

A VÁLLALATI MUNKAVÉDELEM ÖSSZEFÜGGÉSSRENDSZERE*

DR. HAJDU OTTÓ – DR. MOLNÁR JENŐ – DR. SIPOS BÉLA

Kutatásunk célja az volt, hogy a sokváltozós modellek felhasználásával ajánlásokat dolgozzunk ki a vállalatok munkavédelmi helyzetét jellemző mutatók összefüggésrendszerének elemzésére és prognosztizálására. További célunk volt a vállalati munkavédelem fontosabb jelzőszámainak kiválasztása és ezek ütköztetése az eddigi szakmai megközelítéssel, gyakorlattal. Igen sok változóval dolgoztunk, ezért az első lépésben a figyelembe vett változókat válogattuk ki, majd a stepwise regressziószámítással becsültük az előrejelzés regressziós modelljeit. A tényezőváltozókat trendextrapolációval, illetve szakértői becsléssel prognosztizáltuk, s értékeiket helyettesítettük be a megfelelő regressziós egyenesek egyenletébe. Így három lépéssel sikerült a munkavédelmi helyzet mutatóit prognosztizálni. Az előrejelzésnél feltételeztük, hogy a struktúra a jövőben nem változik számottevően, illetve ismert a változása.

A vállalati munkavédelem szociális-gazdasági szerepe

A munkakörülményeket sok tényező jellemzi és ezek hatással vannak az emberi tevékenységre mind a termelési folyamaton belül, mind azon kívül.

A veszélyes és ártalmas termelési tényezők a dolgozóra gyakorolt hatásmechanizmus alapján megkülönböztethetők, úgymint fizikai, kémiai, biológiai és pszichológiai tényezők. A dolog lényegét tekintve a termelési környezet elemeiről van szó, amelyeket mint az emberi egészséget károsító lehetséges elemeket vesznek figyelembe.

A személyiség harmonikus fejlődésének egyik fontos feltétele az, hogy a termelési folyamat során csökkenjenek, illetve megszűnjenek a veszélyes és ártalmas tényezők. Közismert, hogy a termelési körülmények különbözőképpen hatnak az ember szervezetre: a komfortos, megfelelő munkakörülmények hozzájárulnak a teljesítmény javításához, a dolgozók egészségének megőrzéséhez, a nem megfelelő munkakörülmények csökkentik a munkaképességet és balesetekhez, vagy megbetegedésekhez vezethetnek.

A nem megfelelő munkakörülmények szociális-gazdasági hatását vizsgálva nem lehet figyelmen kívül hagyni azt, hogy ezek lassítják a munka megkönnyítésének folyamatát, a termelés hatékonyságának és a dolgozók életszínvonalának növelését. A nem megfelelő munkakörülmények között végzett munka negatívan hat a dolgozó fiziológiai és pszichológiai állapotára. Ha a dolgozó energiájának jelentős részét a nem megfelelő munkakörülményekhez való alkalmazkodásra fordítja, csökken munkaképessége és termelékenység, továbbá csökken a munkaidő kihasználtsága, több a selejt, romlik a minőség, és nő a dolgozók fluktuáció-

* A „Prognosztizálási módszerek kidolgozása a KGST-tagállamokban végbemenő műszaki-tudományos haladás és társadalmi fejlődés által a munkafeltételekben és a munkavédelemben előidézett változásokra” c. KGST-kutatás összefoglalása.

ja. Ez utóbbi tényező kedvezőtlen hatással van a munka termelékenységére, egyidejűleg növeli a képzési, illetve átképzési költségeket.

A megbetegedések, a balesetek gyakorisága és súlyossága, valamint a munkaidő-vesztések közvetlenül összefüggésbe hozhatók a nem megfelelő munkakörülményekkel. Az 1. tábla a táppénzes dolgozók arányának (a táppénzes állományban levő dolgozók napi átlagos száma az átlagos állományi létszám százalékában) 1960 és 1985 közötti alakulását mutatja. A táppénzes állományban levő dolgozók száma az összes megbetegedést és azon belül a baleseteket, a foglalkozási megbetegedéseket és az ún. munkával kapcsolatos megbetegedéseket tartalmazza. Ez utóbbinak nemzetközi tapasztalatok szerinti aránya 25 százalék.

1. tábla

A táppénzes dolgozók arányának alakulása

Év	A táppénzes dolgozók aránya (százalék)	
	a népgazdaságban	az iparban
1960	4,5	5,6
1965	4,7	5,5
1970	5,4	6,1
1975	6,1	7,0
1980	5,9	6,6
1985	6,2	6,9

Forrás: a Statisztikai évkönyv 1960-1985. évi kötetei.

Az 1. táblából látható, hogy a népgazdaságban a táppénzes dolgozók aránya 1985-ben 38 százalékkal, az iparban 23 százalékkal volt nagyobb az 1960. évinél. Ezért megkülönböztetett figyelmet igényel a munkakörülmények, valamint a balesetek és a megbetegedések közötti összefüggések vizsgálata.

Ismeretes, hogy a munkával kapcsolatos és a foglalkozási megbetegedések, valamint az üzemi balesetek jelentős gazdasági veszteségeket okoznak, mivel a balesetet szenvedett dolgozók nem vesznek részt a társadalmi össztermék, következésképpen a nemzeti jövedelem termelésében sem.

1960 és 1980 között a magyar iparban az egy dolgozóra jutó gépek, berendezések értéke háromszorosára nőtt. Míg 1960-ban a beruházások alapvetően extenzív jellegűek voltak, addig napjainkban azokat az élőmunkával való takarékoskodás jellemzi. 1980-ban a gépkiszolgáló dolgozóknak mintegy 30 százaléka egyszerű, kvalifikálatlan, fizikai munkát végzett.

Az egyes ágazatokban, mint például a textiliparban, a dolgozóknak közel felét futószalag mellett foglalkoztatják. Bár ezekben az ágazatokban számottevően javult a munka technikai felszereltsége, és nagyobb figyelmet fordítottak a dolgozók egészségének védelmére, a munkakörülmények mégis kedvezőtlenebbé váltak. Statisztikai adatok szerint amíg 1974-ben a dolgozóknak több mint 50 százaléka biztonságos és egészségre veszélytelen körülmények között dolgozott, addig 1985-ben ezen dolgozók aránya 40 százalékra csökkent. Meg kell említeni azt is, hogy a kedvezőtlen változást befolyásolta az is, hogy a vállalatok a legtapasztaltabb munkások bérét igyekeztek emelni, és ennek egyik lehetséges útja volt a kedvezőtlen munkakörülményekhez tartozó bérezési fokozatba sorolásuk.

A munkakörülmények prognosztizálásánál figyelembe kell vennünk a következőket:

- a munkakörülmények összefüggnek a termelési környezettel;
- a termelési környezet változása a munkakörülmények változásához vezethet;
- létrehozható olyan termelési környezet, amely biztosítja az emberek munkaképességének optimális kifejtését és egészségének megőrzését.

A munkakörülmények, a munkavédelem prognózisának egyik eszköze a megfigyelés, amely része a kísérletnek, a modellezésnek és más prognózismódszereknek.

Az extrapoláció mint tudományos kutatási módszer a jelenség egy részének megfigyeléséből levont következtetéseket kiterjeszti a jelenség más részére. Az extrapolációt gyakran alkalmazzák például a balesetek és megbetegedések prognosztizálására. Ugyanakkor, mint ahogy sok kutató bizonyítja, a prognózis adatai csak olyan körülmények esetén megbízhatók, amikor a prognosztizált időszakban nem ment végbe gyökeres változás a termelési technológiákban, a munkakörülményekben, a munkavédelemben.

Természetesen a jelenségek fejlődésének minőségi törvényszerűségei nem ismerhetők meg a jelenség többoldalú mennyiségi elemzése, azaz a statisztikai adatok feldolgozása nélkül.

A vállalati munkavédelem matematikai-statisztikai vizsgálata

Az adatbázis három, egymástól jól elkülöníthető mutatószámcsoport 1971-től 1986-ig terjedő idősorait tartalmazza három kiragadott vállalatra vonatkozóan.

Az *I. mutatószámcsoport* a vállalat általános helyzetét jellemző alábbi mutatókat tartalmazza:

- a termelési érték folyó áron,
- a termelő állóeszközök bruttó értéke,
- az alapüzemi állóeszközök bruttó értéke,
- a segédüzemi állóeszközök bruttó értéke,
- alapüzemi létszám,
- segédüzemi létszám,
- összlétszám,
- a fizikai dolgozók létszáma,
- a legnagyobb műszakban dolgozók létszáma,
- az átlagos műszakszám.

A *II. mutatószámcsoport* a vállalat műszaki-tudományos haladását, illetve színvonalát jellemző alábbi mutatókat tartalmazza:

- az évente üzembe állított új gépek és épületek értéke folyó áron,
- a gépesített munkával foglalkoztatottak aránya a fizikai dolgozók között,
- a gépesített munka aránya az összes munkaráfordításon belül,
- a gépesítettségi és automatizáltsági szint (a gépesített és automatizált részlegekben előállított termékek a vállalati össztermék százalékában),
- a kapacitáskihasználás tervezett szintje,
- az évente kilépők száma,
- az évente belépők száma,
- alapfelszereltség (a termelési állóalapok évi – kronologikus – átlagos értékének és a fizikai dolgozók évi átlagos létszámának hányadosa,
- az elektromosenergia-ellátottság,
- a munkatermelékenység (egy dolgozóra, illetve egy fizikai dolgozóra jutó termelési érték),
- a folyamatos, félautomatikus és automatikus gyártásvonalak mennyisége,
- a géppark automatizálási együtthatója (az automatikus és félautomatikus gépek száma az összes gép százalékában),
- a munka gépellátottsága,
- a termelés műszaki fejlődési együtthatója (új termék az összes termék százalékában, illetve kutatási-fejlesztési ráfordítások az összes ráfordítás százalékában),
- a munka technikai ellátottsága (egy alaptermelésben foglalkoztatott fizikai dolgozóra jutó alaptermelő-berendezés értéke).

A *III. mutatószámcsoport* a vállalat munkavédelmi helyzetét jellemzi. Ide tartoznak:

- a dolgozók fluktuációja,
- a balesetek gyakorisága,

- a balesetek súlyossága,
- a száz dolgozóra jutó megbetegedések száma,
- a száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma,
- a káros munkakörülmények között dolgozók száma,
- a kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma,
- zaj,
- vibráció,
- a levegő páratartalma, gáztartalma, hőmérséklete, relatív nedvességtartalma és mozgási sebessége,
- megvilágítás,
- a munka nehézsége,
- idegi terhelés,
- azon dolgozóknak a száma, akiket egyéni védőeszközökkel (védőcipő, -ruha, -kesztyű, -szemüveg, -sisak, gázálc, légzőkészülék) kell ellátni.

Tényezőváltozóknak az I. és a II. csoport mutatóit, eredményváltozóknak pedig a III. csoport mutatóit tekintettük.

Az I. és a III., valamint a II. és a III. csoportok között kanonikus korrelációs számítást végeztünk, s ennek alapján választottuk ki a szükséges regressziós függvényeket. A tényezőváltozók szelektálását, továbbá csoportosításuk finomítását stepwise-regresszióval, illetve főkomponens-analízissel végeztük el. Végül a vállalat munkavédelmi helyzetét jellemző mutatók extrapolációját, prognózist a trendelőbecsléseknek a megfelelő regressziós függvénybe való behelyettesítésével nyertük. A regressziós modelleket teszteltük (autokorreláció, multikollinearitás, homoszkedaszticitás).

A vizsgálatban tehát feltételeztük, hogy a vállalat általános helyzetét jellemző I. mutatószámcsoporthoz és a műszaki-tudományos haladást jellemző II. mutatószámcsoporthoz hatást gyakorolnak a vállalat munkavédelmi helyzetét jellemző III. mutatószámcsoporthoz. Az adatállomány összegyűjtéséhez hét gépipari vállalattal vettük fel a kapcsolatot, és közülük három vállalat műszaki, gazdasági, pénzügyi és munkavédelmi szakemberei vettek részt a kutatásban.

2. tábla

Az I. mutatószámcsoporthoz főkomponenssúlyai*

Mutatószám	F_1 (82,71%)	F_2 (92,72%)
	főkomponenssúly	
Alapüzemi létszám (fő)	0,941	—
Fizikai dolgozók létszáma (fő)	0,930	—
Összlétszám (fő)	0,819	—
Segédüzemi létszám (fő)	0,816	—
A legnagyobb műszakban dolgozók létszáma (fő)	0,805	—
Átlagos műszakszám (darab)	-0,755	—
Segédüzemi állóeszközök bruttó értéke (ezer forint)	—	0,907
Termelési érték folyó áron (ezer forint)	—	0,905
Termelő állóeszközök bruttó értéke (ezer forint)	—	0,887
Alapüzemi állóeszközök bruttó értéke (ezer forint)	—	0,778

* Terjedelmi okokból csak az 1. vállalat számítási eredményeit közöljük.

A 2. táblában bemutatott F_1 és F_2 főkomponens együtt az összes változó szórásnégyzetének 92,72 százalékát magyarázza meg. A főkomponenssúlyok ugyanekkor a vizsgált változók és a főkomponensek közötti korrelációs együtthatók. A kapcsolat jelentős, ha a faktorsúly 0,7-nél nagyobb. Értékei -1 és $+1$ közötti intervallumban helyezkednek el, s az előjeltől függően pozitív vagy negatív lehet a főkomponens és a változó közötti kapcsolat. Az alap-

üzemi létszám és az F_1 főkomponens között például szoros a kapcsolat (0,941), míg a fenti változó és az F_2 főkomponens között gyenge a kapcsolat (0,286). Az F_1 főkomponens szerinti meghatározó változók a létszámadatok, az F_2 főkomponens szerinti lényeges változók az állóeszközök, illetve a termelési érték. Az alapüzemek létszáma és az összes fizikai dolgozók száma a legfontosabb tényezők. Az átlagos műszakszám közepesen gyenge negatív súlya (-0,755) a nem megfelelő műszakszámra utal. Az átlagos műszakszám igen alacsony, 1,22 volt, nem is változott a megfigyelési időszakban. Az F_2 főkomponens szerint a segédüzemek állóeszközének bruttó értéke és a termelési érték (folyó áron) minősíthető jelentősnek.

A termelési érték növekedéséhez ezek szerint a segédüzemeket kell fejleszteni. A kisegítő és kiszolgáló folyamatok gépesítettsége Magyarországon elmaradt a kívánatostól, s így ez sokszor akadályozza az alapfolyamat zavartalan működését.

A II. mutatószámcsoporthoz a mutatók nagy száma miatt két részre bontva (II/1. és II/2. csoportra) végeztük el a számításokat, majd mindkét csoportból F_1 főkomponens szerint kiemelve a lényeges változókat végeztünk új számításokat. Elsőként a II/1. csoportot vizsgáltuk. Az egyes főkomponensek által magyarázott rész kumulálva: F_1 44,0, F_2 68,5, F_3 85,8 százalék. Az F_1 főkomponens szerint szoros a kapcsolat a gépesítettséggel és automatizáltsággal, a kapacitáskihasználás tervezett szintjével és a gépi munkának az összes munkaráfordításon belüli arányával. F_2 szerint szoros a kapcsolat a gépesített munkával foglalkoztatottak arányával és az új gépek és épületek arányával, F_3 szerint igen szoros a kapcsolat az évente kilépők számával.

Az egyes főkomponensek alapján az alábbi csoportok képezhetők:

- F_1 szerint a gépesítettség mutatói,
- F_2 szerint a beruházások, illetve a gépesített munkával foglalkoztatott dolgozók mutatói,
- F_3 a munkaerő-forgalom mutatója

A három főkomponens (F_1 , F_2 , F_3) az eredeti változók szórásnégyzetének 85,8 százalékát magyarázza, s így az eredeti változókat a főkomponenssúlyok alapján három csoportba sorolhattuk.

A II/2. csoport vizsgálata során két főkomponenst volt érdemes meghatározni: F_1 (86,5%) és F_2 (95,0%). Az F_2 főkomponenssel csak a termelés műszaki fejlődésének együtthatója van szoros kapcsolatban, tehát ez az egy változó (kutatási, fejlesztési ráfordítás az összes ráfordítás százalékában) különült el. A többi változó az F_1 főkomponenssel van szoros, illetve közepes kapcsolatban. Az F_1 főkomponenssel a következő változóknak szoros a kapcsolata:

- a munka technikai ellátottsága,
- alapfelszereltség,
- munkatermelékenység,
- folyamatos, félautomatikus és automatikus gyártásvonalak mennyisége, értéke,
- elektromosenergia-ellátottság,
- a munka gépellátottsága.

A főkomponenssúly mindegyik változónál 0,9 felett van, de az értékek 0,975-nél kisebbek.

A II/1. és II/2. csoportból a két F_1 alapján a gépesítettség, a technikai ellátottság, az alapfelszereltség, a munkatermelékenység, a folyamatos, félautomatikus és automatikus gyártásvonalak mennyisége változókat emeltük ki. Újra elvégezve a számításokat a II. mutatószám-csoporton belül a redukált változókra vonatkozóan, az F_1 főkomponens (94,8%) minősíthető jelentősnek, a változók sorrendje a következő: 1. alapfelszereltség, 2. technikai ellátottság, 3. munkatermelékenység, 4. folyamatos, illetve 5. félautomatikus és automatikus gyártásvonalak mennyisége, 6. a gépi munka aránya az összes munkaráfordításon belül, 7. a gépesí-

tettség és automatizáltság szintje, 8. a kapacitáskihasználás tervezett szintje. Az első öt változóval a kapcsolat igen szoros, az utolsó három változóval szoros. F_1 és a felsorolt változók között a súlyok 0,988 és 0,945 között szóródtak. A felsorolt mutatók a technikai felszereltséget a munka termelékenységét, vagy a gépi munka arányát, az automatizáltság szintjét jellemzik.

Végül a III. csoportra vonatkozó számításokat a változók nagy száma miatt szintén csak újabb (III/1., III/2. és III/3.) csoportok létrehozása után végezhetjük el. Ezt követően a három csoport főkomponenssúlyainak figyelembevételével kiemeltük a legfontosabb változókat, s újra főkomponens-analízist végeztünk.

A III/1. csoport főkomponens-analízisének eredményei: F_1 67,1, F_2 85,4 százalékot magyaráz.

F_1 és a balesetek súlyossága, gyakorisága és a káros munkakörülmények között dolgozók száma változók között van szoros kapcsolat (a főkomponenssúlyok 0,90 felett és 0,95 alatt vannak). F_2 és a száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma között szoros a kapcsolat, s ez a változó elkülönül. Az ezer dolgozóra jutó balesetek számánál negatív főkomponens-súlyt kaptunk. Az F_2 és a száz dolgozóra jutó megbetegedések száma között szintén negatív, de közepes a kapcsolat.

Két újabb alcsoportot képeztünk tehát:

III/1/1. csoport: az üzemi balesetek szintjét jellemző mutatók és a káros munkakörülmények között dolgozók száma,

III/1/2. csoport: az időszakos munkaképtelenség mutatói.

Az első alcsoport tehát az okokat, a második pedig az okozatokat foglalja magában.

A III/2. csoport főkomponens-analízisének eredményei: F_1 76,5, F_2 92,2 százalék.

Az F_1 főkomponens és az idegi terhelés mutatója között van szoros kapcsolat, míg a levegő hőmérséklete, az egyéni védőeszközökkel ellátott dolgozók száma változókkal közepesnek minősíthető a kapcsolat. F_2 és a zaj, valamint a kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma között szoros a kapcsolat.

Két alcsoportot képeztünk így:

III/2/1. csoport: levegő hőmérséklete, a vállalatra jellemző ártalmas fényerő, a munka nehézsége,

III/2/2. csoport: kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma, zaj.

A III/3. csoport főkomponens-analízisének eredményei: F_1 71,8, F_2 86,3 százalék.

Igen szoros a kapcsolat az F_1 és a védőkesztyűvel ellátandó dolgozók száma között.

Szoros a kapcsolat az F_1 és a sisakkal, szemüveggel, gázálarccal, légzőkészülékekkel és védőcipővel ellátandó dolgozók száma, továbbá az F_2 és a nehéz fizikai munkával foglalkoztatottak száma között.

Két alcsoportot érdemes tehát képeznünk:

III/3/1. csoport: azon dolgozók száma, akiket egyéni védőeszközökkel kell ellátni,

III/3/2. csoport: a nehéz fizikai munkával foglalkoztatottak száma.

A 2. alcsoport oknak, az 1. pedig okozatnak minősíthető.

A főkomponens-analízis második lépésjében a III/1., III/2., III/3. csoportokon belül az F_1 főkomponens szerinti jelentős változókat kiemeltük. (A főkomponenssúly ezeknél a változóknál 0,9 felett volt.) Ezt követően a kiemelt változók főkomponens-analízisét hajtottuk végre: F_1 83,8, F_2 91,9 százalékot magyaráz.

Az F_1 főkomponens szoros kapcsolatban van a sisakok és a védőkesztyű mutatókkal, és közepes kapcsolatban van az idegi terhelés, a védőruha, szemüveg és gázálarcok, légzőkészülékek változókkal.

Az F_2 főkomponens szoros kapcsolatban van a balesetek súlyosságával, és közepes kapcsolatban áll a káros munkakörülmények között dolgozók számával és a balesetek gyakoriságával.

A III. mutatószámcsoporthoz tehát (eredményváltozók csoportja) kiemelt szerepük van az egyéni védőeszközök, az idegi terhelés és az üzemi balesetek mutatójának.

Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a vállalat munkavédelmi helyzetét jellemző mutatók között (III.) meghatározó szerepe van: 1. az egyéni védőeszközökkel ellátott dolgozók számának, 2. az üzemi balesetek szintjének és a zajártalomnak.

Míg a főkomponens-analízissel egy adott mutatószámcsoporthoz belül hozhatunk létre olyan alcsoportokat, amelyeknek változói csoporton belül szorosan, csoportok között azonban gyengén korrelálnak, addig a kanonikus korrelációszámítással két mutatószámcsoporthoz állítunk szembe egymással, és keressük mindkét csoportban azokat az alcsoportokat, amelyek a másik csoport adott alcsoportjával szoros korrelációs kapcsolatban vannak.

A számítások első lépését most is az előzőekben bemutatott csoportok, alcsoportok közötti kapcsolatok vizsgálata képezte.

A második lépésben már csak az I.–III. és a II.–III. redukált változókat vontuk be a számításba. Ennek eredményeképpen pedig meg tudtuk határozni a regressziós függvények változóit, vagyis azt, hogy milyen eredmény- és tényezőváltozók között végezzünk további regressziós számításokat (tehát a változók szelektálását végeztük el).

A következő lépésben stepwise-regresszióval teszteltük a modellt (például F -próbával az R^2 -et) ezért itt nem közöljük a kanonikus együtthatókat, illetve a kapcsolat szorosságát nem minősítjük. A stepwise-módszerrel ugyanis a tényezőváltozók további finomítását hajtottuk végre. ($F=4$ kritikus értékkel dolgoztunk.)

A II. és a III. csoport között szorosabb volt a korrelációs kapcsolat, mint az I. és a III. csoport között.

Megjegyezzük, hogy a főkomponens és a kanonikus korrelációszámítások eredményei összhangban vannak. A termelési érték, a termelő és az alapüzemi állóeszközök bruttó értéke változók az F_2 főkomponens szerint minősültek jelentősnek, az idegi terhelés, az egyéni védőeszközök, a munkavédelmi ráfordítások, a nehéz fizikai munkát végzők száma változók pedig a kiemelés után is az F_1 főkomponens szerint fontos változók, így a modellspecifikáció elfogadható.

Az egyes vállalatoknál különböző számú regressziós függvény reprezentálja a I. és a III. mutatószámcsoporthoz (tényező- és eredményváltozók) közötti kapcsolatokat. (Lásd a 3. táblát.)

Megállapíthatjuk, hogy nincs a vizsgálatba bevont vállalatokra egyaránt érvényes és jellemző korrelációs összefüggés. Azaz nincs olyan eredményváltozó (munkavédelmi mutató), amelyik mindhárom vállalatnál ugyanazzal a tényezőváltozóval korrelál. Ebből levonható az a következtetés, hogy a kapott eredmények nem lehetnek általános érvényűek (gépipari vállalatok), mivel azok vállalat-specifikusak. Továbbá az eredmények mindhárom vállalatnál azt mutatják, hogy az eredetileg meghatározott 27, a munkavédelmi helyzetet jellemző mutató közül 8-szoros korrelációt mutat valamely, a vállalatot általánosan jellemző, illetve a műszaki haladást jellemző mutatóval. Így tehát a korrelációs összefüggések tükrözik a vállalatok sajátosságait, és értékelésüket is e szinten kell elvégezni. Az értékelésnél figyelembe kell venni azt is, hogy a kapott összefüggések szakmailag értelmezhetők legyenek.

A munkavédelmi helyzetet jellemző mutatók, amelyek mindhárom vállalatnál szoros korrelációt mutatnak valamely, a vállalatot általánosan jellemző vagy a műszaki haladást jellemző mutatóval, a következők: a balesetek gyakorisága, a balesetek súlyossága, a száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma, a kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma, az előírásoknak nem megfelelő zajszinten dolgozók száma, azoknak a dolgozóknak a száma, akiket egyéni védőeszközökkel kell ellátni.

3. tábla

A vállalati munkavédelem korrelációja

Eredményváltozó	Tényezőváltozó		
	1. vállalat	2. vállalat	3. vállalat
1. A dolgozók nem megfelelő munkakörülmények miatti fluktuációja ...	–	– termelési érték folyó áron – alapüzemi állóeszközök bruttó értéke – gépesített munkával foglalkoztatottak aránya	– alapfelszereltség
2. A balesetek gyakorisága	– termelő állóeszközök bruttó értéke – kapacitáskihasználtság tervezett szintje	– alapüzemi állóeszközök bruttó értéke – gépesített munkával foglalkoztatottak aránya	– termelési érték folyó áron – alapfelszereltség
3. A balesetek súlyossága	– termelési érték folyó áron – kapacitáskihasználtság tervezett szintje	– a munka technikai ellátottsága	– segédüzemi állóeszközök bruttó értéke – elektromos energiaellátottság
4. A száz dolgozóra jutó megbetegedések száma	– a géppark automatizálási együtthatója (darab)	– segédüzemi állóeszközök bruttó értéke	–
5. A száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma	– a géppark automatizálási együtthatója (forint)	– segédüzemi állóeszközök bruttó értéke	– a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje – kilépők száma
6. A káros munkakörülmények között dolgozók száma	– termelési érték folyó áron – az összes ráfordításon belül a gépi munka aránya – kapacitáskihasználtság tervezett szintje	– alapüzemi állóeszközök bruttó értéke – gépesített munkával foglalkoztatottak aránya – kilépők száma – a géppark automatizálásának együtthatója (darab)	– –
7. A kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma	– termelési érték folyó áron – dolgozók összlétszáma	– a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje	– termelő állóeszközök bruttó értéke – alapüzemi létszáma – kilépők száma – alapüzemi létszám – kilépők száma
8. A nem megengedhető zajszinten dolgozók száma .	– termelési érték folyó áron	– a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje	–
9. A nem megengedhető vibráció mellett dolgozók száma	–	–	– termelő állóeszközök bruttó értéke – átlagos műszakszám – az összes munkaráfordításon belül a gépi munka aránya – kilépők száma

(A tábla folytatása a következő oldalon.)

(Folytatás)

Eredményváltozó	Tényezőváltozó		
	1. vállalat	2. vállalat	3. vállalat
10. A nem megengedhető porszennyeztségben dolgozók száma	–	–	– termelő állóeszközök bruttó értéke – alapüzemi létszám – kilépők száma
11. A nem megengedhető gázszenyeztségben dolgozók száma	–	–	–
12. A nem megengedhető rossz levegőhőmérsékleten dolgozók száma ...	– termelési érték folyó áron – dolgozók összlétszáma – alapfelszereltség – munkatermelékenység	–	– fizikai dolgozók létszáma
13. A nem megengedhető relatív nedvességtartalom mellett dolgozók száma	–	–	– kilépések száma – alapüzemi létszám
14. A nem megengedhető légmozgású térben dolgozók száma	–	–	– kilépők száma
15. A nem megfelelő megvilágítás mellett dolgozók száma	– termelési érték folyó áron – dolgozók összlétszáma – munka- termelékenység	–	– fizikai dolgozók létszáma – belépők száma
16. A munka nehézsége (fő)	– termelési érték folyó áron – automatikus gyártóvonalak	–	– dolgozók összlétszáma – a termelés gépesítettsége és automatizáltsága – belépők száma – a termelés műszaki-fejlődési együtthatója
17. Idegi terhelés	– dolgozók összlétszáma	–	– termelő állóeszközök bruttó értéke – alapüzemi létszám – összes munkaráfordításon belül a gépi munka aránya – kilépők száma
18. Egyéb (fő)	– termelési érték folyó áron – dolgozók összlétszáma – munka- termelékenység	–	– termelő állóeszközök bruttó értéke – alapüzemi létszám – gépesített munkával foglalkoztatottak aránya – kilépők száma

(A tábla folytatása a következő oldalon.)

(Folytatás.)

Eredményváltozó	Tényezőváltozó		
	1. vállalat	2. vállalat	3. vállalat
19. Az egyéni védőeszközökkel ellátott dolgozók száma	–	– fizikai dolgozók létszáma – az összes munkaráfordításban belül a gépi munka aránya – a munka technikai ellátottsága	–
20. Védőcipő (fő) ...	– termelési érték folyó áron – az összes ráfordításban belül a gépi munka aránya	– fizikai dolgozók létszáma – az összes ráfordításban belül a gépi munka aránya – a munka technikai ellátottsága	– termelési érték folyó áron – átlagos műszakszám – a kapacitáskihasználtság tervezett szintje – belépők száma – munka-termelékenység
21. Védőruha (fő) ...	– termelési érték folyó áron – átlagos műszakszám – az összes ráfordításban belül a gépi munka aránya – a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje – a kapacitáskihasználtság tervezett szintje	– fizikai dolgozók létszáma – a munka technikai ellátottsága	– termelő állóeszközök bruttó értéke – fizikai dolgozók összlétszáma
22. Védőkesztyű (fő)	– termelési érték folyó áron – termelő állóeszközök bruttó értéke – alapüzem létszáma – az összes munkaráfordításban belül a gépi munka aránya – a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje – a kapacitáskihasználtság tervezett szintje	– fizikai dolgozók létszáma – az összes megtakarításban belül a gépi munka aránya – a munka technikai ellátottsága	–
23. Szemüveg (fő) ..	– termelési érték folyó áron – átlagos műszakszám – összes ráfordításban belül a gépi munka aránya	– fizikai dolgozók létszáma – a munka technikai ellátottsága	– termelő állóeszközök bruttó értéke – a fizikai dolgozók létszáma
24. Sisak (fő)	– termelési érték folyó áron – átlagos műszakszám	–	– fizikai dolgozók létszáma

(A tábla folytatása a következő oldalon.)

(Folytatás.)

Eredményváltozó	Tényezőváltozó		
	1. vállalat	2. vállalat	3. vállalat
25. Gázálcok, légző-készülékek	– termelési érték folyó áron – alapüzemi létszám – dolgozók összlétszáma	–	– kapacitás-kihasználtság tervezett szintje – belépők száma
26. A munkavédelem ráfordítása	– termelési érték folyó áron – összes munkaráfordításon belül a gépi munka aránya	–	–
27. A nehéz fizikai munkával foglalkoztatottak száma	–	–	– termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje

Egyes vállalatoknál a korrelációs kapcsolatokat aszerint minősítjük, hogy – véleményünk szerint – azok logikai úton és bizonyos tapasztalatokat figyelembe véve magyarázhatók-e, feltételezve, hogy ezek érvényesek a vizsgált vállalatoknál.

Az elmúlt 15-20 évben Magyarországon a műszaki fejlődés az ipari munkakörülmények tekintetében ellentmondásos helyzetet eredményezett. Növekedett az állóeszközök volume-ne, az összes és az egy dolgozóra jutó bruttó termelés és a munka termelékenység, miközben csökkent a fizikai dolgozók által teljesített órák száma. Ugyanakkor megváltozott a munkatevékenység elemeinek összetétele. Növekedett a monotonia, az idegi-pszichikai megterhelés, a zajszint, az ártalmas kémiai anyagok alkalmazásának aránya. Csökkent a balesetek gyakorisága, súlyossága viszont növekedett. Megváltozott a munkaerő szerkezete, nőtt a szakképzett dolgozók aránya.

A 3. táblából kitűnik, hogy a munkavédelmi helyzetet jellemző mutatók közül (III. csoport) tizenkilenc szoros kapcsolatot mutat az I. és a II. csoport mutatóival. Ezeknek döntő többsége matematikai statisztikai szempontból szignifikáns, de szakmai-munkavédelmi szempontból – még logikai úton is – nehezen vagy egyáltalán nem értelmezhető.

A 3. tábla szerint ilyen jellegű kapcsolatot a termelési érték folyó áron, a termelő állóeszközök bruttó értéke, összlétszám, új gépek és épületek értéke folyó áron, a kapacitáskihasználtság tervezett szintje, kilépők száma, alapfelszereltség, elektromos energiaellátottság, munkatermelékenység, folyamatos, félautomatikus és automatikus gyártásvonalak, géppark automatizálási együtthatója mutat. A további öt munkavédelmi mutató vonatkozásában logikai úton és tapasztalatok alapján, bizonyos mértékig, magyarázható a matematikai módszerrel kimutatott jellemző korrelációs kapcsolat. Ezek a következők: a száz dolgozóra jutó megbetegedések száma, a száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma, a káros munkakörülmények között dolgozók száma, a kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma, valamint a munka nehézsége.

Az 1. vállalatnál a száz dolgozóra jutó megbetegedések száma és a száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma szoros kapcsolatot mutat a géppark automatizálási együtthatójával. A megbetegedések száma időben csökkenő, a táppénzes napok száma és az automatizálási együttható pedig időben növekvő tendenciát mutat.

A káros munkakörülmények között dolgozók száma növekvő tendenciát mutat a gépi munka fajsúlyának és a kapacitáskihasználtság tervezett szintjének növekedésével párhuzamosan. Kapcsolata a termelési értékkel nem magyarázható.

A kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma a vizsgált időszakban csökkenő tendenciát mutat, miközben a dolgozók összlétszáma növekedett. Kapcsolata a termelési értékkel nem magyarázható.

Az előírásokat meghaladó fizikai megterheléssel dolgozók száma csökkenő tendenciát mutat, míg az automatikus gyártóvonalak értéke növekedett. Kapcsolata a termelési értékkel nem magyarázható.

A 2. vállalat munkavédelmi helyzetét jellemző mutatók közül 13 alkot szoros kapcsolatot az I. és a II. mutatószámcsoporthal.

A balesetek súlyossági mutatója növekvő tendenciájú a munka technikai ellátottságának növekedésével párhuzamosan.

A káros munkakörülmények között dolgozók száma csökkent, miközben emelkedett a gépesített munkával foglalkoztatott dolgozók aránya és a géppark automatizálási együtthatója. Az alapüzemi állóeszközök bruttó értékével, valamint a kilépők számával mutatkozó kapcsolata nem magyarázható.

A kedvezőtlen munkakörülmények között dolgozók száma csökkent, míg a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje növekedett. A szabványnak nem megfelelő zajszinten dolgozók száma csökkent a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintjének növekedésével párhuzamosan.

Az egyéni védőeszközökkel ellátott dolgozók száma csökkenő tendenciájú a gépi munka arányának, a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintjének, valamint a munka technikai ellátottságának növekedésével, illetve a fizikai dolgozók létszámának csökkenésével párhuzamosan.

A 3. vállalat munkavédelmi helyzetét jellemző mutatók közül 21 alkot szoros kapcsolatot az I. és a II. mutatószámcsoporthal.

A száz dolgozóra jutó táppénzes napok száma enyhén növekedő tendenciát mutat, miközben a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintje emelkedik. Kapcsolata a kilépők számával nem értelmezhető.

A káros vibrációnak kitett dolgozók száma növekvő tendenciát mutat a termelő állóeszközök bruttó értékének és a gépi munka arányának növekedésével párhuzamosan. Az átlagos műszakszámmal és a kilépők számával mutatkozó kapcsolat nem értelmezhető.

Az előírásokat meghaladó fizikai megterhelésnek kitett dolgozók száma enyhén csökkenő tendenciát mutat a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintjének növekedésével és a műszaki fejlődési együttható csökkenésével. A dolgozók összlétszámával és a belépők számával való kapcsolat nem értelmezhető.

Az idegi terhelésnek kitett dolgozók száma növekvő tendenciát mutat az alapüzem létszámcsökkenésével és a gépi munka arányának növekedésével. A termelő állóeszközök bruttó értékével és a kilépők számával mutatkozó kapcsolat nem értelmezhető.

A nehéz fizikai munkát végzők aránya enyhén csökkenő tendenciájú a termelés gépesítettségi és automatizáltsági szintjének növekedésével.

*

A prognóziskészítés több lépésből áll. Először a szakmai szempontból megfelelő és a matematikai statisztikai módszerekkel (kanonikus korrelációszámítás, stepwise-regresszió) kiválasztott regressziós függvényt teszteljük. Ezt követően a tényezőváltozókat extrapoláljuk. A mechanikus trendextrapoláció nem mindig alkalmazható, fel kell használni a szakértői becsléseket is. A tényezőváltozók extrapolált értékeit a regressziós függvénybe helyettesítve megkapjuk az eredményváltozó (munkavédelmi helyzet) prognosztizált értékét.¹

¹ A számításokat Bessenyei István és Hajdu Ottó „Lineáris regressziószámítás” programcsomagjával végeztük IBM személyi számítógépen.

A kiválasztott lineáris függvény

$$y = f(x_1; x_2)$$

ahol:

y – a káros munkakörülmények között dolgozók száma (fő),
 x_1 – az összes munkaráfordításon belül a gépi munka aránya (százalék),
 x_2 – a kapacitáskihasználtság tervezett szintje (százalék).

4. tábla

<i>A paraméterek tesztelése</i>			
Változó	Paraméter	Standard hiba	t -érték
y	-294,13	36,09	-8,15
x_1	5,12	1,70	3,00
x_2	3,49	0,89	3,91

Mivel a paraméterek parciális tesztelése során 5 százalékos szignifikancia-szinten a 13-as szabadságfokú kritikus t -érték 2,16, ezért mindkét magyarázó változó esetén a szignifikáns kapcsolatot tartalmazó hipotézist fogadjuk el.

A regressziós modellt globálisan a stepwise-regresszióval már teszteltük ($R^2=0,93$; $F=88,5$), tehát a regressziós modell alkalmazása indokolt. ($F_{0,05}(3,13)=5,75$, aminél a számított érték lényegesen nagyobb.)

A becslést idősorokból végeztük, így az autokorrelációt fokozott figyelemmel kell tesztelni. Szignifikáns autokorreláció esetén elemzésre és előrejelzésre ez a függvény nem alkalmas.

Az r_a mutató alapján nincs szignifikáns autokorreláció, mivel $r_a=0,27$ kisebb a kritikus értéknél [$r_a(16; 0,05)=0,32$].

A Durbin-Watson-statisztika a bizonytalansági tartományba esett.

A heteroszkedaszticitás globális tesztelését a Harrison és Szroeter nevéhez kötődő hipotézis-ellenőrzési módszerrel végeztük el. (Lásd (3) 160–161. old.)

Nullhipotézisünk:

$$H_0: D^2(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

vagyis a véletlen változó szórásnégyzete állandó.

A próbafüggvény:

$$h = \frac{\sum_{i=1}^n h_i e_i^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

ahol:

e_i – a tapasztalati reziduális érték ($y_i - \hat{y}_i = e_i$),
 $h_i = 2 [1 - \cos(i\pi/(n+1))]$.

A nullhipotézis érvényessége esetén a $h/4$ változó közelítőleg béta-eloszlást követ $p=q=r/2$ paramétereket, ahol

$$r = \frac{3(n-k-1)(n-k+2)}{2(n-k+1)} - 1 \quad (k \text{ a becsült paraméterek száma}).$$

Mivel modellünk esetében $n=16$, $k=3$, $r/2=9,14$, $h=2,209$ és $h/4=0,55225$, továbbá a béta (9,14; 9,14) eloszlás esetén $P_r(x < 0,55225) = 0,67073$, ezért a 0,55225, és így a $h=2,209$ is messze a nullhipotézis elfogadási tartományába esik, tehát modellünket 5 százalékos szignifikancia-szinten homoszkedasztikusnak fogadhatjuk el, vagyis a reziduumok varianciája állandó.

A multikollinearitást χ^2 -próbával teszteltük.

A tényezőváltozók közötti korrelációs együttható, $r_{12}=0,690$, ha $n=16$, $p=2$, akkor a χ^2 próbafüggvény

$$\chi^2 = -[n-1-1/6(2p+5)]\log(1-r_{12}^2) = 3,78$$

A kritikus érték $1/2 p(p-1)$ szabadságfok mellett

$$\chi^2_{0,05(1)} = 3,841.$$

Mivel a számított érték kisebb, mint a kritikus érték, 5 százalékos szignifikancia-szintre elfogadhatjuk azt a hipotézist, hogy a multikollinearitás mértéke nem zavaró.

Tehát az $y = -294,13 + 17x_1 + 3,49x_2$ regressziós függvény elemzésre és előrejelzésre felhasználható.

A prognózisokat és azok hibahatárait az 5. tábla tartalmazza.

5. tábla

Prognózis egyedi értékre 95 százalékos megbízhatósági szinten

Év	Tényleges érték			Intervallumbecslés*	Pont-becslés	Becslési hiba (százalék) $\frac{y_t - y^t}{y}$
	y	x_1	x_2			
1987	252	44,6	96	$234,68 \pm 2,16 \cdot 13,24$; 206,80–263,28	234,68	6,87
1988	246	44,5	84	$227,18 \pm 2,16 \cdot 13,62$; 197,76–256,60	227,18	7,65
1989	243	44,5	82	$220,18 \pm 2,16 \cdot 14,27$; 189,36–251,00	220,18	9,39

* A konfidencia-intervallum képzésének módja: pontbecslés $\pm t_{0,05(16-3)} = 2,15$ standard hiba.

Az 5. táblából látható, hogy rövid távon a tényleges adatok felhasználásával a regressziós függvény jó becslést ad, az elkövetett becslési hiba az időtáv növekedésével 6,87 százalékról 9,39 százalékra emelkedik, de a gyakorlati tapasztalatok által elfogadott 10 százalék alatt marad.

IRODALOM

- (1) Hauck Ferenc–Pintér József–Rédey Katalin–Sipos Béla: Döntéselőkészítési módszerek – vállalati prognózisok – termelési függvények. Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár. Budapest. 1988. 156 old.
- (2) Hajdu Ottó–Hermann Sándor–Pintér József–Rédey Katalin: Ökonometria alapvetés. Tankönyvkiadó. Budapest. 1987. 159 old.
- (3) Harrison, M. I.: Tables of critical values for a Beta approximation to Szroeter's statistic for testing for heteroscedasticity. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 1982. évi 2. sz. 159–163. old.
- (4) Kádas Kálmán: A közlekedéssziszitika módszerei. Tankönyvkiadó. Budapest. 1974. 231 old.
- (5) Kerékgyártó Györgyné–Mundruczó György: Statisztikai módszerek a gazdasági elemzésben. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest. 1987. 332 old.
- (6) Korán Imre: Gazdasági prognosztika. Tankönyvkiadó. Budapest. 1978. 262 old.
- (7) Hajdu Ottó–Kiss Tibor: Nevezetes statisztikai eloszlások IBM számítógépen. Szoftver és szoftverleírás. (Kézirat.)

TÁRGYSZÓ: Munkaügy. Előrejelzés. Matematikai statisztika.

РЕЗЮМЕ

Авторы излагают свои исследования, целью которых являлась разработка с помощью регрессивных моделей рекомендаций для прогнозирования показателей, характеризующих состояние охраны труда на предприятиях.

На первом шагу они применяют многопеременные статистические методы для установления того, между какими факторами и переменными результата возможна сигнификационная связь. Они производят отбор принятых таким образом во внимание на первом шагу переменных, а затем с помощью регрессивного расчета Степуайса оценивают регрессивные модели, применяемые для прогнозирования.

Переменные факторов они прогнозируют путем экстраполяции трендов и вводят эти данные в соответствующие регрессивные кривые. Таким образом путем трехступенчатой оценки им удалось составить прогноз показателей, характеризующих состояния охраны труда на предприятии. Они осуществили прогноз соответствующей структуры, то есть предположили, что в будущем не произойдет существенного изменения структуры.

SUMMARY

The authors present the results obtained by regression models aimed at the elaboration of recommendations for the prediction of indicators characterizing the conditions of labour safety in enterprises.

In the first phase they applied multivariate statistical methods in order to find out which factors and explained variables result in significant correlations. In the first step the variables were selected then forecasting models were estimated by the method of stepwise regression.

The explaining variables were predicted by trend extrapolation and the data were substituted into the relevant regression equations. Thus as a result of a three-stage estimation, it became possible to predict the indicators characterizing the conditions of labour safety. The adequate structure was predicted, that is the authors supposed that the structure will not change considerably in the future.