

Módszer számítógépes rendszerek ergonómiai tervezésére

NAGYSZEGHI FERENC—FRIDRIK MÁRTA

Telefongyár



ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk szerzői a Telefongyár számítógépes rendszerei és a várható fejlesztési irányok bemutatása után részletesen elemzik ergonómiai szempontok szerint a számítógépes tervezői rendszert. Ezt követően bemutatnak egy olyan módszert, amely számítógépes programok alkalmazásával és a THURSTONE—GUILFORD-eljárást követve — rövid futtatási idő után — preferencia sorrendet és súlyszámokat határoz meg. A módszer megfelelő felhasználás esetén alkalmas lehet számítógépes rendszerek ergonómiai tervezésére.

1. Bevezetés

A technológia és a szervezet intenzív fejlesztése érdekében 1975—80 között a Telefongyár sok új, korszerű berendezést állított üzembe. A technológiával, a tervezéssel szemben állandóan növekvő elvárások kielégítésére ezzel egyidőben számítógéppel segített tervezést és technologizálást vezetett be. Ezenkívül — irányításának korszerűsítése érdekében — R35 számítógépen alapuló üzemet telepített a Telefongyár.

Így elmondható, hogy a vállalat jelentős számítógépparkkal rendelkezik. A gépek hatékonyabb üzemeltetése érdekében fontos feladat a kialakított számítógépes rendszerek állandó ergonómiai vizsgálata, és szükség esetén a helyzetet megfelelően javító beavatkozások végrehajtása.

A vállalatnál Ergonómiai Laboratórium működik, amelynek munkáját jól jellemzi az, hogy egyike volt az első hazai laboratóriumoknak, ahol a 60-as évek elején megkezdődött a pszichológia ipari, üzemi alkalmazása. A kezdeti nehézségek után hamarosan kiterjedt munkálatok kezdődtek, elsősorban a vezetéssel, a műszaki fejlesztéssel, majd az 1970-es évek végétől a számítógép alkalmazással kapcsolatos pszichológiai kérdésekben.

Az elmúlt két évtizedes munka számos hazai és nemzetközi publikációt, tanfolyamokat és egy olyan korszerű műszerekkel (pl. süketszobával is) felszerelt laboratóriumot eredményezett, amely munkájával és ergonómiai tevékenységével hatékonyan képes hozzájárulni az aktuális vezetési, szervezési és műszaki fejlesztési, valamint termelési feladatok megoldásához.

Érdemes még megjegyezni azt is, hogy kísérletek folytak a számítógépet üzemeltetők számítógéppel segített alkalmasság- és bevalásbecslésére is [1], mivel ez az egyik lehetséges módja az optimális ember—gép kapcsolat kialakításának.

Erre annál is inkább szükség van, mivel a következő egy-két évtizedben az ember alkotta mesterséges környezet jelentősen megváltozik. Leglátványosabb

NAGYSZEGHI FERENC

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1974-ben gépészmérnöki diplomát szerzett. 1974-től gyártástechnológiai szakvégeztése miatt a vállalat gyártástechnológiájának fej-

lesztésével foglalkozott. Általános jellegű témákon kívül részt vett a „Számítógépes tervező-gyártó-ellenőrző rendszer” megvalósításában és fejlesztésében. 1983-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen gazdaságmérnöki diplomát szerzett.

változás az elektronikus elven működő eszközök, de különösen a számítógépek széles körű elterjedése lesz. Az elterjedésnek lényeges következményei lesznek a munkaerő-struktúrára, a szakképzés követelményeire, de magára az életmódra is. A hírközlés és a számítástechnika átalakul információs technológiává [2].

Ebből adódóan a számítógépes gyártási, irányítási rendszerek és az információs technológia mai követelményeit tekintve különösen előtérbe kerül a rendszert alkalmazó ember; adottságaival, képességeivel, tudásával és korlátaival együtt.

Emellett azt is figyelembe kell venni, hogy a számítógépes rendszerek fejlődésével az ember—gép kapcsolat tervezésénél a következő, jövőben várható tendenciákkal kell számolni [4]:

- hardverfejlesztés (központi egységek kapacitásának növelése, intelligens terminálok elterjedése, adatátviteli helyzet javulása);
- speciális szoftverek fokozott ütemű fejlesztése és alkalmazása (dialogus orientált rendszerek, távadatfeldolgozás, intelligens terminál és számítógép kapcsolata);
- a dialógustechnikák tökéletesítésével jobb felhasználói elégedettség, kisebb információterhelés;
- olyan dialógusnyelvek állandó fejlesztése, amelyek egyre jobban megközelítik a természetes nyelveket;
- jobb bemeneti/kimeneti hordozóanyag fejlesztése.

Ezek a várható változások a közeljövő és így napjaink feladatává teszik azt, hogy fokozott figyelmet fordítsunk a számítógépes rendszerek ergonómiai és szociotechnikailag is megfelelő tervezésére, kialakítására.

„A szociotechnikai rendszer koncepciója abból a feltevésekből alakítható ki, hogy minden termelési rendszernek szüksége van mind technológiai szervezetre (berendezés és folyamat megtervezésére), mind

Beérkezett: 1984. VI. 11. (↔)

pedig olyan munkaszervezetre, amely összeköti egymással azokat, akik az egyes feladatokat elvégzik. A technológiai követelmények körülhatárolják a munkaszervezés lehetséges típusát, de a munkaszervezetnek is megvannak a sajátos társadalmi és szociálpszichológiai tulajdonságai, amelyek függetlenek a technológiáktól [5].”

Meg kell még jegyezni, hogy a szociotechnikai tervezés alapelve az, hogy az érdekeit dolgozók részt vesznek a munkakörülmények alakításában.

Az előző általános elvek ismertetése után bemutatásra kerül egyrészt a Teleiongyárban működő számítógépes rendszer (ergonómiai szempontból), másrészt az operátorokkai szemben támasztott szellemi és testi követelmények.

2. A tervezőrendszer ergonómiai jellemzése

A tervezőrendszer funkciója a vállalat alapvető szerelési egységéhez, a szerelt, bemért nyomtatott áramköri lapokhoz szükséges gyártási, technológiai dokumentáció és fekete-fehér gyártófilmek számítógépes előállítására.

A számítógépes műveletek a következőkkel jellemezhetők: A digitalizálónál állva felvett rajzolatkép beolvasása a számítógépbe. A számítógépben a feldolgozás után ellenőrző rajz készítése. Hibakeresés és -javítás. Filmkészítés, ha megfelelő az ellenőrző rajz.

A következők felsorolászerűen tartalmazzák azokat az ergonómiai jellemzőket, amelyek a legjobban mutatják be a számítógépes tervezői rendszerben dolgozók helyzetét:

- A tervezői munkahelyek szűkek. A dolgozók többsége szerint választhatják azt a terminált, amelyiknél dolgozni akarnak.
- A berendezések kialakítása akadályozza a kedvező testtartást (a digitalizálónál csak állva, döntött felsőtesttel lehet a munkát végezni).
- A munkák mintegy 60%-át lehet ülő helyzetben végezni. A térd és a lábfej kényelmesen elfér. Az ülés magasság beállítása nehézkes.
- Az egyes berendezések működtetése kézzel történik. A kezelőelemek a mozgás fiziológiai határán belül vannak elhelyezve, könnyen elérhető távolságban. A szükséges erő kifejtés és mozdulat szempontjából elemezve a kezelőelemeket megállapítható, hogy azok megfelelő kiképzésűek, és az elhelyezésük is megfelelő.
- Minden berendezést klaviatúráról, nyomógombok ujjal való működtetésével lehet üzemeltetni. A nyomógombok felülete olyan, hogy csaknem az ujj egész felületével tud érintkezni; homorúan kiképzett felületűek. A gyakori működtetés miatt megfelelően kis ellennyomást alkalmaztak a billentyűzetnél.
- Az ülő munkahelyek kiképzése megfelelő, de nem ideális. Az ülőke- és a háttámlarészen párnázott; az asztalhoz viszonyított magassága állítható. Az ülőhely a kezelőelemek felé forgatható és guruló lábú. A lábtartási vagy -támasztási lehetőség nem megoldott, és nem megfelelő. Néhány (kevés) széken könyöktámaszok találhatóak, amelyek párnázottak, merevek.

— A munkahely padlózata álpadlóként van kialakítva azért, hogy a berendezések vezetékjeinek megoldható legyen. A csúszásgátló bevonat a szokásosan használt cipőtalpanyagokkal elektromos feltöltődést okoz, ami kisüléskor kellemtelen a dolgozónak, de üzemzavart is okozhat. Ugyanilyen hatása van a szokásosan hordott ruhák és a székhuzatok összedörzsölésének is.

2.1. Szellemi követelmények

Vizuális rendszer

- A munkavégzés igen jelentős vizuális követelményeket támaszt.
- A munka mind magas, mind alacsony megvilágítási szintet igényel a feldolgozás fázisától függően.
- Kevert megvilágítást (általánost és mesterségest) használnak. Helyi megvilágítást nem alkalmaznak, pedig a munka térbeli elosztása és jellege (pl. képernyőn végzett munka) szükségessé tenné különböző megvilágítási szintek kialakítását.
- A képernyőn megjelenő vizuális adatok csak igen erős koncentrációval ismerhetők fel a változó nappali fény és a fényvisszaverődés miatt. A kevert megvilágítás megfelel a vizuális követelményeknek. A digitalizáló munkahely megvilágítása a mennyezeten elhelyezett fénycsövekkel nem megfelelő, mert a dolgozó árnyékot vet a munkafelületre, amit csak hajlongással tud kiküszöbölni. Ez viszont derekfájáshoz, fáradtsághoz vezet.

Hallási rendszer

- A munka végrehajtásához szóbeli érintkezésre is szükség van. A munkahely zajszintje — különösen a gépteremben — akadályozza a normális szóbeli érintkezést. A 80–90 dBA érték kizárja a tartós koncentrációs lehetőségét.
- A számítógépen végzett munkák szinte egytől egyig olyanok, hogy a nem elégséges koncentrációs szint, ha nem is idéz elő konkrét hibákat (adatok véletlen törlése, mellégépelés a klaviatúrán stb.), de mindenképpen az ott dolgozók nagyobb idegi (stressz) megterhelését jelenti.
- A dolgozók véleménye alapján a monoton, mély bűgő hang, amelyet elsősorban a klímaberendezés kelt, idegessé, feszültté teszi őket, és a munkavégzés fontosságától független, kényszerű szünetek beiktatásával (a zajos környezetből való eltávozással) tudnak csak az ellen védekezni.
- A rendszertelenül működő, de 5–10 percig folyamatosan éles, magas hangot adó lyukszalaglyukasztó és -olvasó berendezések zaja is kihat a munka folytonosságára. Addig, amíg ezek a berendezések működnek, a környezetünkben nem lehet sem beszélgetni, sem koncentrált szellemi munkát végezni.

A munkakörnyezetben levő, magas zajszintű zaj egyenként is zajos berendezések zajából tevődik

össze. Mivel a zajforrásokat nem lehet elszigetelni, ezért a zajos téréből való eltávolítás jelenti az egyedüli megoldást. Az állandóan jelenlevő zaj gátolja a dolgozók közötti kommunikációt; de ezenkívül a monotonitásból adódóan fokozott mértékben fárasztja a dolgozókat.

Az egyes munkahelyeken (helyiségekben) különböző zajviszonyok között dolgoznak a dolgozók.

2.2. Testi követelmények

- a munkák ülve és állva végezhetőek, illetve e két formát váltakozva lehet választani;
- a munka időnként csúcsigénybevétellel jár. Ennek gyakorisága változó; az elvégzendő feladatok fontosságától, mennyiségétől függ;
- az izomigénybevétel a kéz és az ujjak kis izomsoportjait terheli;
- a digitalizáló munkahelyen végzett munka a legfárasztóbb, mivel csak állva lehet végezni úgy, hogy a testsúly hol az egyik, hol a másik lábra helyeződik. Ez igen erős statikus igénybevételt jelent a lábizmok számára. Időnként a könyökre is lehet támaszkodni, de így kényelmetlen a kezelőelemek használata.

A dolgozó a munkahelyet szabadon elhagyhatja azért, hogy pihenjen, de mégsem használják ki ezt a lehetőséget, mivel fontosabbnak tűnik számukra a nem kényelmes munka mielőbbi befejezése.

Az egyes munkahelyeken (helyiségekben) különböző zajviszonyok között dolgoznak a dolgozók.

2.3. Javaslatok a továbbfejlesztésre

A 2. pont részletesen tartalmazza a tervezőrendszer ergonómiai jellemzését. Az itt megállapított, a dolgozók munkáját hátrányosan befolyásoló, fizikai és környezeti tényezőket különböző műszaki és szervezési intézkedésekkel meg lehet szüntetni vagy legalábbis csökkenteni lehet a hatásukat.

A következők felsorolásszerűen a műszaki intézkedésekre vonatkozó javaslatokat tartalmazzák:

- a kényelmesebb testtartás érdekében az operátori munkahelyeken könyöktámasztós székeket célszerű alkalmazni;
- a képernyős munkahelyeket a felületek tükröződése miatt a világítás irányítottságát figyelembe véve kell elhelyezni;
- a gépterem zajossága főleg a klímaberendezés működésének a következménye, ezért meg kell vizsgálni a zajcsökkentés lehetőségét, beleértve más típusú berendezések alkalmazását is;
- a különböző megvilágítási szinteket igénylő munkahelyeket a kívánalmaknak megfelelően kell kialakítani, esetleg helyi mesterséges világítás alkalmazásával.

A következők a szervezési intézkedésekre vonatkozó javaslatokat tartalmazzák:

- a tevékenységeket a dolgozók képességének megfelelően kell meghatározni. Ne legyenek tehát olyan feladatok kiadva, amelyek meghaladják az egyén képességét vagy képzettségét, mert így idegessé válhat, ami a kör-

nyezetére is hátrányosan hat. Ezenkívül biztosítani kell szakmai ismeretszerzés és -bővítés lehetőségét is;

- a dolgozók igénylik az önállóan végezhető munkát. Az állandóan azonos jellegű tevékenységet folytatók unalmasnak, egyhangúnak érzik a munkát. Ezen a technológiai folyamat elemeinek cserélgetésével (munkarotáció) lehet segíteni;
- egyes esetekben feltétlenül szükséges az ösztönzés korszerűbb formáinak alkalmazása, amelyet néhány különleges feladat fontossága indokolhat. A megfelelő ösztönzők kiválasztásához viszont meg kell találni a dolgozókat leginkább motiváló tényezőket;
- a munkahelyi szociális klíma, a megfelelő munkahelyi légkör jelentősége igen nagy. A légkört befolyásoló tényezők közül egyik leglényegesebb elem a csoporttal való azonosulás. Ha a dolgozó azonosul társaival, osztja a csoporttagok véleményét a felmerülő problémák többségével kapcsolatban, akkor általában elégedettebb a vállalat egészével, a munkájának értelmével és erkölcsi elismerésével. Mindezek eredményeként kevésbé van kitéve a munkával járó idegességek, aggodalmak, félelmek, feszültségek „munkastresszé” történő kummulálódásának [9].

A számítógépes környezet ergonómiai problémáinak bemutatása után vizsgáljuk meg, milyen módszerek ismeretesek e problémák megoldására.

Ezt követően részletesen bemutatásra kerül egy felmérési és kiértékelési módszer, amely segítségével lehetővé válik számítógépes rendszerek ergonómiai tervezésére.

3. A felmérés célkitűzése és módszere

Az ergonómia történetéből, eredményeiből adódóan jól strukturált problémák megoldására részletes kézikönyvek, igen részletes ismeretanyag áll rendelkezésre (pl. zajcsökkentés, színdinamika stb.). Megállapítható azonban, hogy míg a korábbi vizsgálati területeken elért eredmények számszerűen értékelhetők, addig a munka pszichikai jobbá tételére teendő intézkedések kidolgozásához nem állnak rendelkezésre publikált módszerek, kérdőívek.

Mivel az ismertett számítógépes rendszerek, azok üzemeltetése, az ott dolgozók helyzete nem tartozik a jól strukturált problémák közé, ilyen esetben komplex rendszerek vizsgálatára alkalmazható eljárásokkal kell kísérletet tenni az elemzésre. („Komplex rendszernek tekintünk minden rendszert, amelyet egyidejűleg több tulajdonság alapján minősítünk” [7])

A felmérésnél abból a feltételezésből indulhatunk ki, hogy adott a számítógépes rendszert átfogó 9 elemű probléma- vagy tulajdonsághalmaz, amelynek elemei az ergonómiai ismeretek segítségével megoldhatók, javíthatók.

A probléma- vagy tulajdonságelemek kiválasztásánál lényeges, hogy fedjék le, fogják át a teljes rendszert, függetlenek és azonos súlyúak, fontosságúak legyenek.

A felmérés célja a számítógépes környezet 9 elemű problémahalmaz elemeinek rangsorolása súlyozással annak érdekében, hogy az esetleg szükséges beavatkozás sorrendjét és nagyságrendjét meg lehessen becsülni.

3.1. A felmérés módszere

Az előzőekben leírt számítógépes rendszer vizsgálata csak komplex minősítéssel lehetséges, mivel alig található mérésstanilag megalapozott tényező, és számos egyéb, nem mérhető szempont létezik, amely a rendszer működését döntően befolyásolja.

A felmérés az irodalom [8] alapján fejlesztett számítógépes programok felhasználásával készült.

Az értékeléshez kiválasztott 9 ergonómiai értékelési tényező a következő:

- A = Munka/pihenés aránya
- B = Örömet jelentő munka
- C = Anyagilag elismert munka
- D = Önállóan végezhető munka
- E = Egyhangú munka
- F = Perspektíva lehetősége
- G = Elégedettség környezettel
- H = Szellemi megterheltség
- I = Géptől való függőség

Ezek a tényezők a módszer bemutatására megfelelőek. Tényleges felmérés elkészítéséhez azonban az szükséges, hogy a tényezőket több szakmai terület képviselőiből álló csoport határozza meg.

3.2. A preferenciasorrend megállapítása

A preferenciasorrend megállapítása csoportos minősítések alapján a Thurstone—Guilford-féle páros összehasonlítással történt.

Az értékelési tényezők lehetséges száma $n = 9$ esetén

MINÓSÍTÓ LAP

Kérjük aláhúzással jelölje meg azt a tényezőt, amelyet fontosabbnak tart a két tényező közül!

munka—pihenés aránya	— örömet jelentő munka
géptől való függőség	— anyagilag elismert munka
szellemi megterheltség	— önállóan végezhető munka
elégedettség a környezettel	— egyhangú munka
perspektíva lehetősége	— munka—pihenés aránya
anyagilag elismert munka	— örömet jelentő munka
önállóan végezhető munka	— géptől való függőség
egyhangú munka	— szellemi megterheltség
perspektíva lehetősége	— elégedettség a környezettel
munka—pihenés aránya	— anyagilag elismert munka
örömet jelentő munka	— önállóan végezhető munka
géptől való függőség	— egyhangú munka
szellemi megterheltség	— perspektíva lehetősége
elégedettség a környezettel	— munka—pihenés aránya
önállóan végezhető munka	— anyagilag elismert munka
egyhangú munka	— örömet jelentő munka
perspektíva lehetősége	— géptől való függőség
elégedettség a környezettel	— szellemi megterheltség
munka—pihenés aránya	— önállóan végezhető munka
anyagilag elismert munka	— egyhangú munka
örömet jelentő munka	— perspektíva lehetősége
géptől való függőség	— elégedettség a környezettel
szellemi megterheltség	— munka—pihenés aránya
egyhangú munka	— önállóan végezhető munka
perspektíva lehetősége	— anyagilag elismert munka
elégedettség a környezettel	— örömet jelentő munka
szellemi megterheltség	— géptől való függőség
munka—pihenés aránya	— egyhangú munka
önállóan végezhető munka	— perspektíva lehetősége
anyagilag elismert munka	— elégedettség a környezettel
örömet jelentő munka	— szellemi megterheltség
géptől való függőség	— munka—pihenés aránya
egyhangú munka	— perspektíva lehetősége
önállóan végezhető munka	— elégedettség a környezettel
anyagilag elismert munka	— szellemi megterheltség
örömet jelentő munka	— géptől való függőség

1. Melléklet:

Minősítő lap

1. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,933
2. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,800
3. bíráló konzisztencia-együtthatója: 1,000
4. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,933
5. bíráló konzisztencia-együtthatója: 1,000
6. bíráló konzisztencia-együtthatója: 1,000
7. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,917
8. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,833
9. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,933
10. bíráló konzisztencia-együtthatója: 0,833

Az aggregált preferencia mátrix

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	KO
B 1	4,667	5,600	7,467	2,800	1,867	1,867	6,533	0,000	2,800	0,933
B 2	2,400	6,400	3,200	4,000	0,000	4,800	4,000	3,200	0,800	0,800
B 3	3,000	7,000	8,000	5,000	0,000	4,000	6,000	2,000	1,000	1,000
B 4	2,800	6,533	6,533	3,733	0,000	5,600	5,600	1,867	0,933	0,933
B 5	2,000	8,000	7,000	5,000	0,000	6,000	4,000	1,000	3,000	1,000
B 6	2,000	8,000	7,000	5,000	0,000	6,000	4,000	1,000	3,000	1,000
B 7	3,667	6,417	3,667	7,333	0,000	4,583	4,583	1,833	0,000	0,917
B 8	2,500	5,000	2,500	5,833	0,000	5,833	4,167	3,333	0,833	0,833
B 9	4,667	7,467	5,600	5,600	0,000	2,800	4,667	0,933	1,867	0,933
B10	5,833	5,000	1,667	5,833	0,833	0,833	5,000	2,500	2,500	0,833

A B C D E F G H I KO

A számított közelítő sorrend (A-tól 1-ig):

- A = 33,533
- B = 65,417
- C = 52,633
- D = 50,133
- E = 2,700
- F = 42,317
- G = 48,550
- H = 17,667
- I = 16,733

A „kbi” kritikus értékei („alfa” rendre 0,05; 0,01; 0,001)
 Alfa—khi értékek: 0,05—31,4; 0,01—37,6; 0,001—45,6.
 A számított „khi” értéke = 46,133
 A Kendall-együttható közelítő értéke = 0,577.

2. Melléklet

A közelítő számítás eredményei

A pontos módszer aggregált preferencia mátrixa:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	OSZI.. SUM	R
T1	0	9	6	8	0	7	9	2	2	37	0,10
T2	1	0	2	3	0	2	1	0	7	71	0,20
T3	4	8	0	3	1	2	4	2	0	56	0,16
T4	2	7	7	0	0	5	3	0	1	55	0,15
T5	10	10	9	10	0	10	10	9	8	3	0,01
T6	3	10	8	5	0	0	5	1	2	46	0,13
T7	1	8	6	7	0	5	0	0	0	53	0,15
T8	8	9	8	10	1	9	10	0	5	20	0,06
T9	8	10	10	9	1	8	10	5	0	18	0,05

A Kendall-együttható pontos értéke: 0,489.
 A „khi-négyszet” pontos értéke: 529,63.
 A tényezők fentiekből számított skálaértéke:

A	B	C	D	E	F	G	H	I
10,3	19,8	15,6	15,3	1,0	12,8	14,8	5,6	5,0

3. Melléklet

A pontos számítás eredményei

19,8	—	B = Örömet jelentő munka
15,6	—	C = Anyagilag elismert munka
15,3	—	D = Önállóan végezhető munka
14,8	—	G = Elégedettség környezettel
12,8	—	F = Perspektíva lehetősége
10,3	—	A = Munka/pihenés aránya
5,6	—	H = Szellemi megterheltség
5,0	—	I = Géptől való függőség
1,0	—	E = Egyhangú munka

4. Melléklet

Grafikusan ábrázolt rangsor és a súlyszámok

$$\binom{n}{2} = \frac{n \cdot (n-1)}{2} = \frac{9 \cdot 8}{2} = 36.$$

A véletlen elrendezést az irodalomban [7] található Ross-féle optimális párelrendezési táblázat alapján a Minősítő Lap tartalmazza (lásd az 1. mellékletet), amelyet számítógépes program állít elő.



FRIDRIK MÁRTA

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1976-ban gépészmérnöki diplomát szerzett. 1976-tól gyártástechnológiai szakvégeztése miatt a vállalat gyártástechnológiájának fejlesztésével foglalkozott. Célgépek tervezésén kívül közreműködött a „Számítógépes tervező-gyártó-ellenőrző rendszer” megvalósításában. 1984-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen ergonómiai szakmérnöki diplomát szerzett.

A párba válogatott tényezők minősítését 10 tagú csoport tagjai végezték, egymástól függetlenül. A Minősítő Lapokat számítógép segítségével egy (manuálisan) egyszerűbb közelítő és egy pontos módszerrel lehet a következők szerint kiértékelni.

3.3. A közelítő módszer

Mivel $n=9 > 7$, ezért elfogadjuk a bírálók korlátozott racionalitását, és a bíráló csoport közös preferencia számainak meghatározásánál a

$$K < 100\%,$$

konzisztencia mutatóval kapott rangsorokat is figyelembe lehet venni.

Az elfogadhatónak ítélt konzisztencia szint

$$K_{\min} = 80\%.$$

Ezt a követelményt valamennyi bíráló teljesítette. A 2. melléklet tartalmazza a közelítő módszer adatait (a bírálók preferencia számait inkonzisztenciáikkal arányosan csökkentve).

A számítógépes program kiszámítja a Kendall-féle egyetértési együtthatót.

Az értékelt tényezők száma $n=9$.

Az értékelést végzők száma $k=10$.

A preferencia gyakoriság átlaga

$$\bar{A}_n = \frac{k \cdot (n-1)}{2} = \frac{10 \cdot (9-1)}{2} = 40.$$

A tényleges és a várt preferencia összegek közötti eltérések négyzetösszegének maximuma

$$S_{\max} = \frac{k^2 \cdot (n^3 - n)}{12}.$$

A várt és az átlagos preferencia összegek közötti eltérések négyzetösszegének tényleges értéke

$$S = \sum (A_n - \bar{A}_n)^2.$$

A Kendall-féle egyetértési együttható értéke a számított adatokkal

$$W = \frac{S}{S_{\max}}.$$

A szignifikancia (megbízhatósági) vizsgálatot χ^2 próbával végezhetjük el, mivel $n > 7$, és ezért a kritikus küszöbszámokra nem alkalmazhatók az irodalom [7] táblázatai.

A szakmai hipotézis az, hogy a bírált tényezők preferálása nem egyformán valószínű.

A nullhipotézis az, hogy minden bíralt tényező egyformán valószínű és várható értéke 40.

A szignifikancia szinteket 0,05, 0,01 és 0,001-re felvéve a χ^2 kritikus értékeit a 2. melléklet tartalmazza.

A χ^2 számított értéke

$$\chi_{sz}^2 = k \cdot (n-1) \cdot W,$$

vagy

$$\chi_{sz}^2 = \frac{12 \cdot S}{k \cdot n \cdot (n+1)}.$$

Mivel $\chi_{sz}^2 > \chi_{krit}^2$ ($\alpha=0,001$ szinten is), emiatt a nullhipotézist el kell vetni, és a szakmai hipotézist kell elfogadni.

Ez azt jelenti, hogy a bíralt tényezők preferálása nem egyenletes eloszlásból származik. A bírálók közötti egyetértés nem a véletlen műve, elfogadható értékű, azaz szignifikáns.

3.4. A pontos módszer

A számítógépes program meghatározza a preferencia sorrendet az aggregált preferenciamátrix segítségével. Ezt a 3. melléklet tartalmazza.

A Kendall-féle egyetértési együttható páros számú bíráló esetén

$$W'_{\min} = \frac{-1}{k-1} = \frac{-1}{10-1} = -0,111.$$

Az együttható értéke

$$W' = \frac{2Z}{\binom{k}{2} \cdot \binom{n}{2}} - 1,$$

ahol,

$$Z = \sum (\gamma)^2 - k \cdot \sum (\gamma) + \left(\frac{k}{2}\right) \cdot \left(\frac{n}{2}\right).$$

Ez utóbbi képletben szereplő γ az aggregált preferenciamátrix átlója alatti preferencia gyakoriságot jelenti.

A szignifikancia vizsgálatot ebben az esetben is a χ^2 próbával végezzük el.

A hipotézisek megegyeznek a 3.3 pontban megadottakkal.

A χ^2 értékeit az aggregált preferenciamátrix tényleges gyakoriságai alapján a melléklet tartalmazza.

Mivel $\chi_{sz}^2 \gg \chi_{krit}^2$ ($\alpha=0,001$ szinten is), ezért a nullhipotézist elutasítjuk, és a szakmai hipotézist elfogadjuk.

A bírálók közötti egyetértés nem a véletlennek köszönhető, és elfogadható értékű, azaz nagyon erősen szignifikáns.

3.5. A preferencia súlyok meghatározása

Az I. táblázat a közelítő és a pontos számítás összehasonlítását tartalmazza.

I. TÁBLÁZAT

Rangsor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	W	χ^2
Közelítő	B	C	D	G	F	A	H	I	E	0,577	46,133
Pontos	B	C	D	G	F	A	H	I	E	0,489	529,63

Az I. táblázat az eredményt sorrendi skálán mérve adja meg. Szükséges azonban azt is tudni, hogy az egyes tényezők mennyivel előzik meg egymást. Ennek megállapítására a számítógépes program az irodalomban [8] leírt számításszerint — a pontos számítás adatainak felhasználásával — kiszámítja az egyes tényezőkhöz tartozó súlyszámokat.

A standardizált értékű súlyszámok grafikusán ábrázolva a 4. mellékletben láthatók.

Az előzőekben bemutatott módszer alkalmasnak ítélik számítógépes rendszerek ergonómiai tervezésére. A problémák feltárása a szociotechnikai elveknek megfelelően a résztvevők közreműködésével történik.

A közös kiértékelés lehetőséget ad a környezet jobb megismerésére, de egyben lehetőséget ad — megfelelő következtetések levonása után — az ergonómiai tervezésre is.

4. A felmérés kiértékelése

A számítógépes tervezőrendszerben a felmérést az előzőekben leírt körülmények között hajtottuk végre. A kapott Minősítő Lapokat feldolgozva a következő megállapításokra jutottunk:

- Az egyes véleményezőkhöz konzisztenciáját vizsgálva kiténik, hogy mindegyiküké meghaladta az elvárt 80%-os szintet, tehát a véleményezőkhöz külön-külön nem kerültek jelentősebb ellentmondásba önmagukkal a párba válogatott tényezők összehasonlításánál. (Lásd 2. melléklet.)
- A közelítő módszer eredményeit nézve megállapítható, hogy mind a csoport egyetértését mutató Kendall-együttható, mind a szignifikancia vizsgálatnál kapott χ^2 érték megfelelő. Ebből következik, hogy a csoport megfelelő mértékben értett egyet a tényezők rangsora kialakításában, és a kialakított rangsorok nem a véletlennek köszönhető. (Lásd 2. melléklet.)
- Az előzőekben, a Kendall-együtthatóra és a χ^2 értékre vonatkozóan elmondottak érvényesek a pontos módszer eredményeire is. (Lásd 3. melléklet.)
- A közelítő és a pontos módszer eredményeit összefoglaló I. táblázatból kiténik, hogy a számítógépes tervező rendszerben készített felmérésnél a véleményezőkhöz megfelelő egyetértéssel, szignifikánsan a

B—C—D—G—F—A—H—I—E

sorrendi skálán megadott RANGSOR-t alakították ki.

Tehát a következőt:

- B — Örömet jelentő munka
- C — Anyagilag elismert munka
- D — Önállóan elvégzett munka
- G — Elégedettség környezettel
- F — Perspektíva lehetősége
- A — Munka/pihenés aránya
- H — Szellemi megterheltség
- I — Géptől való függőség
- E — Egyhangú munka

— A felmérésnél használt tényezők standardizált értékű súlyszámait a 3. melléklet tartalmazza. Ez grafikusán ábrázolt formában a 4. mellékletben látható. Ebből megállapítható, hogy a véleményezőkhöz különösen a B = „Örömet jelentő munka” tényezőt preferálták. Ezután csaknem azonos súllyal a C—D—G tényezőhármast következik.

A skála közepén jól elkülönülten az F és az A tényezők találhatók. A skála legalján pedig, egymás közelében a H és az I, valamint a legkevésbé preferált E.

Az előzőekből megállapítható, hogy a vizsgált 9 tényezőből különösen a B, a C—D—G tényezőhármast és az F tényezővel kapcsolatos körülmények jobb kialakítása és további javítása lehet a fő feladat. Egyidejűleg ezzel törekedni kell a H és I, de különösen az E tényezők káros hatásának elkerülésére.

5. Összefoglalás

A cikk ergonómiai szemléletű felméréssel bemutatja a Telefongyárban üzemelő számítógépes áramkör tervező rendszert. Az elemző rész a rendszert jellemző technikai és emberi tényezők felsorolását tartalmazza. Ez a fejezet azoknak a tényezőknek az ismertetésével zárul, amelyek kihatnak az ott dolgozók munkavégzésére.

Ezt egy olyan vizsgálati módszer bemutatása követte, amellyel lehetőség van arra, hogy számítógép alkalmazásával rövid idő alatt statisztikailag kiértékelhető legyenek a felméréshez használt „Minősítő Lapok”.

A felmérésben szereplő tényezők összeállítása a módszer bemutathatósága érdekében önkényesen történt.

A 9 munkahelyi jellemző pontosabb megfogalmazása után az ismertetett módszer alapul szolgálhat számítógépes rendszerek ergonómiai vizsgálatára.

IRODALOM

- [1] Nagyszeghi F.: A vállalati számítógépes irányítási rendszerhez illeszkedő integrált gyártó rendszer termelésbe állítása. Gazdaságmérnöki diplomatervezés. BME Budapest, 1982.
- [2] A műszaki fejlesztés távlati főirányai. OMFB összefoglaló koncepció. OMIKK, 1983.
- [3] Woodson—Conover: Ember — gép — üzem. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1973.
- [4] Meuche, H. F.: Einführung in den Mensch-Maschine. Dialog aus betriebswirtschaftlicher Sicht. TU Dresden, 1981. Nov.
- [5] Trist, E.—Higgin, G.: Organizational Change. Tavistock Publications, 1963.
- [6] Kindler, J.: Operációkutatás. BME Budapest, Előadási kézirat, 1981.
- [7] Kindler, J.—Papp, O.: Komplex rendszerek vizsgálata. (Összemerési módszerek.) Műszaki Könyvkiadó, 1977.
- [8] Nagyszeghi F.: Elektronikai iparban alkalmazott többborsós NC/CNC fűrőgépek kiválasztása öt változattal, 11 értékelési tényező alapján. Tanulmány, BME Budapest, 1981. dec.
- [9] Klein S.: Munkapszichológia. Gondolat, Budapest, 1980.