterium: 353026.498299, Average: 14255.301421
Test error: 41.433215
MREP Train: 16.207030%, MREP Test: 17.205585%
.
.
.
Generation: 98
Best bacterium: 18.533384, Worst bacterium: 29706.700778, Average: 1010.778845
Test error: 36.442227
MREP Train: 14.351479%, MREP Test: 16.201211%
Generation: 99
Best bacterium: 18.532580, Worst bacterium: 282352.894615, Average: 12990.297245
Test error: 36.444588
MREP Train: 14.351401%, MREP Test: 16.200469%
Generation: 100
Best bacterium: 18.531881, Worst bacterium: 110573.042057, Average: 4797.946170
Test error: 36.443547
MREP Train: 14.351831%, MREP Test: 16.200121%
```

35. táblázat: Az evolúciós folyamat részlete (Saját szerkesztés)

A 10 szimuláció legjobb eredménye 14% volt, ami azt mutatja, hogy a modell segítségével jól becsülhető az adott bemenetek mellett a selejtszámok alakulása.

Az eredmények értékelése

Az eredmények értékelése és a valós adatokkal való összevetése is vállalati környezetben történt meg, tényleges adatokkal.

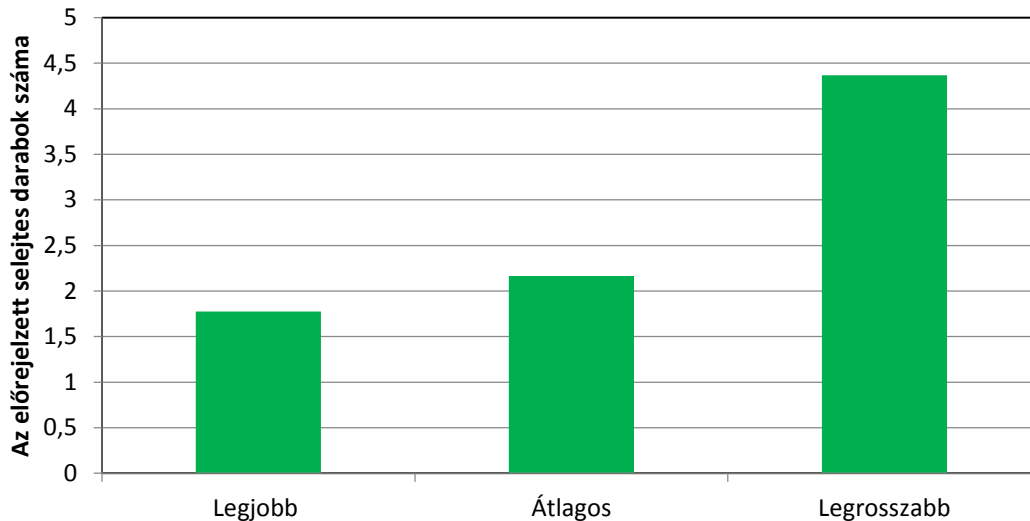
Ennek megfelelően 3 forgatókönyv készült a betanított modellel, lépésenként romló bemenetekkel. A legjobb forgatókönyv esetén egyszerű, 1 lépésben előállított termék délelőtti termelését vizsgáltam, melyet egy órán keresztül gyártottak (36. táblázat).

Váll. legendák szerinti fgkv.	Műszakkód (1:DE, 2:DU, 3:É)	Lépésszám (db)	Összidő (óra)	Selejtarány	Selejt (db)
Legjobb	1	1	1	0	1,774
Átlagos	2	3	4	1	2,166
Legrosszabb	3	6	8	5	4,367

36. táblázat: A három forgatókönyv adatai (Saját szerkesztés)

A legrosszabb forgatókönyv esetén egy komplex, 6 lépésből álló termék került gyártásra, éjszakai műszakban.

A selejt termékek előre jelzett darabszáma, a három scenárió esetében a következőképpen alakult (25. ábra).



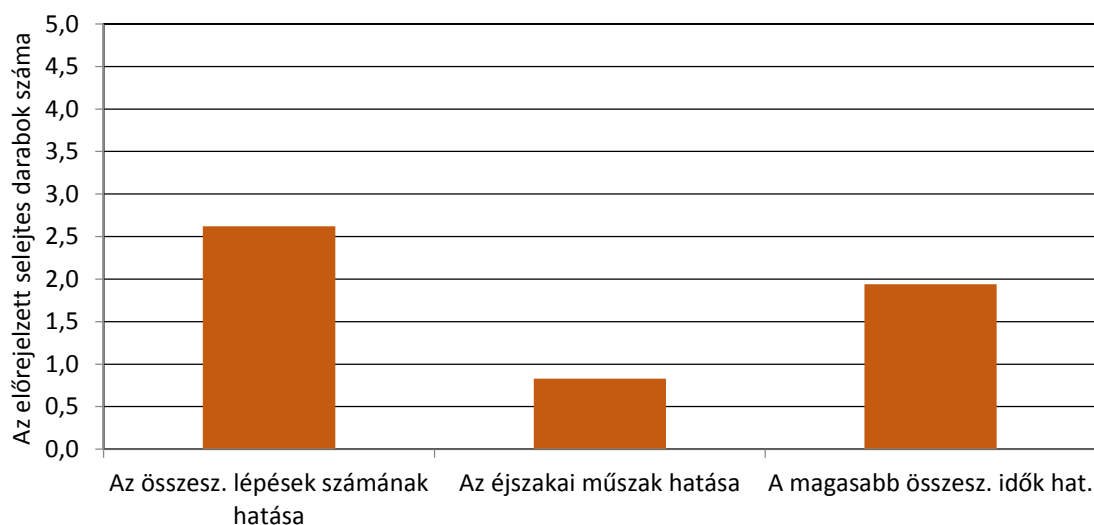
25. ábra: Az előrejelzett selejt darabszám a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)

A legjobb forgatókönyv adataiból kiindulva, de az egyik inputot mindig lerontva a további értékelések céljából több előrejelzést is készítettem (magnövelve az összeszerelési lépések számát, vagy éjszakai műszakot feltételezve).

A vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy az éjszakai műszakban gyártott termék esetében kevesebb a gyártott selejt, mint a legjobb scenárió esetén.

Így vállalati adatokkal történő értékelés során megállapítottam, hogy azonos feltételek mellett az éjszakai műszakban kevesebb selejt kerül ki a gyártási folyamatból.

Ez szemben áll az eddigi vállalati gondolkodásmóddal, mely a délelőtti műszakot feltételezte a legkevesebb selejttel működőnek.



26. ábra: A selejtek darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)

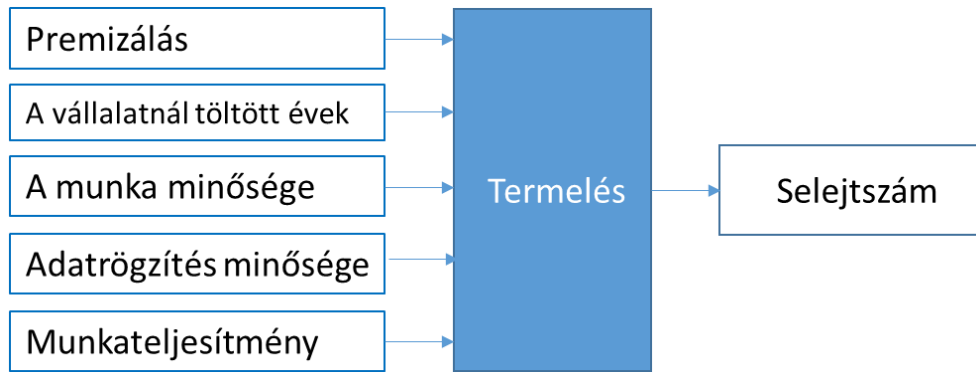
A tesztek és az előrejelzések bizonyítják, hogy a módszerrel eredményesen lehet vállalati feltevéseket vizsgálni [8] [III. Tézis].

5.3 A HUMÁN BEMENETEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATTAL

A humán faktor és a selejtfelmerülés közötti összefüggés vizsgálatakor az előzőekben bemutatott módszer szerint jártam el.

Szintén a 2011. év novemberi méréseket vizsgáltam, s a humán erőforrás leírásánál alkalmazott összetevőkön alapuló input adatokkal végeztem a kutatás számításait:

- a vizsgált évben a dolgozók által egyénileg kapott prémium
- hány évet töltött a dolgozó a vállalatnál
- a dolgozók megítélése 3 szempont szerint: az általuk végzett munka minősége, az általuk rögzített adatok minősége és a munkateljesítményük (a bemeneti adatok e részének kiválasztását felmérés előzte meg, így a közvetlen vezetőik ítélték meg a dolgozókat, majd a termelésvezető, és ez alapján történt a korábban leírt 6 fokozatú skálán a dolgozók besorolása).



27. ábra: A humán bemenetek és a selejtek kapcsolata (Saját szerkesztés)

64 dolgozó adatait vizsgáltam: 32 adatát a tanításra és 32 adatait a tesztelésre. Az első bemeneti széria a következőképpen épül fel:

Premium (HUF)	A vállalatnál eltöltött évek	A munka minősége	Az adatrögzítés minősége	A teljesítmény minősége	Selejtszám (db)
98.800	9	3	4	4	1

37. táblázat: Az első dolgozó adatai (Saját szerkesztés)

A dolgozó 98 ezer Ft prémiumot kapott, 9. éve van a vállalatnál, s az 1-6 skála alapján az elvégzett munka minősége: 3, a mérések rögzítésének minősítése: 4, s a teljesítménye: 4-es. Ez a dolgozó 2011 novemberében 1 db selejtet gyártott.

A kísérlet során 10 számítást futattam le, 6 rejtett neuront alkalmazva. A számítás eredményének értékelését az átlagos relatív eltérés (MRE) számításával értékeltem.

Starting the evolution process.
 Generation: 1
 Best bacterium: 32.513744, Worst bacterium: 76637.302125, Average: 2630.287601
 Test error: 52.184799
 MREP Train: 18.913763%, MREP Test: 20.788210%
 Generation: 2
 Best bacterium: 31.962744, Worst bacterium: 37227.949872, Average: 1273.547567
 Test error: 51.480983
 MREP Train: 18.801979%, MREP Test: 20.544367%
 .
 .
 .
 Generation: 28
 Best bacterium: 28.216599, Worst bacterium: 520891.265290, Average: 18028.866948
 Test error: 47.366840
 MREP Train: 17.356922%, MREP Test: 19.293509%
 Generation: 29
 Best bacterium: 28.207289, Worst bacterium: 459478.935796, Average: 15347.543025
 Test error: 47.341023
 MREP Train: 17.360563%, MREP Test: 19.300597%
 Generation: 30
 Best bacterium: 28.190005, Worst bacterium: 1654218.885928, Average: 90665.383894
 Test error: 47.364015
 MREP Train: 17.351698%, MREP Test: 19.304718%

28. ábra: Az evolúciós folyamat részlete (Saját szerkesztés)

A 10 szimuláció legjobb eredménye 17% volt, ami azt mutatja, hogy a modell segítségével jól becsülhető az adott bemenetek mellett a selejtszámok alakulása.

Az eredmények kiértékelése

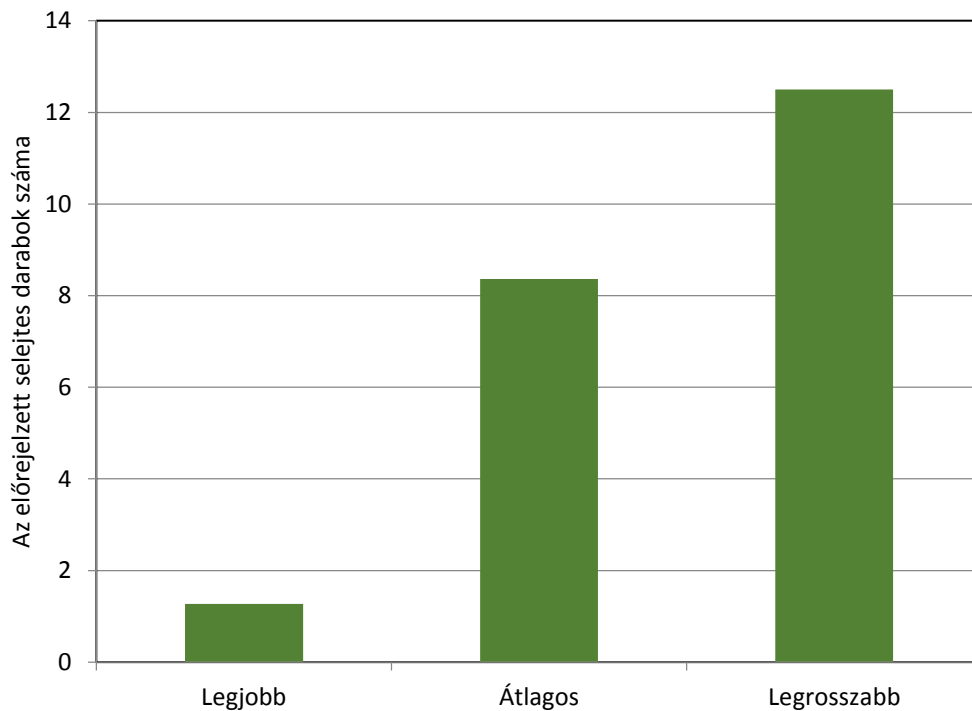
Az eredmények értékelése az előzőeknek megfelelően történt: a gépi inputok alapján tanított neurális hálózathoz hasonlóan ebben az esetben is 3 forgatókönyvet állítottam fel a modell működésének tesztelésére.

A legjobb forgatókönyv egy magasan premizált dolgozót jelent, jó értékeléssel rendelkezik, s hosszú ideje van a vállalatnál. A legrosszabb forgatókönyv ennek az ellentétével számol: nem premizált dolgozó, rossz megítéléssel, nem régen dolgozik a vállalatnál. A közepes forgatókönyv a kettő közötti besorolást takar.

Forgatókönyv	Premium (HUF)	A vállalatnál eltöltött évek	A munka minősége	Az adatrögzítés minősége	A teljesítmény minősége	Selejtszám (db)
Legjobb	200.000	10	6	6	6	1,27
Átlagos	100.000	5	4	4	4	8,36
Legrosszabb	0	0	2	2	2	12,50

38. táblázat: A három forgatókönyv adatai (Saját szerkesztés)

A várható selejtszámok alakulását a három forgatókönyvnek megfelelően a következő ábrán mutatom be:



29. ábra: A selejtek darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)

A további értékelések céljából a fentieknek megfelelően több előrejelzést is készítettem. Szintén a legjobb forgatókönyv adataiból kiindulva, de az egyik inputot mindig lerontva.

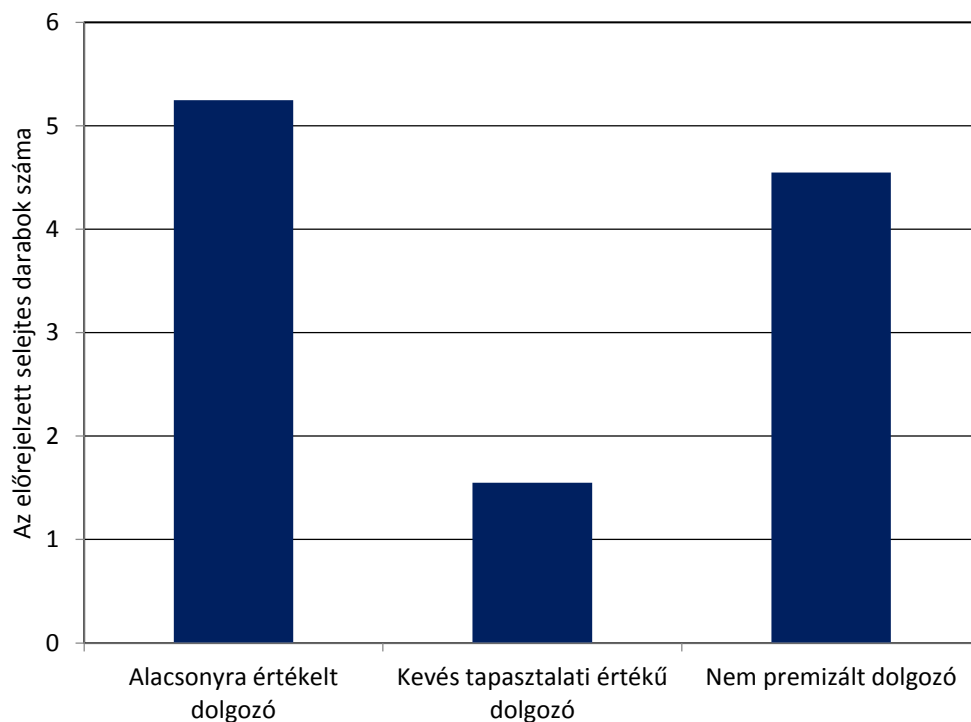
A tapasztalat, azaz a vállalatnál eltöltött idő és ezzel együtt a munka minőségének javulása (kevesebb selejt) a vizsgált szervezetnél általános feltevés, mely nem került mérésre, alátámasztásra. A vizsgálat eredménye azt mutatja, hogy a vállalatnál eltöltött évek emelkedő

száma nem jár a selejt csökkenésével. A hibák bármelyik dolgozónál előfordulhatnak, függetlenül a szervezetenél eltöltött időtől.

A tesztelés során akár az adott prémium értékét, akár a vezetői besorolás értékét rontottam, a selejtek száma emelkedést jelzett.

Külön az értékelés is és a prémium is hatással van a selejtek számára. Az eredményből látszik, hogy ezek a hatások egymást erősítik, hiszen a nem premizált dolgozó teljesítményében a vizsgált időszakban átlagosan 4,5 db selejt került regisztrálásra, a többi input jó értéken való beállítása mellett. Hasonló módon egy alacsony értékelést kapott dolgozó esetében 5,1 db selejtet gyárt, míg ha prémiumot sem kapott, és alacsony értékelést is kapott, a gyártott selejt 12,5-re emelkedik.

Ha kizárólag cégnél eltöltött időt tekintem a vizsgálat során, akkor annak növekedése nem jár együtt a selejtfelmerülés csökkenésével.



30. ábra: A selejtek darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)

A vizsgálat eredményeképpen megállapítható, hogy a humán bemeneteken alapuló feltevéseket is szükséges vizsgálni. Ennek megfelelő eszköze lehet a neurális hálózatok segítségével való számítások végzése [9][III. Tézis].

6 AZ ÚJ KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÖSSZEGZÉSE

6.1 A KUTATÁS TÉZISEI

1. Tézis

A vizsgált termelési-logisztikai rendszerek a valóságban ember-gép rendszerek, s egyszerre kezelnek stock és flow mutatókat. Ezen rendszereknek BSC-n (Balanced Scorecard, ld. 2.3.2 fejezet) alapuló leírásához (tervezéshez és a folyamatok kezeléséhez) a humán erőforrást a szokásos mutatókon túl is szükséges vizsgálni. A termelési szervezet humán erőforrásainak leírásához és értékeléséhez ezért egy lehetséges módszertant építettem fel.

A humán faktor teljesítményét a tapasztalati hatás elemzése, a vállalati teljesítménnyel való viszonyának értékelése, a bérekben és vezetői megítélés számszerűsítése után egy éves és egy havi mérésekre alkalmas képlettel írom le:

$$HR_Y = E + ME + BH + PH \quad (27)$$

Ahol:

HR_Y : a humán erőforrás számszerűsített éves értéke

E : a humán erőforrás tapasztalatát jellemző tényező értéke,

ME : a vezetői megítélés számszerűsített hatása

BH : a bérhatás

PH : a premizálás számszerűsített hatása, valamint

$$HR_M = L + S \quad (28)$$

Ahol:

L : a dolgozó teljesítményének értéke,

S : a selejtfelmerülést jellemző tényező értéke

A humán erőforrás leírásának kibővítése és a finomított vállalati BSC rendszer vizsgálata alapján lehetséges szükséges beavatkozási határértékeket megállapítani. A termelési logisztikai szervezet folyamatainak alakítása céljából egy határértékekből álló indikátort egy adott vállalat esetében leírtam és megállapítottam:

a) A dolgozó tapasztalatát jellemző tényező értéke

A dolgozók tapasztalatát jellemző tényezők értékének átlagából, annak alakulásából következtetések vonhatóak le a termelő szervezet humán erőforrásának alakulásáról, a fluktuációról és a létszám alakulásáról.

Ha mutató átlagos értéke két egymást követő évben:

- 1-gyel növekszik, akkor a létszámban, nem történt változás,
- amennyiben az érték 1-nél kevesebbel növekszik, akkor feltételezhető az új belépők száma, vagy a tapasztalt dolgozók szervezetből való távozása
- ha az érték egynél nagyobb mértékben nő, akkor az előző folyamattal ellentételes mozgásokat lehet feltételezni.

A mutató értékét indikátorként használva: ha a tapasztalati érték növekedése 1 alatt van, akkor a betanításnak nagyobb szerepet kell kapnia a vállalati szervezet feladatai között, míg ellenkező esetben a meglévő ismeretek aktívan tartása és magasabb szintre emelése szükséges.

b) A dolgozói és a vállalati teljesítmény leírása után

Az egyéni időkhöz hasonlóan elemezhető a dolgozó teljesítménye egy adott hónapban a termelési szervezetben létrejövő átlagos teljesítményhez viszonyítva.

Legyen:

L : az adott 'v' dolgozó teljesítménye:

ha $L_v < 91\%$, akkor a teljesítmény hatása 0

ha $91\% \leq L_v < 100\%$, akkor a teljesítmény hatása 1

ha $100\% \leq L_v < 110\%$, akkor a teljesítmény hatása 2

ha $110\% \leq L_v$ akkor a teljesítmény hatása 3

Ezt a mutatót is abban az esetben érdemes vizsgálni, amennyiben rendelkezik a megfelelő tapasztalattal. Ennek megfelelően, ha a dolgozó tapasztalatát jellemző tényező értéke eléri az 1-et, akkor kerül vizsgálatra. Amennyiben ennek ellenére a teljesítmény hatása 0, akkor az a beavatkozás szükségességét jelzi a szervezetben.

Ellenintézkedésként elsődlegesen a rögzítés pontosságának felülvizsgálatára, majd a munkafolyamatok ellenőrzésére kerül sor. Amennyiben szükséges, oktatásra, időlegesen bevezetett másodlagos ellenőrzésre, a dolgozó alkalmasságának felülvizsgálatára, munkafolyamat kiosztásának megváltoztatására kerül sor.

Ennek megfelelően szükséges a következő időszak folyamataiba aktívan beavatkozni, a munkakiosztást megtervezni.

c) A dolgozók által okozott negatív hatások

A dolgozók számszerűsített tapasztalatára vonatkozó mérés eredményeit és a legyártott selejtek számát együtt elemezve: az általános vállalati feltételezés szerint a tapasztalatnak és a selejtfelmerülés gyakoriságának fordított arányban kellene mozognia, tehát a tapasztaltabb dolgozók munkájának során ritkábban merül fel selejt, a kutatás alapján nem állja meg a helyét.

A szervezetben alkalmazott adatfelvétel során a dolgozó által jelentett, s a minőségbiztosítás által jóváhagyott selejtfelmerülés gyakorisága jellemzi a dolgozó hiányosságait. (A dolgozói okozások azonosítása a selejt kódolásával került megoldásra.)

Ha S_v a selejt okozati érték adott 'v' dolgozó esetében

és S_m az adott hónapban az adott dolgozónál felmerült selejt lejelentés gyakorisága,

akkor az előbbieket alapján:

$$S_v = \begin{cases} -1, & \text{ha } S_m = 1 \\ -2, & \text{ha } S_m = 2 \\ -3, & \text{ha } S_m \geq 3 \end{cases} \quad (29)$$

A tapasztalatot és a selejtfelmerülést együtt elemezve: az általános vállalati feltételezés szerint a tapasztalatnak és a selejtfelmerülés gyakoriságának fordított arányban kellene mozognia, tehát a tapasztaltabb dolgozók munkájának során ritkábban merül fel selejt, a kutatás alapján nem állja meg a helyét.

A mérések a vállalati feltételezések cáfolatán túl egy indikátort tártak fel: az adott dolgozónál, egy adott hónapban:

Ha $S_v < 0$, akkor az adott dolgozó esetében oktatásra, vagy egyéb továbbképzésre van szükség.

2. Tézis

A termelési logisztikai tényezők közötti kapcsolatok feltárása érdekében szükséges a gépi eredetű hibaforrások részletes elemzése. Ezért megalkottam a termékek komplexitási mutatószámát.

A mutatószámot a munkalépések számából, a gyártási idők hosszából és a beépülő egyéb alkatrészek alapján (mennyiben egy termék gyártási folyamatában vásárolt alkatrész kerül, akkor a termék gyártása magasabb komplexitást ér el) építettem fel.

Így alakítottam ki a termék komplexitást:

$$C = MLKH + MLIH + \sigma \quad (30)$$

Ahol:

C a termékek komplexitása,

$MLKH$: a munkalépések komplexitási hatása

$MLIH$: a munkalépések időtartamának komplexitási hatása

$LWFL$: a munkalépések időtartamából fakadó komplexitási összetevő

σ : a beépülő alkatrészek komplexitási hatása

A komplexitás leírása alapján a tervezett termékek - folyamatokra való bontása utáni - komplexitását kiszámíthatóvá tettem.

A komplexitás használatával a kapacitások megléte esetén, lehetséges a gyártási folyamat munkafolyamatainak módosítása. Az univerzális gépek között a kedvezőbb idő-komplexitási faktorról rendelkezőkhöz lehet a termelési lépéseket befolyásolni, csökkentve a teljes komplexitást, s mérsékelve ezzel a termelési kockázatokat.

3. Tézis

A vállalati elemzések, tervezések egy része olyan feltételezésekre épül, melyek a múltban igaznak bizonyultak. A folyamatosan változó körülmények szükségessé teszik ezen feltevések vizsgálatát, mert a feltevések elavulhatnak a változó keretfeltételek mellett. A feltevések létét vizsgálom a mesterséges neurális hálózatok módszerének segítségével. Kutatásom során vállalati környezetben vizsgáltam olyan üzemi feltételezéseket, melyeket a napi gyakorlatban evidenciaként kezeltek. A mérések nem igazolták vissza a feltevéseket.

A gyártási folyamat eredményességének szempontjából a selejt képződés döntő jelentőséggel bír. Az első feltételezés a gyártmány-, a második a humán erőforrás jellemzői alapján megalkotott bemenetek és a termelési selejtek keletkezése közötti összefüggéseket adja meg.

Mindkét kísérlet során 10 szimulációt futattam le, 6 rejtett neuront alkalmazva. A számítás eredményének értékelését az átlagos relatív eltérés (MRE) számításával értékeltem.

A gyártmány jellemzőinek szempontjából végzett 10 szimuláció legjobb eredménye 14%. A humán erőforrás jellemzői alapján végzett 10 szimuláció legjobb eredménye 17%. Mindkét eredmény azt mutatja, hogy a neurális hálózat segítségével jól becsülhető az adott bemenetek mellett a selejtszámok alakulása.

Az eredmények értékelése és a valós adatokkal való összevetése is vállalati környezetben történt meg, valós adatokkal.

Mindkét esetben több előrejelzést készítettem a legjobb forgatókönyv adataiból kiindulva, de az egyik inputot mindig lerontva.

Valódi vállalati adatokkal történő validálás során megállapítottam, hogy azonos feltételek mellett az éjszakai műszakban kevesebb selejttel gyártottak.

Ez szemben áll az eddigi vállalati gondolkodásmóddal, mely eddig a délelőtti műszakot feltételezte a legkevesebb selejttel működőnek.

A másik, általam vizsgált általános üzemi feltételezés szerint a magasabb jutalmazás jobb teljesítménnyel, így alacsonyabb selejt darabszám gyártásával jár.

Ebben az esetben is a további értékelések céljából a fentieknek megfelelően több előrejelzést készítettem. Szintén a legjobb forgatókönyv adataiból kiindulva, de az egyik inputot mindig lerontva.

Az eredmények azt mutatják, hogy a vállalatnál eltöltött évek emelkedő száma nem jár a selejt csökkenésével. A hibák bármelyik dolgozónál előfordulhatnak, függetlenül a szervezetenél eltöltött időtől.

4. Tézis

Vizsgálataim alapján szükséges és lehetséges egy olyan indikátor és gyorsteszt rendszer felépítése, ami a feldolgozóiparban alkalmas a hibák előrejelzésére.

Az általam kidolgozott gyorsteszt a következők szerint épül fel:

A gyártási selejtek esetén a beavatkozási kritérium 3%, ha e felett van a belső termelési selejtek aránya, akkor az érintett termékek esetében az ütemezett karbantartási vizsgálatokat előre kell hozni, vagy rendkívüli karbantartást kell beiktatni.

A vevői méréseknél a beavatkozási határ, a vevő által megengedett ppm szám: 1 000. (A ppm az egymillió beszállított darabból a vevő által is tolerált felhasználásra nem alkalmas darabok száma.) A szervezetnek a saját belső mérései alapján a határ elérése előtt beavatkozik, így elkerüli a hibákat.

A két kritérium együttes alkalmazásával és folyamatos mérésével a vállalat BSC vevői kritériumainak megfelelően képes alakítani a gyártási folyamatát.

Azért szükséges a gyorsteszt alkalmazása, hogy a termelési logisztikai szervezet hatékonyan alkalmazkodhasson a vevői elvárásokhoz.

A termelési logisztikai folyamatok működése a karbantartási folyamatokra is hatással van. A karbantartási folyamat indításakor rögzített ütemezési lépéseket a változó körülményekhez és a munkalépések alakulásához kell igazítani. Ennek eléréséhez szükséges a karbantartási munkák ütemezésének a vizsgálata.

Ennek bizonyítására megalkottam egy olyan indikátort, amely a vállalat gyártási folyamatának karbantartási szintjének felülvizsgálatára szolgál.

A termelő berendezések, munkagépek tekintetében javaslatot fogalmaztam meg egy olyan minőségbiztosítási monitoring rendszer kialakítására, mely az esetlegesen felmerülő hibák jelzésére azonnal lehetőséget teremt a beavatkozásra, így lehetővé válik az ismétlődő hibák kiküszöbölése. A keletkező utómunkák egyedileg kerülnek kiértékelésre, de a felmerülés ténye már jelzi a beavatkozási szükségességet. Ebben az esetben mindig a megelőző munkafolyamatot szükséges felülvizsgálni!

Amennyiben az

AVO : a munkafolyamatok numerikus számozását jelenti 10-es léptéknövekedéssel,

AVO_x : az adott munkafolyamatban végzett utómunka órák száma,

akkor a vizsgálandó munkafolyamat: $AVO - 10$.

Ha egy gép zavar-elhárítási gyakorisága egy adott időszakban átlag feletti, akkor a következő időszakban megelőző karbantartást szükséges végezni. A mutatószámok alapján a gépek

kiemelését, rangsorolását a karbantartási szervezet megteszi, és ez alapján ütemezi a karbantartási munkálatokat.

6.2 TOVÁBBI KUTATÁSI CÉLOK KIJELÖLÉSE

A teljesítménymérést, mint a vállalati folyamatok leírásának lehetséges módját, stratégiaalkotás eszközét és a vállalat legalsó szintjén is alkalmazható vezetési és motivációs eszközként értelmezem. Alapértelmezésben a felső vezetés eszközeként jelenik meg, de ha az eddigieket figyelembe véve kerül értelmezésre, akkor a vállalat valamennyi szintjén segítheti az ott dolgozókat [125].

Az eddigieket összefoglalva, a napi gyakorlat nyelvére lefordítva számos konzekvencia levonása lehetséges, melyek új kutatási irányokat nyitnak meg:

A mérések adatainak a stratégiaalkotás szempontjából való gyűjtését, rendszerezését, modellezését informatikai eszközökkel kell a vállalati tudást felhasználva megoldani. A szervezetben fellelhető ismeretek felhasználásával lesz lehetséges a tudásbázisú modellalkotás [66].

A tudásbázisú modellalkotással felépített stratégiák egész vállalati szervezetre való lebontásával lehetőség nyílik a folyamatok leírására, mérésére, és ezzel párhuzamosan minden szervezeti szinten az ott dolgozók motivációjának kezelésére.

A termelési logisztikában a teljesítménymérés eszközeinek alkalmazása során a nem megfelelő ok-hatás kapcsolatok leírásának hiányában indokolatlan diszharmóniák, termelési defektek keletkeznek.

Ennek átfogó vizsgálatára alkalmazható a rendszer-identifikáción alapuló teljesítménymérés, hiszen a tervezés során felismerhető a később –az identifikálás hiányában- felmerülő probléma, melynek megoldása a folyamatok beindulása előtt lehetségessé válik.

A humán erőforrás további vizsgálata

A humán erőforrás leírásánál a tapasztalati értéket egyik összetevőjét: a munkában eltöltött évek számát pontosítani lehet a korábbi munkahely éveivel, amennyiben hasonló munkakört végzett a dolgozó. Ehhez azonban elengedhetetlen a dolgozói adatbázis további bővítése.

Az egyes dolgozók minősítése után a klaszterezést szükséges megoldani. A besorolások alapján halmazok képezhetőek a termelési dolgozókon belül.

Ezen halmazoknak a határai azonban elmosódnak, hiszen nem lehet a hagyományos logika fogalmi rendszerével a jó-kevésbé jó- kevésbé rossz-rossz stb. halmazok határait megállapítani. A határok megállapítása különösen nehéz a több összetevő alapján való csoportosítás miatt.

A humán erőforrás leírása, s a klaszterképzés további kutatási irányt nyit, s a klaszterképzés során a fuzzy halmazok irányába szükséges a vizsgálatokat folytatni. A bizonytalan határokkal rendelkező természetes nyelvi fogalmak reprezentálására a fuzzy halmazok lehetnek alkalmasak [84].

A szerszámhiba további vizsgálata

A szerszámhibákat és a géphibákat tovább lehet analizálni, kiterjesztve a bemeneti paramétereket: az anyaghiba, s a szerszámok esetében is felmerülhet a gépeknél említett (dolgozói hiba, tévedés, programozási, egyéb) káresemények. S ezt a gyakorisággal lehet súlyozni, s így a teljes hiba meghatározhatóvá válik.

A többi mutatóhoz hasonlóan a termelési logisztikai szervezet egészére számított mutatónak a szervezetet leíró általános szerszám állapot megállapítása miatt lehet jelentősége.

Emellett természetesen indikátorként is funkcionálhat, így téve még érzékenyebbé a szervezet jelzőrendszerét.

A gépek további vizsgálata

A gép és szerszámhibák miatti termelésből való kieső idők vizsgálata mind a humán erőforrás, mind a termelő gépek termelésre való hatásának leírása miatt fontos. A karbantartási és minőségbiztosítási tényezők további elemzése jelenthet erre megoldást. Ebben az esetben az adatfelvételt, a méréseket is pontosítani szükséges, hogy a megfelelő vizsgálatokkal a megcélzott kimeneteket el lehessen érni.

A gépek vizsgálatánál az univerzális gépeket írtam le. A jövőben a célgépeket is szükséges lenne elemezni.

Az egyes gépek besorolása után a – a humán erőforrás további kutatási irányával párhuzamosan – a klaszterezést szükséges megoldani. A besorolások alapján ebben az esetben is halmazok képezhetőek a termelési eszközök csoportján belül.

A komplexitás további vizsgálata

A komplexitási határok nem élesek: nem választhatom el egy ponton az egyes bonyolultsági kategóriákat egymástól. Ugyanaz a probléma nyit új kutatási területet, mint a humán erőforrás esetében: a halmaz határokat nem lehet átjárhatatlanul meghatározni, hanem itt is a fuzzy halmazok irányába szükséges elmozdulni.

Ezen halmazoknak a határai azonban elmosódnak, hiszen nem lehet a hagyományos logika fogalmi rendszerével a halmazok (jó gép, rossz gép) határait megállapítani.

A karbantartási folyamatok további vizsgálata

A nem tervezett karbantartási folyamatok háttérében két okozó szerepel: a humán és a gépi (anyag) faktor.

Előfordulhat, hogy emberi mulasztás következtében kell a tervezettnél hamarabb javítani, de az is előfordulhat, hogy valamilyen anyag, vagy bármilyen egyéb, szorosan az adott géphez köthető hiba miatt következik be a hiba.

Ennek vizsgálatához a bekövetkező hibákat, a hiba okokat szükséges részletesebben leírni.

A projektek további vizsgálata

A kutatási eredmények felhasználásával a projektek tervezésének további pontosítására nyílik lehetőség, valamint a már működő folyamatok részfolyamatainak további elemzésére és a működési anomáliák feltárására és elkerülésére kell jobb eszközöket találni.

Megnyílik annak a lehetősége is, hogy a szervezeti stratégiákban rögzített célok teljesíthetőségét a folyamatok befejezése előtt lehessen előre jelezni. A további vizsgálatokkal az optimális bemeneti kombinációkat lehet keresni a célkitűzések elérése érdekében. A kimenetek szempontjából fontos bemeneteket további vizsgálatoknak kell alávetni, ezáltal a célok elérésének lehetőségéhez szükséges eszközök alkalmazását lehet a termelési folyamatokban hangsúlyozni.

A neurális hálózatok módszerének további alkalmazási lehetőségei

A betanított hálózat segítségével történő későbbi tervezési fázisban lehetővé válik a fuzzy logika alkalmazása.

Számos, a modellben alkalmazott jelenséget nem lehet leírni a kétértékű logika segítségével, ezért szükséges annak értékeit kiterjeszteni. Ez különösen igaz a humán erőforrás jellemzőinek a leírására, de a kutatás folyamán vizsgált terület egészének értékelését a fuzzy logika alkalmazása teszi a valós állapotot leírni képes rendszerré [30].

Az alapkoncepció, hogy az igaz és hamis logikai értékek között más értékek alkalmazása is megengedett a számítások során, hiszen számos olyan állítás létezik, amelyik nem írható le egyértelműen igaz, vagy hamisként, hanem csak valamilyen szinten igazként lehet megjelölni. Ez az ötlet vezetett a fuzzy logika megteremtéséhez [127].

Manapság a klasszikus, bináris logika használata terjedt el. Noha manapság egyre intelligensebb eszközök kidolgozása terjed el, melyek az emberi gondolkodás működésén alapulnak. A fuzzy logika a bináris logika kiterjesztéseként határozható meg. A fuzzy logika értékei változóak, s 0 és 1 között valamennyi értéket fel tudják venni. Az egy a teljesen igaz, a 0 pedig a teljesen hamisat jelenti. Az értelmezésnek megfelelően a 0,5 a félig igaz, a 0,9 pedig majdnem igaz értéket jelenti [96] [94].

A klasszikus logika műveleteit a fuzzy logika kiszélesíti, és jobban értelmezhetővé teszi, így közelítve azt az emberi gondolkodáshoz. Így fuzzy szerepek és fuzzy következtetések hozhatóak létre [99].

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Abdel-Maksoud A., Dugdale D., Luther R.: Non-financial performance measurement in manufacturing companies, *The British Accounting Review* 37, 2005, pp.261–297.
- [2] Abele E., Liebeck T., Wörn A.: Measuring Flexibility in Investment Decisions for Manufacturing Systems, *Annals of the CIRP* 55(1),2006,pp.433–436.
- [3] Al-Sakran H.: Software cost estimation model based on integration of multi agent and case-based reasoning, *Journal of Computer Science* 2, 2006, pp. 276–282.
- [4] Alshawi S., Feare T.: Logisztika az internet korában: átfogó információk és folyamatkövetés. OMIKK Műszaki Gazdasági Információ, *Logisztika* 1,2002, pp. 11-21.
- [5] An S. H., Kim G.H., Kang K.-I.: A case-based reasoning cost estimating model using experience by analytic hierarchy process, *Building and Environment* 42, 2007, pp. 2573–2579.
- [6] An S. H., Park U.Y., Kang K.I., Cho M.Y., Cho H.H.: Application of support vector machines in assessing conceptual cost estimates, *Journal of Computing in Civil Engineering* 21, 2007, pp.259–264.
- [7] Antreter F., Földesi P.: Applying multi-dimensional cluster analysis in forecasting supplementary work hour demand for manufacturing processes, 7 th. Conference on Logistics and Sustainable Transport, Celje, 2010. pp. 1-14.
- [8] Antreter F., Németh P.: Predicting Defects in Car Body Panel Manufacturing with Artificial Neural Network, *PROCEEDINGS of the IABE-2013 Bangkok - Summer Conference, Bangkok, Thailand Volume 13, Number 2, 2013* , ISSN: 1932-7498 pp. 21-27
- [9] Antreter F., Németh P.: The effect of human factors on production performance in car body manufacturing, *Proceedings of the 24th Annual Conference of the Production and Operations Management Society, Denver, Colorado, USA, Denver: 2013. Paper 043-1396 (ISBN: 0-615-78490-9)*
- [10] Antreter F.: BSC-measures of neural network modelled production processes, 8th International Conference on Logistics and Sustainable Transport Conference, Celje Szlovénia, 2011, cd melléklet pp. 1-9.

- [11]Antreter F.: Critical factors of production process neural network modelling at a car manufacturer supplier company, BATA Conference, Zlin Csehország, 2011, cd melléklet, pp. 1-10, (ISBN: 978-80-7454-013-4 2011).
- [12]Antreter F.: Neurális hálózatok alkalmazásának lehetősége termelési logisztikai rendszerek értékelésében, VI. Erdei Ferenc tudományos Konferencia, Kecskemét, III. kötet, 2011, pp. 46-51.
- [13]Antreter F.: The possibilities of the performance measurement to the estimating of the to logistic processes joining supplementary work hour demand at the automobile manufacturer factory, Acta Technica JauriensisSeries Logistica, Széchenyi István Egyetem, 3/2010, pp.267-285,
- [14]Antreter F: Balanced Score Card measurement applications at a car manufacturer supplier company, Quality2011 - 7th Research/ ExpertConference, Neum Bosznia Hercegovina,2011,pp 85-90.
- [15]Antreter F: Termelési logisztikai rendszerek statisztikai rendszeridentifikációja, Logisztikai Évkönyv, Magyar Logisztikai Egyesület, 2010, pp.93-99.
- [16]Antreter F., Dr. Németh P.: Human resource performance measurement possibilities at the production logistic system of an automotive supplier company, 22nd EurOMA Conference on Operations Management for Sustainable Competitiveness, June 26 – July 1, 2015, Neuchatel, Switzerland, Elbírálás alatt
- [17]Antreter F., Dr. Németh P.: Introduction of a quick test method for the evaluation of the production system at an automotive supplier company, International Journal of Supply Chain Management (IJSCM), Volume 4, Number 1, March 2015, SSN: 2050-2050-7399 (Online), 2051-3771 (Print), Elbírálás alatt
- [18]Antreter F., Dr. Németh P.: Production logistics analysis of an automotive supplier with the introduction of a complexity indicator, 26th Annual POMS Conference, May 8-11, 2015, Washington D.C., Elbírálás alatt
- [19]Antreter, F., Hódosi G.: The importance of human factor in balanced score card performance measurement systems, Toyotarity Conference, Zakopane, 2011, pp. 204-213. (ISBN 978-966-1507-70-7)
- [20]Antreter, F.: Termelési logisztikai rendszerek teljesítménymérése, Műszaki és informatikai rendszerek és modellek IV, Széchenyi István Egyetem Műszaki Tudományi Kar, Multidiszciplináris Doktori Iskola kiadványa, Győr, 2011, pp.93-100.

- [21] Arnold D., Isermann H., Kuhn A., Tempelmeier H.: *Handbuch Logistik*. Springer Verlag, Berlin, 2002.
- [22] Ashayeri J.: Development of computer-aided maintenance resources planning (CAMRP): A case of multiple CNC machining centers, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 23, 2007, pp. 614–623.
- [23] Asiedu Y., Gu P.: Product life cycle cost analysis: state of the art review, *International Journal of Production Research* 36, 1998, pp.883–908.
- [24] Banker R. D., Chang H., Pizzini M. J.: The balanced scorecard: Judgmental effects of performance measures linked to strategy, *Accounting Review*, 79(1),2004, pp.1–23.
- [25] Barad M., Dror S.: Strategy maps as improvement paths of enterprises, *International Journal of Production Research* 46(23), 2008, pp. 6627–6647.
- [26] Berlin S., Raz T., Glezer C., Zviran M.: Comparison of estimation methods of cost and duration, *IT projects: Information and Software Technology* 51, 2009, pp. 738–748.
- [27] Bishop C. M.: *Neural networks for pattern recognition*, Oxford: Oxford University Press,1995.
- [28] Bode J.: Neural networks for cost estimation: simulations and pilot application, *International Journal of Production Research* 38, 2000, pp. 1231–1254.
- [29] Borgulya István: *Neurális hálók és fuzzy rendszerek*, 1998, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs
- [30] Botzheim J., Földesi P.: Fuzzy neural network with novel computation of fuzzy exponent in the sigmoid functions, *Proceedings of the 8th International Symposium on Management Engineering*, Taipei, Taiwan, 2011, pp. 285–291.
- [31] Botzheim J., Földesi P.: Fuzzy neural network with novel computation of fuzzy exponent in the sigmoid functions, *8th International Symposium on Management Engineering*, ISME Taipei, Taiwan, 2011, pp. 285–291.
- [32] Botzheim J., Cabrita C., Kóczy L.T., Ruano A. E.: Fuzzy rule extraction by bacterial memetic algorithms, *Proceedings of the 11th World Congress of International Fuzzy Systems Association, IFSA 2005*, Beijing, China, pp. 1563–1568.
- [33] Botzheim J.: *Intelligens számítástechnikai modellek identifikációja evolúciós és gradiens alapú tanuló algoritmusokkal*, PhD. értekezés, Budapesti Műszaki és gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék, Budapest 2007.

- [34] Bouaziz Z., Younes J.B., Zghal, A.: Cost estimation system of dies manufacturing based on the complex machining features, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 28, 2006, pp. 262-369.
- [35] Büyüközkan G., Ertay T., Kahraman C., Ruan, D.: Determining the importance weights for the design requirements in the house of quality using the fuzzy analytic network approach, *International Journal of Intelligent Systems*, 19(1), 2004, pp.443-461.
- [36] Camargo M., Rabenasolo B., Jolly-Desodt A.-M., Castelain J.-M.: Application of the parametric cost estimation in the textile supply chain, *Journal of Textile and Apparel Technology and Management* 3, 2003, pp. 1-12.
- [37] Cavalieri S., Garetti M., Taisch, M.: A predictive neural network modelling system for process plants, *Proceedings of the 13th International Conference on Production Research*, 6th-10th August, Jerusalem, 1995, pp. 571-573.
- [38] Cavalieri S., Maccarrone P., Pinto R.: Parametric vs. neural network models for the estimation of production costs: a case study in the automotive industry, *International Journal of Production Economics* 91, 2004, pp. 165-177.
- [39] Cecil J.: Computer aided fixture design: using information intensive function models in the development of automated fixture design systems, *Journal of Manufacturing Systems* v21, n1, 2002, pp.58-71.
- [40] Ceryan O., Koren Y.: Manufacturing capacity planning strategies, *Manufacturing Technology* 58, 2009, pp. 403-406.
- [41] Cholasuke C., Bhardwa R., Antony J.: The status of maintenance management in UK manufacturing organizations: results from a pilot survey, *J. Qual. Maintenance Eng.* 10(1), 2004, pp. 5-15.
- [42] Chou J.S.: Web-based CBR system applied to early cost budgeting for pavement maintenance project, *Expert Systems with Applications* 36, 2009, pp. 2947-2960.
- [43] Chou, J.-S.: Generalized linear model-based expert system for estimating the cost of transportation projects, *Expert Systems with Applications* 36, 2009, pp. 4253-4267.
- [44] Chow H. K. H., Choy K. L., Lee W. B., Chan F. T. S.: Design of a knowledge-based logistics strategy system, *Expert System with Applications* 29, 2005, pp.272-290.
- [45] Cigizoglu H. K.: Generalized regression neural network in monthly flow forecasting, *Civil Engineering and Environmental Systems* 22, 2005, pp.71-81.
- [46] Ciurana J., Quintana G., Garcia-Romeu M.L.: Estimating the cost of vertical high-speed machining centres, a comparison between multiple regression analysis and the neural

- networks approach, *International Journal of Production Economics* 115, 2008, pp. 171–178.
- [47] Ciurana J., Garcia-Romeu M.L., Ferrer I., Casadesús M.: A model for integrating process planning and production planning and control in machining process, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 24, 2008, pp. 532–544.
- [48] De Vin Leo J., Amos H.C., Oscarsson Ng, Sten J., Andler F.: Information fusion for simulation based decision support, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 22, 2006, pp. 429–436.
- [49] De Tienne K.B., Detienne D.H., Joshi S.A.: Neural networks as statistical tools for business researchers, *Organizational Research Methods* 6 (2), 2003, pp.236–265.
- [50] De Tienne K.B., Detienne D.H., Joshi, S.A.: Neural networks as statistical tools for business researchers, *Organizational Research Methods* 6 (2), 2003, pp.236–265.
- [51] Dr. Prezenszki József: *Logisztika I.*, Budapesti Műszaki Egyetem, Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 2002.
- [52] Dr. Prezenszki József: *Logisztika II.*, Logisztikai Fejlesztési Központ, Budapest, 2000.
- [53] Dubois A., Hulthén K., Pedersen A-C.: Supply chains and interdependence: a theoretical analysis, *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 10, Issue 1, 2004 pp. 3-9.
- [54] Duverlie P., Castelain J.M.: Cost estimation during design step: parametric method versus case based reasoning method, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 15, 1999, pp. 895–906.
- [55] Emsley M.W., Lowe D.J., Duff A.R., Harding A., Hickson A.: Data modelling and the application of a neural network approach to the prediction of total construction costs, *Construction Management and Economics* 20, 2002, pp. 465-475.
- [56] Engelbrecht A.P.: *Computational Intelligence, An Introduction*, second ed., Wiley, New York, 2007.
- [57] Erol I., Ferrell W.: A methodology for selection problems with multiple, conflicting objectives and both qualitative and quantitative criteria, *International Journal of Production Economics*, 86, 2003, pp.187–199.
- [58] Feng S., Song E.: A manufacturing process information model for design and process planning integration, *Journal of Manufacturing Systems* v22, nl, 2003, pp.1-15.

- [59] Finnie G.R., Wittig G.E., Desharnais J.M.: Comparison of software effort estimation techniques: using function points with neural networks, case-based reasoning and regression models, *Journal of Systems and Software* 39, 1997, pp.281–289.
- [60] Fletcher H.D., Smith, D.B.: Management for value: Developing a performance measurement system integrating economic value added and the balanced scorecard in strategic planning, *Journal of Business Strategies*, 21(1), 2004, pp.1–17.
- [61] Flexer A.: Statistical evaluation of neural network experiments: minimum requirements and current practice, *Proceedings of the 13th European Meeting on Cybernetics and Systems Research*, Austrian Society for Cybernetic Studies, Vienna, vol. 2, 1996, pp. 1005–1008.
- [62] Földesi P., Botzheim J.: Parametric Approximation of Fuzzy Exponent for Computationally Intensive Problems, *International Journal of Innovative Computing Information and Control* Volume 8, Number 8, 2012, pp.5725-5744.
- [63] Földesi P.: A logisztika stratégiák gyakorlati megvalósítása, „30 év Győrben” Jubileumi tudományos konferencia, Győr, Széchenyi István Egyetem, 2004.
- [64] Funahashi, K.: On the approximate realization of continuous mappings by neural networks, *Neural Networks* 2, 1989, pp.183–192.
- [65] Gang K.W.: Research planning approach using knowledge map integrated with case-based reasoning, *IEEE International Engineering Management Conference II*, 2005, pp. 897–901.
- [66] Guerra-Zubiaga D.A., Young R.I.M.: A Manufacturing Model to Enable Knowledge Maintenance in Decision Support Systems, *Journal of Manufacturing Systems* 25/No. 2, 2006, pp.122-136.
- [67] Gupta A., Lam M.S.: Estimating missing values using neural networks, *Journal of the Operational Research Society* 47 (2), 1996, pp.229–239.
- [68] Hansen J. V., McDonald J. B., Nelson R. D.: Time series prediction with genetic-algorithm designed neural networks: An empirical comparison with modern statistical models, *Computational Intelligence*, 15(3), 1990, pp.171–184.
- [69] Hao-Chen Huang, Mei-Chi Lai, Lee-Hsuan Lin: Developing strategic measurement and improvement for the biopharmaceutical firm: Using the BSC hierarchy, *Expert Systems with Applications* 38, 2011, pp.4875–4881.
- [70] Hecht-Nielsen R.: *Neurocomputing*, Addison-Wesley, 1990.

- [71]Hegazy T., Fazio P., Moselhi O.:Developing practical neural network applications using back-propagation, *Microcomputers in Civil Engineering* 9, 1994, pp.145–159.
- [72]Hornik K., Stinchcombe M., White H.: Multilayer feed forward networks are universal approximators, *Neural Networks* 2(5), 1989, pp.359–366.
- [73]Huang H. C.: Designing a knowledge-based system for strategic planning: A balanced scorecard perspective, *Expert Systems with Applications*, 36 (1), 2009, pp.209–218.
- [74]Iranmanesh S. H., Thomson V.: Competitive advantage by adjusting design characteristics to satisfy cost targets, *International Journal of Production Economics*, 115(1), 2008, pp. 64–71.
- [75]Jui-Sheng Chou, Yian Tai, Lian-Ji Chang: Predicting the development cost of TFT-LCD manufacturing equipment with artificial intelligence models, *Int.J. Production Economics* 128, 2010, pp. 339-350.
- [76]Kaastra I., Boyd M.: Designing a neural network for forecasting financial and economic time series, *Neurocomputing* 10, 1996, pp.215–236.
- [77]Kakabadse N.K., Kakabadse A., Kouzmin A.: Reviewing the knowledge management literature: towards a taxonomy, *Journal of Knowledge Mgmt.*, v7, n4, 2003. pp.75-91.
- [78]Kaplan R. S., Norton D.P.: How strategy maps frame an organization's objectives. *Financial Executive*, 20(2), 2004, pp.40–45.
- [79]Kaplan, R.S., Norton, D.P.: The Balanced Scorecard-Measures that Drive Performance, *Harvard Business Review*, 1992/1, 1992, pp. 71-79.
- [80]Karlaftis M.G., Vlahogianni E.I.: Statistical methods versus neural networks in transportation research: Differences, similarities and some insights, *Transportation Research Part C* 19, 2011, pp. 387-399.
- [81]Kee R.: The sufficiency of target costing for evaluating production-related decisions, *International Journal of Production Economics* 126, 2010, pp.2014-2011.
- [82]Kim G.H., An S.H., Kang K.I.: Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case-based reasoning, *Building and Environment* 39, 2004, pp. 1235–1242.
- [83]Kim H. S., Kim, Y. G.: A CRM performance measurement framework: Its development process and application. *Industrial Marketing Management*, 38(4), 2009, pp.477–489.
- [84]Kóczy L.T., Tikk D.: Fuzzy rendszerek. www.tyopotex.hu. 2001.
- [85]Kwak Y.H., Watson R.J.: Conceptual estimating tool for technology-driven projects: exploring parametric estimating technique, *Technovation* 25, 2005, pp.1430-1436.

- [86] Leung L. C., Lam K. C., Cao D.: Implementing the balanced scorecard using the analytic hierarchy process and the analytic network process, *Journal of the Operational Research Society*, 57(6), 2006. pp. 682–691.
- [87] Lohrbach T.: Einsatz von Künstliche Neuronale Netzen für ausgewählte Betriebswirtschaftliche Aufgabenstellung und Vergleich mit konventionellen Lösungsverfahren, *Göttinger WI*, Band 10. 1995.
- [88] Lorenzer Th., Weikert S., Bossoni S., Wegener K.: Modelling and evaluation tool for supporting decisions on the design of reconfigurable machine tools, *Journal of Manufacturing Systems* 26, 2007, pp. 167–177.
- [89] Marban O., Menasalvas E., Fernandez-Baizan C.: A cost model to estimate the effort of data mining projects (DMCoMo), *Information Systems* 33, 2008, pp.133–150.
- [90] Marir F., Watson I.: CBRefurb: case-based cost estimation, *Case Based Reasoning Prospects for Applications*, IEE Colloquium, 1995, pp.51-53.
- [91] Masters T.: *Advanced algorithms for neural networks: A C++ sourcebook*, New York, Wiley, 1995.
- [92] Mendes E., Mosley N., Counsell S.: The application of case-based reasoning to early web project cost estimation, *Proceedings IEEE Computer Society's International Computer Software and Applications Conference*, 2002, pp.393–398.
- [93] Mjema E.A.M.: An analysis of personnel capacity requirement in the maintenance department by using a simulation method, *J. Qual. Maintenance Eng.*8(3), 2002, pp.253–73.
- [94] Moscato P.: On evolution, search, optimization, genetic algorithms and martial arts: Towards memetic algorithms, *Tech. Rep. Caltech Concurrent Computation Program, Report 826*, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA, 1989.
- [95] Nassif L.N., Nogueira J.M., Karmouch A., Ahmed M., De Andrade F.V.: Job completion prediction using case-based reasoning for grid computing environments, *Concurrency Computation Practice and Experience* 19, 2007, pp. 1253–1269.
- [96] Nawa N.E., Furuhashi T.: Fuzzy system parameters discovery by bacterial evolutionary algorithm, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 7(5), 1999, pp. 608–616.
- [97] Neely A., Adams C., Kennerley M.: *The performance prism: the scorecard for measuring and managing business success*, London, Prentice Hall, 2002.

- [98] Neely A., Gregory M., Platts K.: Performance measurement system design : A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management* Vol. 15 No. 4. MCB University Press, 1995, pp. 80-116.
- [99] Németh P., Földesi P., Botzheim J.: Enhancing warehouse performance at a global company; Fifth Knowledge Globalization Conference 2011, pp. 32-44. (ISBN 978-0-979-7593-3-8).
- [100] Németh P.: Ellátási láncok hatékony irányítása multi-kritériumos teljesítményméréssel, Ph.D. értekezés, Széchenyi István Egyetem Infrastrukturális Rendszerek Modellezése és Fejlesztése Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, Győr, 2009.
- [101] Németh P.: Flexibility in Supply Chains, *Acta Technica Jaurinensis Series Logistica* Vol. 1. No. 2., 2008, pp.371-379. (ISSN 1789-6932).
- [102] Palisade: NeuralTools: Neural Network Add-In for Microsoft Excel Version 5.0, Palisade Corporation, Ithaca, NY, USA 2008.
- [103] Palmer A., Montano J.J., Sesé A.: Designing an artificial neural network for forecasting tourism time series, *Tourism Management* 27, 2006, pp.781-790.
- [104] Prezenszki József: Üzemszervezés, Műegyetemi Kiadó, 2006.
- [105] Principe J.C., Euliano N.R., Lefebvre C.W.: *Neural and Adaptive Systems: Fundamentals Through Simulations*, John Wiley and Sons Inc, 2000.
- [106] Puyin Liu, Hongxing Li: *Fuzzy neural network theory and application*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2004, (ISBN 981-238-786-2).
- [107] Rehkugler H., Zimmermann H.G.: *Neuronale Netze in der Ökonomie*, Verlag Franz Vahlen München, 1994.
- [108] Ripley B. D.: *Pattern recognition and neural networks*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.
- [109] Rogozhin A., Gallaher M., Helfand G., McManus W.: Using indirect cost multipliers to estimate the total cost of adding new technology in the automobile industry, *International Journal of Production Economics* 124, 2010, pp.360–368.
- [110] Sadek A.W., Spring G., Smith B.L.: Toward more effective transportation applications of computational intelligence paradigms, *Transportation Research Record* 1836, 2003, pp.57–63.
- [111] Sarle W.S.: Neural network, FAQ, <ftp://ftp.sas.com/pub/neural/FAQ.html>, 2003.

- [112] Schöneburg E.: Aktienkursprognosen mit neuronalen Netzen, HMD 159/1991, pp. 43-59.
- [113] Schulte Ch.: Logistik, Franz Vahlen Verlag, München, 1991.
- [114] Seo K.K., Park J.H., Jang D.S., Wallace D.: Prediction of the life cycle cost using statistical and artificial neural network methods in conceptual product design, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 15, 2002, pp.541–554.
- [115] Seo K.K., Park J.H., Jang D.S., Wallace D.: Prediction of the life cycle cost using statistical and artificial neural network methods in conceptual product design, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 15, 2002, pp.541–554.
- [116] Simons, R.: Control in an Age of Empowerment, *Harvard Business Review* 1995/2, 1995, pp.80-88.
- [117] Staub-French S., Fischer M., Kunz J., Ishii K., Paulson B.: A feature ontology to support construction cost estimating, *Cambridge Journals* 17, 2003, pp. 133–154.
- [118] Tan: A framework of supply chain management, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Volume 7, Issue 1, 2001, pp. 39-48.
- [119] Thomasson B.J., Ratcliffe M.B., Thomas L.A.: Improving the tutoring of software design using case-based reasoning, *Advanced Engineering Informatics* 20, 2006, pp. 351–362.
- [120] Tornberg K., Jansen M., Paranko J.: Activity-based costing and process modeling for cost-conscious product design: a case study in a manufacturing company, *International Journal of Production Economics* 79, 2002, pp.75–82.
- [121] Toussaint J., Cheng K.: Web-based CBR (case-based reasoning) as a tool with the application to tooling selection, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 29, 2006, pp.24–34.
- [122] Van Mieghem J.A.: Capacity Management, Investment and Hedging: Review and Recent Developments, *Manufacturing & Service Operations Management* 5 (4), 2003, pp.269–302.
- [123] Verlinden B., Duflou J.R., Collin P., Cattrysse D.: Cost estimation for sheet metal parts using multiple regression and artificial neural networks: A case study, *International Journal of Production Economics* 111, 2008, pp. 484–492.
- [124] Wiig, K.M.: Knowledge management. The central management focuses for intelligent-acting organization, Arlington, Schema Press 1994, pp. 69-87.

- [125] Wouters, M.: A development approach to performance measures - Results from a longitudinal case study, *European Management Journal* 2008, pp. 1-15.
- [126] Yan-Lai Li, Min Huang, Kwai-Sang Chin, Xing-Gang Luo, Yi Han: Integrating preference analysis and balanced scorecard to product planning house of quality, *Computers & Industrial Engineering* 60, 2011, pp.256–268.
- [127] Zadeh L. A.: Fuzzy sets, *Inf. Control* 8, 1965, pp.338–353.
- [128] Zahedi F.: *Intelligent System for Business: Expert Systems with Neural Networks*. Belmont, Wadsworth Pub. Comp. 1993.
- [129] Zurada J. M.: *Introduction to Artificial Neural Systems*, West Publishing Co., St. Paul, 1992.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: A MIMO rendszer (Saját szerkesztés).....	14
2. ábra: A MIMO rendszer, és esetleges jelei (Saját szerkesztés).....	14
3. ábra: A vállalati logisztikai rendszer irányítási szintjei [51].....	15
4. ábra: A tudásbázisú rendszereken alapuló logisztikai stratégiák kialakulásának folyamata (Saját szerkesztés)	18
5. ábra: A logisztikai stratégiák kialakulásának folyamata (Saját szerkesztés, [44] nyomán). 20	
6. ábra: A BSC felépítése [79]	23
7. ábra: A BSC stratégiai térképe [78]	26
8. ábra: Az információs folyamat vázlata (Saját szerkesztés [12] alapján).....	34
9. ábra: Az adatok áramlása, az adatháló (Saját szerkesztés [11] alapján)	35
10. ábra A be és kimenetei adatok BSC szempontok szerinti áramlási ábrája (Saját szerkesztés).....	39
11. ábra: A stratégiai és operatív szemlélet kapcsolata a vállalat eredményessége szempontjából [100] [118]	43
12. ábra: A tervezési és mérési folyamat vázlata (Saját szerkesztés).....	43
13. ábra: Tanulási módok (Saját szerkesztés [87] alapján)	48
14. ábra: A mesterséges neurális hálózat felépítése (Saját szerkesztés).....	49
15. ábra: A beadott újítási javaslatok aránya a dolgozói létszámon belül (Saját szerkesztés [19] alapján)	53
16. ábra: A javaslatok további sorsa (Saját szerkesztés [19] alapján).....	54
17. ábra: A dolgozói javaslatok felosztása problémaforrások alapján (Saját szerkesztés [19] alapján)	55
18. ábra: A felmerült utómunka órák csoportosítása a felmerülés oka alapján (Saját szerkesztés [19] alapján)	55
19. ábra: A munkaidő alap felosztása (Forrás: [51]).....	57
20. ábra: Egy vevőknél történt kiesések, a kiszámított ppm számok, s a beavatkozási határ 2012. (Saját szerkesztés)	94
21. ábra: A termelés logisztikai rendszer felépítése (Saját szerkesztés)	96
22. ábra: Az alkalmazandó neurális hálózat alap vázlata (Saját szerkesztés)	98
23. ábra: A mesterséges neurális hálózat felépítése (Saját szerkesztés).....	100
24. ábra: A gépi bemenetek és a selejtek kapcsolata (Saját szerkesztés).....	101

25. ábra: Az előrejelzett selejtes darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)	105
26. ábra: A gyártott selejtek darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)	106
27. ábra: A humán bemenetek és a selejtek kapcsolata (Saját szerkesztés).....	107
28. ábra: Az evolúciós folyamat részlete (Saját szerkesztés).....	108
29. ábra: A gyártott selejtek darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)	109
30. ábra: A gyártott selejtek darabszáma a három forgatókönyv alapján (Saját szerkesztés)	110

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat: A humán erőforrás összmunkaidejének havi összesítő kimutatása 2011. november (Saját szerkesztés)	59
2. táblázat: A dolgozók tapasztalati értékét jellemző tényező értékének alakulása 2010-2011 (Saját szerkesztés)	61
3. táblázat: A két vezetői szint megítélésének hatása (részlet) 2011. (Saját szerkesztés).....	65
4. táblázat: A bérhatás értékelése 2011. (részlet) (Saját szerkesztés)	67
5. táblázat: A dolgozók tapasztalatát jellemző érték és a bónusz hatás alakulása 2011. (Saját szerkesztés).....	68
6. táblázat: A humán erőforrás leírása törzsszámra rendezetten (részlet) 2011. (Saját szerkesztés).....	70
7. táblázat: A humán erőforrás leírása „leírásra” rendezetten (részlet) 2011. (Saját szerkesztés)	70
8. táblázat: Az egyéni teljesítmények vizsgálata 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)	72
9. táblázat: A felmerült selejtgyakoriság vizsgálata, a dolgozói jogviszony kezdete alapján rangsorolva 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)	73
10. táblázat: A felmerült selejtgyakoriság és a tapasztalati tényező a selejt gyakoriság alapján rangsorolva 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)	74
11. táblázat: A humán erőforrás törzsszámra (a) és havi értékelésre rendezve (b) 2011. november (részlet) (Saját szerkesztés)	75
12. táblázat: A munkalépések száma, termékenként, részlet (Saját szerkesztés).....	78
13. táblázat: A munkalépések száma, s eloszlása (Saját szerkesztés).....	78
14. táblázat: A munkalépések száma, s komplexitási értékük (Saját szerkesztés).....	79
15. táblázat: A munkafolyamatokhoz tartozó idők minimális és maximális értéke (Saját szerkesztés).....	80
16. táblázat: A komplexitási intervallumok kiszámítása (Saját szerkesztés)	81
17. táblázat: Az egyes gépekhez tartozó megmunkálási időkhöz tartozó komplexitási határok (Saját szerkesztés)	81
18. táblázat: A komplexitás (Saját szerkesztés)	82
19. táblázat: A komplexitás (Saját szerkesztés)	82
20. táblázat: A gépek korához tartozó kockázati határok (Saját szerkesztés)	84

21. táblázat: A karbantartási adatok mérése (Saját szerkesztés)	86
22. táblázat: A gépek karbantartásával kapcsolatos mutatószámok 2011. november (Saját szerkesztés).....	87
23. táblázat: A kiemelten kezelendő gépek listája 2011. november (Saját szerkesztés).....	87
24. táblázat: Az utómunka adatok értékelése 2011. november (Saját szerkesztés)	88
25. táblázat: A gép és szerszámhibák elemzése, órákban 2011. november (Saját szerkesztés)	89
26. táblázat: A gépi erőforrás összmunkaidejének havi összesítő kimutatása 2011. november (Saját szerkesztés)	91
27. táblázat: A belső kiesések havi összesítő kimutatása (részlet) 2012. november (Saját szerkesztés).....	92
28. táblázat: A gyártási selejtek alakulása %-os értékelés alapján, 2012. november (Saját szerkesztés).....	93
29. táblázat: A gyártási selejtek alakulása darabszámú értékelés alapján, 2012. november (Saját szerkesztés)	93
30. táblázat: A gyártási selejtek alakulása érték alapján, 2012. november (Saját szerkesztés) 94	
31. táblázat: Egy vevőknél történt kiesések, a kiszámított ppm számok, s az elfogadott reklamációk havi összesítő kimutatása 2012. (Saját szerkesztés).....	94
32. táblázat: A humán erőforrással kapcsolatos adatok rendszerezése (Saját szerkesztés).....	97
33. táblázat: A gépi erőforrással kapcsolatos adatok rendszerbe foglalása (Saját szerkesztés)97	
34. táblázat: Az első széria adatai, részlet (Saját szerkesztés)	102
35. táblázat: Az evolúciós folyamat részlete (Saját szerkesztés)	103
36. táblázat: A három forgatókönyv adatai (Saját szerkesztés).....	104
37. táblázat: Az első dolgozó adatai (Saját szerkesztés)	107
38. táblázat: A három forgatókönyv adatai (Saját szerkesztés).....	109

7 MELLÉKLETEK

1.SZ. MELLÉKLET

NAPI TELJESÍTMÉNYKIÉRTÉKELŐ LAP

DÁTUM:

NÉV:

TÖRZSSZÁM:



Erbőlőh Hungária Kft.

CIKKSZÁM: Artikelnommer	MUVELET AFO	MUNKAHELY Megnevezése	Napi Karban- tartás	NORMA Akkord	MUNKAIÓ		DARABSZÁM:			SELEJT	
					KEZDETE	VEGE	JÓ db meny- nyisége	ZÁROLT KÓD	Mennyiség	KÓD	Mennyiség

Napi normaidős munkavégzés összes ideje:

ZAVAR

CIKKSZÁM: Artikelnommer	MUVELET AFO	MUNKAHELY Megnevezése	ALLÁSIDO		ALLÁS OKA (Gép vagy szerszámhiba esetén szükséges a hiba rövid leírása is)	CSERELT v. JAVÍTOTT Alkatrész megnevezése	HIBÁT Elhárította (lásd alul)	Teamkord. Aláírása
			KEZDETE	VEGE				

Napi zavar összes ideje:

D: dolgozó
T: teamkoordinátor

UTÓMUNKA

CIKKSZÁM: Artikelnommer	Előző műv. Szám V.AFO	ELŐZŐ MUVELET Megnevezése	UTÓMUNKA OKA	UTÓMUNKA		JO DARABOK Szám	SELEJT		UTÓMUNKA JELLEGE	Teamkord. Aláírása
				KEZDETE	VEGE		Darabszám	Kód		

Napi utómunka összegzett ideje:

ÉTKEZÉSI SZÜNET

Étkelési idő	
KEZDETE:	VEGE:
Időtartama:	20 perc

2.SZ. MELLÉKLET

7.1 A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ÖSSZEFOGLALÓJA

Kutatásom célja a termelési logisztikai folyamatok humán és gépi sajátosságainak feltárása, ezzel kapcsolatos részrendszereinek a korábbiaknál mélyebb szintű leírása azért, hogy a folyamatok működtetése során még inkább meghatározhatóvá váljanak a várható hibák, s lehetővé váljon az eddig nem vizsgált, ám a termelési rendszer teljesítményét meghatározó bemeneti összetevők elemzése és ezzel párhuzamosan elérhetővé váljon a minimális hibaszint.

A disszertáció első részében a kutatási terület bemutatásával foglalkozom. Megvizsgálom a területet érintő logisztikai stratégiákat. Nagy hangsúlyt fektetek a termelés teljesítménymérésének vizsgálatára. Bemutatom a Balanced Scorecard rendszert, s annak jelenlegi tendenciáit a kutatási területemen. Ismertetem a mesterséges neurális hálózatoknak a termelési logisztikai teljesítmények mérésének területén való lehetőségeit. Áttekintem az aktuális szakirodalmat, s a vállalatok által alkalmazott módszereket.

A harmadik fejezetben a termelési folyamatot vizsgálom. Ezen belül leírom a termelési logisztikai szervezet be- és kimeneti adatait. Az adatok leírása után a terület tervezési lehetőségeit, s a teljesítménymérésben való további lehetőségeket tárom fel. Felmérem a mesterséges neurális hálózatokkal való mérési és elemzési lehetőségeket.

A következő fejezetben a termelési-logisztikai rendszerek erőforrásainak a korábbiak alapján leírtak szerinti elemzését, leírását s tényezőkre való bontásának új módját írom le. A humán erőforrás és a gépi termelési erőforrások általam javasolt tényezőkre való bontása után eddig nem alkalmazott mutatószámokat alkottam meg. Ezen mutatószámok segítségével következtetések levonására és tervezési módokra nyílik lehetőség.

A humán és gépi adatok mellett a karbantartást és a minőségbiztosítást mindkét előző, gyártási folyamatot meghatározó bemeneti tényezőhöz kapcsolódóan kezeltem.

A dolgozat negyedik fejezetében a mesterséges neurális hálózatok alkalmazhatóságát vizsgáltam. Kutatásom során vállalati környezetben vizsgáltam olyan üzemi feltételezéseket, melyeket a napi gyakorlatban evidenciaként kezeltek. A mérések nem igazolták vissza a feltevéseket.

A disszertáció eredményeit négy tézisben foglaltam össze.

7.2 SUMMARY OF THE DISSERTATION

The aim of my research is to find the specialties of human and machine systems in production logistics processes, and to describe the sub-systems more exactly to ensure the finding of mistakes during the processes and to examine input parameters that define the performance of the production system.

In the first part of my dissertation a literature review is performed. Logistic strategies of this research field are examined. Emphasis is given to the research of production performance measurement. The Balance Scorecard system, its current tendencies on my research field is presented. The possibilities of use of artificial intelligence in logistic performance measurement is also shown, together with state of the art literatures and methods used by companies.

In the third chapter the production processes are examined. The production input and output data are shown. The possibilities in production planning and performance measurement is elaborated, together with possible use of artificial intelligence.

In the next chapter a new method of analysis of production-logistic system resources and the splitting to factors is presented. After splitting human and machine resources to factors, new indicators were created. With these indicators new planning and concluding is possible. The factors of maintenance and quality management are considered as input factors similar to the human and machine resources.

In the fourth chapter the possible use of artificial intelligence is examined. Company assumptions were examined in real environment, and the results confuted these assumptions.

The results are presented in four theses.