

MAGYAR NÉPHADSEREG
KILLIÁN GYÖRGY
REPÜLŐ MŰSZAKI FŐISKOLA

Belső használatra



TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK

1989/3.

TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Néphadsereg Killián György

Repülő Műszaki Főiskola

belső terjesztésű, időszaki folyóirata

megjelenését a MN Politikai Főcsoportfőnök

57/2/1989. sz. lapengedélyével hagyta jóvá.

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

Elnök: Nagy Szilveszter mk. ezds.

Főszerkesztő: Békési László mk. alez.

Műszaki-olvasó szerkesztő: Óvári Gyula mk. őrgy.

Nyomdai szerkesztő: Szilágyi Sándor kpa.

Fejezetfelelősök:

- repülő-műszaki: Ludányi Lajos mk. őrgy.
- világnézeti-politikai: Ribárszki István őrgy.
- rg. és hel. üzemeltetési: Mikola István szds.
- általános katonai - harcászati: Verdes István őrgy.
- természettudományi: Szekeres Bálint főisk. adj.
- nyelvi: dr. Lantos Éva főisk. tanár

KIADJA: a Szerkesztő Bizottság

Címe: 5008 Szolnok, Pf. I

FELELŐS KIADÓ: Zsemberi István mk. vörgy.

KÉSZÜLT: a KGYRMF házi nyomdájában

50 példányban

Dr. Palkovics Tibor nyá.alezredes, címzetes egyetemi docens:

AZ 1986-89. ÉVI FELVÉTELI ELJÁRÁSOK TARTALMÁNAK KIDOLGOZÁSA,
ALKALMAZÁSUK TAPASZTALATAI, A MÓDOSÍTOTT FELVÉTELI
VIZSGARENDSZER LÉNYEGE

1. A felvételi eljárások tartalmi struktúrájának kialakulása

A katonai főiskolákon 1986-ban a honvédelmi miniszter bajtárs utasítására visszaállították az 1973-1982 közötti években alkalmazott főiskolai felvételi vizsgarendszert. Az 1983-1985 között használt felvételi eljárás nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

Főiskolánkon a visszaállított felvételi eljárás tartalmi részeinek kidolgozását egy szakmailag differenciált, a tartalmi részletek összeállítása előtt ágazatokra menő részletességgel elemzett pályatükörré építettük. Ennek eredményeképpen már az 1986. évi felvételi vizsga során a vizsgálatok tartalmi elemei kedvező közelítéssel tárták fel a főiskolára pályázók felsofokú továbbtanulásra való szakmai felkészültségét, értelmi-szellemi fejlettségük színvonalát, készségeik és képességeik minőségi összetételét, testi-fizikai erőnlétét, személyiségjegyeik sajátosan egyéni összetételét, pályaválasztásuk indítékait és családi neveltetésük körülményeit.

1986-ban a felvételi eljárás alkalmasságvizsgálatának tartalma

a műszaki szakon:

- írásbeli felmérésből, matematika-fizika, mechanika, illetve villamosságtan összetételű érdeklődés tesztfeladatokból,

a repülő hajózó és repülésirányító szakokon:

- írásbeli felmérésből, matematika és orosz nyelvi feladatokból,

továbbá mindhárom szakon tartalmában egységes pszichológiai személyiségvizsgálatból és a fizikai erőállapot felmérését célzó testedzettségi felmérésből tevődött össze.

Az 1987. évi felvételi vizsgán a műszeres egyéni vizsgálatok bevezetésével bővítettük az alkalmasságvizsgálat pszichológiai megfelelést feltáró oldalát, amelynek segítségével megbízható módon meg tudtuk állapítani a műszaki tevékenységhez nélkülözhetetlen mozgáskoordinációk minőségét és tanulást-tanítást alapvetően befolyásoló memorizáló és reprodukáló képességek színvonalát.

Így 1987-ben kialakult egy átfogó, ugyanakkor logikus, különleges feltételeket nem igénylő, dinamikus alkalmazható, rugalmas felvételi rendszer.

Az írásbeli felmérőket a Természettudományi, az Idegennyelvi tanszékek, illetve a Sárkány-hajtó és a Szakág szaktanszékek tanárai minden tanévben két-két variációban készítették el. A feladatok alapvetően a középiskolai törzstananyag lényegét tartalmazzák, illetve olyan példasorokból állnak, amelyek megoldása mérhető módon mutatja az egyén törzstananyag-ismertére vonatkozó alkalmazni tudását, továbbá az adott szakterület iránti érdeklődését, vonzalmát.

Az 1986-1988 között alkalmazott felvételi eljárással a főiskolára 979, az érettségivel nem rendelkező szakmunkás fiatalok katonai főiskolára előkészítő (KET) tanfolyamra 733 pályázót, összesen 1712 főt vizsgáltunk meg. Ez a populáció mennyiségileg elegendő volt a vizsgálatok alkalmazott elemeinek standardizálására, validitásuk - megfelelésük és reliabilitásuk - pontosságuk megállapítására. Ezáltal a pszichológiai alkalmasságvizsgálat eszközeivel feltárt tulajdonságok, készségek és képességek összegzett eredményei a megszokott öt skálás osztályzattal is kifejezhetővé váltak, ugyanakkor a megállapított tényezők verbális megfogalmazása is megmaradt, a pályázók egyértelmű komplex jellemzése megoldást nyert.

A valid és reliabilitív pszichológiai vizsgálat (intelligencia-teszt és a műszeres képességvizsgálatok) egyénekre jellemző eredményei hívták fel a figyelmet a KEI-re jelentkezőknél feltárt tünetcsoportra (mozgáskoordináció zavarok, diszlexiás jelenségek). Az 1987. évi vizsgálati eredmények gondos elemzése után jeleztük e tünetek előfordulását. Az 1988. évi vizsgálatok eredményei a kedvezőtlen jelenségek növekedésére utaltak, amelyek szorosan korreláltak a polgári képzés tapasztalataival.

A megbízhatónak tekintett vizsgálati eljárások egy része (műszeres vizsgálatok) a tiszthelyettesképző szakközépiskola és a 10.sz. Katonai Honvéd Kollégium felvételi vizsgáin - az életkori standardok kidolgozását követően - adaptálásra került.

Az 1989. évi felvételi vizsgák előkészítése a megelőző három év tapasztalatainak felhasználásával módosított, így véglegesen kidolgozottnak tekinthető vizsgálatrendszeren alapult.

A MN kiképzési főcsoportfőnök 1989-ben kiadott a katonai főiskolák felvételi vizsgáinak tartalmára és végrehajtására vonatkozó intézkedése racionalizálta a felvételi vizsgák rendszerét. A Killián György Repülő Műszaki Főiskolán kidolgozott és az alkalmazás tapasztalatai alapján tovább fejlesztett felvételi rendszer csak az értékelés végső módjában tér el az előljáró racionalizáló szabályzótól. Ez azt jelentette, hogy az általunk véglegesnek tekintett osztályzatokat pontszámmá kellett alakítani (az osztályzatokat 3-mal kellett szorozni és össze kellett adni), illetve a végső értékelésben figyelembe kellett venni a pályázók III. és IV. tanévben - hat tantárgyból - elért osztályzatainak összegét. A felvételi vizsgán nyújtott teljesítményeket a pontszámokból összeállított rangsor alapján kell értékelni.

Tekintettel az eddig alkalmazott felvételi vizsgarendszer és az előljáró által meghatározottak közötti minimális eltérésre az 1989. évi felvételi vizsgát úgy készítettük elő, hogy a hagyományos értékelési mód mellett kipróbálható legyen a pontszámokon alapuló rangsorolási rendszer is.

Mivel a hozott és szerzett pontok számítása, összegzése, illetve annak alapján több száz személy rangsorának elkészítése hosszadalmas, több személy összehangolt munkáját igénylő művelet, célszerűnek látszott egy olyan software felhasználása, amellyel az előbbieket gyorsan és pontosan elvégezhetők, ugyanakkor képes meghatározott matematika-statisztikai elemzésre is. Lényegében a számítógépes adatfeldolgozás nemcsak az előkészítő munkát tette gyorsabbá és könnyebbé, hanem az értékelő, a döntést előkészítő elemző tevékenység idejét is lerövidítette. Ennek eredményeképpen az 1990-ben egységesen kötelező felvételi rendszer főiskolánkon már az 1989. évi felvételi vizsgák végrehajtása során minden részében kipróbálásra került.

A rendszer lényege az, hogy a pályázók a polgári, illetve a katonai középiskolákból (tiszthelyettesképző szakközépiskolák) a III. és a IV. tanévben oktatott 6-6 tantárgy záróosztályzatainak összeadásával kialakított pontszámot hoznak magukkal. Ez a hozott pontszám, amely maximális iskolai teljesítmény esetében 60 pont lehet. Felvételi vizsgára azokat a pályázókat hívjuk be, akiknek pontszáma eléri vagy meghaladja a 30 pontot.

A főiskolai felvételi eljárás alkalmassági vizsgálatának keretében, az írásbeli felmérés során - amely matematika, érdeklődési test, illetve matematika és orosz nyelvi teszt lehet - a pályázók tárgyaként 15-15 pontot, összesen maximum 30 pontot szerezhhetnek. A pszichológiai alkalmasságot megállapító vizsgálatok során - amely az intelligencia és a műszeres vizsgálatokat tartalmazza - a pályázók vizsgálati módonként ugyancsak 15-15 pontot, összesen maximum 30 pontot szerezhhetnek.

Mint látható, a felvételi eljárást alkotó írásbeli felmérőn és pszichológiai alkalmasságvizsgálaton a pályázók összesített pontszáma maximális teljesítmények esetén - a hozott pontszámhoz hasonlóan - 60 pont lehet. Ez a szerzett pontszám. A szerzett és a hozott pontszámokat összesítjük, és az összesített pontszámok alapján alakítjuk ki szakonként, szükség esetén ágazatonként a felvételre pályázók rangsorát.

A felvételi keretszámok határozzák meg szakonként vagy ágazatonként azokat a limiteket, amelyekben összpontszámaik alapján bentlévők alkotják a felvételt nyertek csoportját. Az a pályázó, akinek összesített pontszáma nem éri el a 70 pontot, nem nyer felvételt a főiskolára.

2. Az 1989. évi felvételi vizsgák tapasztalatai

A pedagógiai és pszichológiai folyamatok általában alkalmasak a matematikai statisztikai elemzésre. Az egyének kognitív és fiziológias teljesítményeinek elemzése grafikai ábrázolás esetén nemcsak látványos, hanem elősegíti az olvashatóságot, a folyamatok alakulásának áttekinthetőségét.

Általában a százas nagyságrendű populációknál igen jól ábrázolhatók a folyamatok megoszlásai, standard és relatív szórásai, valamint a szórásmezőbe eső minták százalékos arányai. Ugyanakkor ezek a jellemzők igen fontos adatokat közölnek a vizsgálati mintákról.

Ha az intelligenciaszint alapvető összetevőit vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy azok igen lényeges információt tartalmaznak. Ugyanis a minták - pályázók ésszerű gondolkodására, célszerű cselekvőképességére és alkalmazkodó képességük minőségére vonatkozó megoszlások, szóródások, különösen a szórásmezőben lévő százalékos arányok a megszokott öt skálás értékeléssel kifejezett teljesítményeket tükröznek. A jelentkező és felvételt nyert pályázók statisztikai módon feldolgozott és grafikusán ábrázolt teljesítményeinek összehasonlító elemzéséből egyértelműen megállapítható a teljesítménycentrikus kiválasztás minősége:

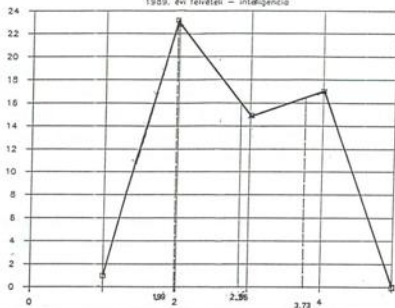
- normális vagy eltérő-e a megoszlás?
- normális, átlagos vagy szélsőséges-e a teljesítmények szórása?
- megfelel-e a szórásmezőben lévő pályázók százalékos aránya az általánosnak, vagy attól értelemben szélsőségesen eltérő?
- az átlagostól való átlageltérés százalékaránya (személyek száma) milyen teljesítőképességű tömeget jelez (zömében milyen teljesítőképességű hallgatói állományra lehet számítani)?
- milyen arányban vannak azok a hallgatók, akik az átlagos zömtől többre képesek (tantárgyi-tanulmányi versenyekbe vagy tudományos diákköri tevékenységbe bevonhatók)?

Hasonló összehasonlító elemzés végezhető az írásbeli felmérők, a műszeres vizsgálatok, valamint a testedzettségi felmérések statisztikai módon feldolgozott és grafikusán ábrázolt teljesítménymutatóival is, és az intelligenciaszint elemzéséhez hasonló, az oktató-nevelő munkában felhasználható következtetéseket lehet az elemzés alapján megállapítani.

SHM

1989. évi felvételi - intelligencia

$n = 56$
 $\bar{x} = 2,06$
 $s = 10,87$
 $v = 30,62 \%$
 $s_{\text{ter}} = 67,06 \%$

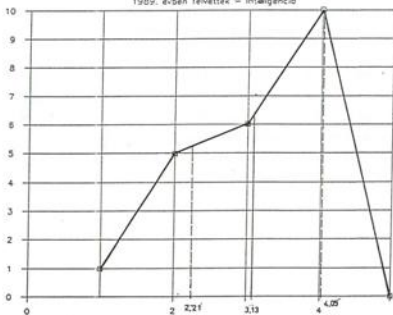


Osztályzat

SHM

1989. évben felvettak - intelligencia

$n = 22$
 $\bar{x} = 3,13$
 $s = 0,92$
 $v = 29,31 \%$
 $s_{\text{ter}} = 72,72 \%$



A fentiekben bemutatott két ábra a repülő műszaki szak sárkány-hajtómű ágazatra jelentkezők intelligenciaszintjeinek jellemzőit mutatja a felvételi vizsgálaton résztvevőkre, illetve a felvételt nyertekre vonatkozóan.

A felvételit bemutató megoszlás "M" alakú görbét ad, amely balra asszimmetrikus, átlaga 2,86, relatív szórása 30,6 %, tehát mérsékelten szélsőséges (amit tükröz a balra tolódó asszimetria) és a szórásmezőben lévő pályázók a felvételizők 67,8 %-át teszik ki 1,96 illetve 2,73 osztályzattertek között.

A második ábra, amely a felvett pályázók intelligenciaszintjének statisztikai jellemzőit mutatja be, kedvezőbb képet mutat. A görbe mérsékelten jobbra (a magasabb teljesítményt mutató irányba) asszimmetrikus. Átlaga 3,13, relatív szórása 29,3 %, amely átlagos (közepes erősségű - korrelációs jelenséggel bír) és a szórásmezőben lévő pályázók a felvettek 72,7 %-t teszik ki 2,21-4,05 osztályzattertek között. Ez igen kedvező, mivel azt is mutatja a jobbra asszimmetrikus ábra, hogy a szórásmezőben lévő felvett jelöltek többsége 3,13 és 4,05 között van. Ez főleg a tudományos diákköri munkára, tantárgyi-tanulmányi versenyekre alkalmas hallgatójelöltek kedvező számára utal.

A fentiekben bemutatott elemzésekhez hasonló módon lehet és célszerű is a matematika, a műszaki teszt, a műszeres vizsgálatok, az orosz és test-edzettségi felmérők statisztikai elemzését elvégezni. Az így nyert információk képezhetik egy-egy tanszéken az adott évre vonatkozó módszertani munka feladatait, évközi és évvégi tanulmányi célok, feladatok megfogalmazását, annak mérési vizsgálatát és talán egy-egy tanár, oktató tudományos munkásságának fundamentumát.

A közvetlen oktatómunkában történő felhasználás mellett a felvételi eljárások statisztikai feldolgozása közvetett módon is alkalmazható az oktatás-nevelés folyamatának figyelemmel kísérésében. Ugyanis a felvételi vizsgák felvételi adatait félévi, évi folyamatossággal össze lehet hasonlítani a főiskolai hallgatók vizsgateljesítményeinek hasonló módon feldolgozott adataival. Ezek szemléltető módon felhasználhatók a tanszékek éves munkáját elemző tanszéki értekezleteken, főiskolaszintű pedagógiai-

-módszertani továbbképzéseken és oktatói értekezleteken. A munka pontosságát és gyorsaságát jelentősen elősegíti a már említett pedagógiai, pszichológiai és fiziológiai folyamatok számítógépes feldolgozhatósága, valamint az erre alkalmas és meglévő program.

Horváth Dezső mk. alezredes, főiskolai docens:

A LÉGKONDITIONÁLÓ RENDSZER MEGHIBÁSODÁSAI HATÁSÁNAK
ÉRTÉKELÉSE A REPÜLÉSBIZTONSÁGRA

A modern technika fejlődése során nagy jelentőségűvé vált különböző fajtájú berendezések hatékonyságának növelésével kapcsolatos számos kérdés. A megbízhatóság elmélet azokat az általános módszereket és eljárásokat tanulmányozza, amelyeket a működtetés ideje alatti maximális hatékonyság biztosítására a berendezések tervezése, készítése, átvétele, szállítása és felhasználása során be kell tartani, valamint kidolgozza a berendezések minőségének számítási módszereit ismert minőségi mutatók alapján.

A megbízhatóság elmélet megállapítja a berendezésekben fellépő meghibásodások keletkezésének törvényszerűségeit és előrejelzésének módszereit; keresi a berendezések megbízhatóságának növelési lehetőségeit a tervezés és az azt követő előállítás során, valamint a megbízhatóság fenntartását segítő eljárásokat, a tárolás és felhasználás ideje alatt; kidolgozza a berendezések megbízhatóságának ellenőrzési módszereit és a megbízhatóság ellenőrzésére alkalmazandó eljárásokat, a megbízhatóságelmélet vizsgálja a berendezések minőségének számszerű mutatóit.

A repülőtechnika üzemeltetésének hatékonysága nagyban függ a műszaki karbantartás és javítás módjainak tökéletességétől. A repülések folyamatos mennyiségi növekedésének (harcfeladatok számának növekedése, légiszállítások növekedése), a repülőgépszerkezetek bonyolultabbá válásának feltételei között az alkalmazott karbantartási és javítási mód hatása a repülőtechnika üzemeltetési folyamatának hatékonyságára egyre jobban észrevehetővé és érezhetővé válik.

Bármely karbantartási és javítási mód tökéletességét az határozza meg, hogy az mennyiben biztosítja a kölcsönhatást a technika műszaki állapotában objektíve meglévő változási folyamata, és annak műszaki üzemeltetési folyamata - melyet a különböző állapotok időbeni változása: repülés, karbantartási és javítási forma, tárolás, várakozás stb. jellemez - között.

A légkondicionáló rendszer rendeltetése, hogy a személyzet, valamint az utasok számára normális életfeltételeket biztosítson a szellőzés és a szükséges hőmérséklet biztosításával az összes repülési üzemmódon, valamint gurulás közben.

A légkondicionáló rendszer összetevő elemei:

- légkondicionáló rendszer: szellőzés, fűtés;
- automatikus hőmérsékletszabályozó rendszer;
- a szabályozó szelepek vezérlése;
- hőmérséklet és levegőfogyasztás vezérlése;
- speciális berendezések.

A személyzet periódikusan ellenőrzi a műszerek segítségével a rendszer működését és csak akkor avatkozik bele annak működésébe, ha meghibásodik valamelyik elem és kézi vezérlésre kell áttérni.

A kondicionáló rendszer egy funkcionális meghibásodással rendelkezik, mely a rendszer üzemképességének elvesztéseként jelentkezik. A kondicionáló rendszer ezen funkcionális meghibásodása esetén a repülés sikeres befejezése céljából biztonságos magasságra kell süllyedni (2000-3000 méter), vagyis meg kell változtatni a repülési üzemmódot. Ezt a situációt veszélyesnek lehet tekinteni.

Ebben az esetben a veszélyes helyzet keletkezésének valószínűsége, valamint az összes kevésbé súlyos különleges eseménnyé (az adott esetben a repülési feltételek bonyolulttá) válása a vizsgált kritikus meghibásodás realizálódása esetén eggyel determinálódik, az összes többi különleges esetre (katasztrófa, törés) pedig nullával.

Ha a funkcionális meghibásodás a rendszerben kritikusabb situációt okoz, mint a repülési feltételek bonyolulttá válása, akkor a műszaki üzemeltetési és javítási program hatékonysági mutató értékeinek a meghatározásakor a légkondicionáló rendszer olyan meghibásodását kell kiválasztani, mely nem válthat ki nehezebb situációt, mint a repülési körülmények bonyolulttá válása.

A részleges vagy teljes üzemkéesség elvesztésével kapcsolatos funkcionális meghibásodáshoz vezető számítási esetek jegyzékének összeállításához először végre kell hajtani a légkondicionáló rendszer működési vázlatának elemzését.

A funkcionális rendszerelemek meghibásodásának a repülés biztonságára gyakorolt hatásának az értékelésekor a különleges esetek rendszerezését célszerű a légialkalmassági előírásokban javasoltak szerint végezni. A légialkalmassági előírásokban a repülés közben keletkező, következő különleges esetek vannak felsorolva: katasztrófa, törés, veszélyes helyzet, bonyolult repülési viszonyok. Ezenkívül ugyanott fel vannak sorolva a repülés szakaszai: felszállás, emelkedő repülés, vízszintes repülés, süllyedés (beleértve a várakozást a megfelelő magasságon), áttartolás, bevezetés és leszállás.

A funkcionális rendszerelemek meghibásodásának a repülés biztonságára gyakorolt hatása mennyiségi értékelését célszerű valamely műszaki ok miatt bekövetkezett különleges rep.esemény keletkezésének értékelésével végrehajtani.

A funkcionális rendszer meglehetősen bonyolult gyártmány. Különböző elemeinek meghibásodásai vagy kapcsolódó meghibásodásai a repülőgép egészére vonatkoztatva ilyen vagy olyan különleges eseményhez vezetnek.

A funkcionális rendszer tervezési-üzemeltetési sajátosságainak elemzése

Az elágazó, többlépcsős funkcionális rendszerek esetére az elemek meglehetősen nagyfokú meghibásodás-kombinációit lehet felállítani. Minden funkcionális rendszerben ki kell választani valamely számítási esetek összegét, melyek az elemek nagy számú meghibásodását viszonylag nem nagy számú kritikus vagy funkcionális rendszer meghibásodásához vezetik, vagyis olyan meghibásodásokhoz, melyek a funkcionális rendszer célfunkcióinak végére nem hajtását jelentik. Ebben az esetben minden funkcionális meghibásodásnak megfelelhet egy vagy néhány számítási eset állapotainak összessége.

A konkrét funkcionális rendszer üzemképtelenségét kiváltó számítási esetek összességét a rendeltetési cél, konstrukciós sajátosságok, valamint a rendkívüli rep.események statisztikai elemzéséből kiindulva választjuk ki, figyelembe véve a vizsgált funkcionális üzemeltetés közben észlelt elemeknek meghibásodását is. Az újonnan létrehozandó funkcionális rendszerek esetén a hasonló rendszereket kell vizsgálni.

A funkcionális rendszer meghibásodásainak a repülés biztonságra való hatása mennyiségi értékeléséhez a különleges események és a repülés szakaszai korábban ismertetett felsorolásának megfelelően felhasználhatjuk azt a megközelítést, melyet a repülőgépek légi alkalmassági értékeléséhez alkalmaznak.

Kritériumként ebben az esetben a különleges rep.esemény keletkezésének valószínűsége szerepel a számítási eset realizálása során a vizsgált kritikus meghibásodás esetére.

A javasolt kritérium $Q_{\beta\xi}$ különleges repülőesemény kialakulásának valószínűsége ξ -edik számítási eset realizálásakor a β -edik kritikus meghibásodás esetére:

$$Q_{\beta\xi} = \prod_{\alpha} Q_{\beta\xi\alpha} \cdot Q'_{\beta\xi\alpha} \quad (1)$$

A $Q_{\beta\xi}$ különleges esemény keletkezésének valószínűsége azon elemek esetére szolgál a funkcionális rendszer elemei meghibásodásának hatásjellemzőjeként a repülés biztonságára, melyek meghibásodásai a β -edik funkcionális meghibásodás ξ -edik számítási esetébe tartoznak.

A ξ -edik számítási eset a β -edik funkcionális meghibásodása keletkezési valószínűségének számítását a repülés közbeni szakaszaira $Q_{\beta\xi\alpha}$ (vagy a $P_{\beta\xi\alpha} = 1 - Q_{\beta\xi\alpha}$ be nem következésének valószínűsége) a bonyolult rendszerek megbízhatósági értékelési módjaival [1] végezzük a repülés különböző szakaszaira.

Egy valamely rendkívüli repülőesemény bekövetkezésének $Q'_{\beta\xi\alpha}$ feltételes valószínűségét a β -edik funkcionális meghibásodás ξ -edik számítási

esetére a repülés γ -adik szakaszán a funkcionális meghibásodás a repülőgép egészének funkcionizálására való hatása, a személyzetnek a meghibásodás elhárítására és következményeinek felszámolására tett intézkedései hatásossága, valamint a különböző véletlenszerű tényezők határozzák meg (külső és belső gerjesztések).

Mivel a $Q'_{\beta\gamma\pi}$ meghatározásának módszere nem megfelelően kidolgozott, a funkcionális meghibásodásnak a repülés biztonságára gyakorolt hatása értékelésekor célszerű a mérnöki elemzés eredményeit felhasználni és a rendkívüli repülésemények meghatározásából kiindulva determinálni a $Q'_{\beta\gamma\pi} = 0$ értéket, ha a funkcionális meghibásodás nem vezethet valamilyen különleges eseményhez és $Q'_{\beta\gamma\pi} = 1$ értéket, ellenkező esetben.

A személyzetnek a funkcionális meghibásodások következményeinek kompenzálásával kapcsolatos tevékenységét az elemzés során nem vesszük figyelembe.

A funkcionális rendszernek a repülés biztonságára gyakorolt hatása értékelése esetén felhasználhatók a repülőgép egészére vonatkoztatott különleges események gyakoriságának adatai az angol légialkalmassági előírásokból, egy repült órára vagy egy repülésre vonatkoztatva.

A különleges események keletkezésének megengedett valószínűsége repülés közben (1.sz. táblázat).

1.sz. táblázat

Gyártmány	Bonyolult feltételek	Veszélyes helyzet	Törés	Katasztrófa
Repülőgép	$<10^{-3}+10^{-5}$	$<10^{-5}+10^{-7}$	$<10^{-7}$	$<<10^{-7}$
Funkcionális rendszer	$<10^{-4}+10^{-6}$	$<10^{-6}+10^{-8}$	$<10^{-8}$	$<<10^{-8}$

A funkcionális rendszernek a repülés biztonságára való hatásának értékelését a rendszer vizsgált funkcionális meghibásodásával kapcsolatos valamely lehetséges rep.esemény kialakulási valószínűségének összehasonlításával végezzük az 1.sz. táblázatban közölt számadatokkal. Ekkor a funkcionális rendszer elemzését úgy tekintjük, hogy nem hat a repülés biztonságára, ha a funkcionális meghibásodáshoz tartozó összes számítási esetre minden különleges rep.esemény keletkezésének valószínűsége kevesebb a megengedett értéknél.

A légkondicionáló rendszer elemzése során feltételezzük, hogy a kondicionáló rendszer a teljes repülés során azonos üzemmódban működik, ezért a repülés szakaszokra való bontása nem történt meg.

A különleges esemény kialakulási valószínűségének meghatározása az összes számított eset realizálódása során mindegyik funkcionális meghibásodás esetére a szerkezeti vázlatok módszerével történt az 1.sz. kifejezés szerint.

A számítási eredményeket a 2.sz. táblázat tartalmazza. A táblázatból látható, hogy a repülési viszonyok bonyolultabbá válásának valószínűsége a vizsgált számított esetekre 10^{-5} -től 10^{-6} -ig terjedő tartományba esik, és nem gyakori eseménynek számít mint mérsékeltlen valószínű esemény (10^{-4}).

A $0,84 \cdot 10^{-6}$ valószínűséggel bekövetkező veszélyes helyzet kialakulása nem gyakoribb, mint kis valószínűségi (10^{-6}). Ezért a további elemzés során elfogadható, hogy a légkondicionáló rendszer funkcionális elemeinek a meghibásodásai nem hatnak a repülés biztonságára.

A légkondicionáló rendszerelemek hibamentességének elemzése

A légkondicionáló rendszerelemek hibamentességének elemzése azon statisztikai adatok alapján történhet, amelyeket az adott repülőgéptípus üzemeltetése során gyűjtünk.

A statisztikai információ feldolgozásának célja, hogy kiderüljön a rendszerelemek meghibásodásáig ledolgozott üzemidejének eloszlási törvényszerűsége.

A rendszerelemek hibamentességének elemzési sorrendje:

1. A rendszer célfunkciójának meghatározása és azok nem teljesítését kiváltó funkcionális meghibásodások felsorolása.
2. A számítási esetek összeállítása minden funkcionális meghibásodás esetére, melyek kiválthatják ezen meghibásodásokat.
3. A bonyolult rendszerek megbízhatóságának értékelési módszereivel meg kell határozni a funkcionális meghibásodások keletkezésének valószínűségét $Q_{\beta\xi x}$ minden számítási esetre a repülés összes fázisára.
4. Mérnöki elemzési módszerekkel értékelni kell minden funkcionális meghibásodás következményét az összes számítási esetre a repülés minden fázisában, és meg kell határozni a különleges esemény kialakulásának feltételes valószínűségét $Q'_{\beta\xi x}$.
5. Meg kell határozni a különleges esemény kialakulásának valószínűségét az összes számítási esetre minden funkcionális meghibásodás esetére $Q_{\beta\xi}$ (1.sz. kifejezés) kifejezésének megfelelően.
6. A funkcionális rendszer minden elemére kiszámított $Q_{\beta\xi}$ értékeket össze kell hasonlítani a megfelelő különleges események ismétlődési gyakoriságával.

A statisztikai eloszlások elméleti és kapott gyakorlati azonossága lehetőséget ad a hibamentes működés valószínűség eloszlási paramétereit meghatározni és következtetéseket levonni a meghibásodási ráta változásának jellegéről λ/t a rendszerelemek esetére.

A meghibásodási ráta λ/t hisztogramjának felépítéséhez a funkcionális rendszerelemek meghibásodásaival kapcsolatos statisztikai adatokat legalább egy-két éves üzemeltetési időszakokra kell feldolgozni. A statisztika feldolgozását a repülőgéppark változásának figyelembevételével kell végezni, ami lehetővé teszi a funkcionális rendszerelemekben lezajló folyamatok üzemeltetés közbeni figyelését.

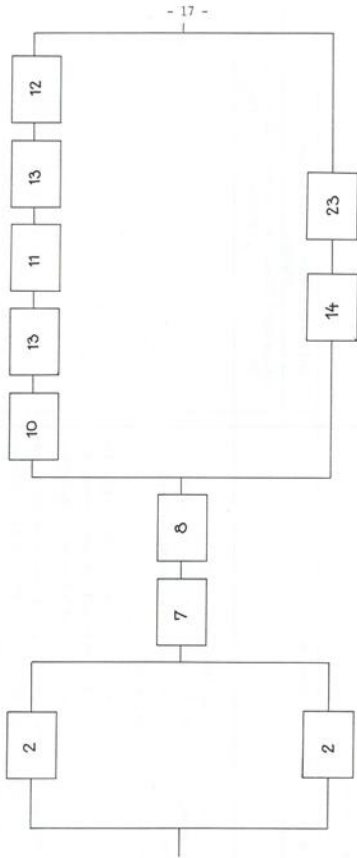
A kondicionáló rendszer műszaki karbantartása üzemeltetési költségeinek, munkaráfordításának és állásidejének csökkentése a végrehajtandó munkák mennyiségének csökkentésével és egy sor ellenőrzési munka végrehajtási ciklusidejének a növelésével érhető el.

Javítás során az üzemeltetési költségek, munkaráfordítások és állásidők csökkentését a helyreállítási munkák mennyiségének olyan meghatározása biztosítja, mely megfelel a légkondicionáló rendszer tényleges műszaki állapotának.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Normi ljotnoj godnosztyi grazhdanszkih szamajljotov CCCP.
2. Burger I.A.: Technicseszkaja diagnosztika.
Masinosztroenyie 1978.
3. P.I. Kuznyecova: Osznovi posztroenyijá automatirizovannih szisztem kontrolja szlozsnih objektob
Energijá, 1969.
4. Snejder P.: Inzsenyernyje problémi teploprovodnosztyi
M.I.L. 1960.
5. Iljusin: Szisztemi obeszpecsenyija zszinyegyijátyelnosztyi i szpaszenyijá ekipazsej letatyelnih apparatov
Akadémia Zsukovszkogo, 1986.

A LÉCKONDITIONÁLÓ RENDSZER RÉSZLEGES ÜZEMKÉPESSÉGE ELVESZTÉSÉNEK SZÁMÍTOTT ESETEI



2.sz. Táblázat

Különleges esemény kialakulásának valószínűségei a légkondicionáló rendszer funkcionális meghibásodása esetén

Funkcionális meghibásodás	Számítási eset	Különleges esemény kialakulásának valószínűségei		
		Katasztrófa	Törés	Veszélyes helyzet
1. A rendszer üzemképességének részleges elvesztése.	a./ A jobb és középső levegő betápláló rendszer vagy két levegő elvezető rendszer meghibásodása (1.sz.ábra)	0	0	0
	b./ A bal és jobb levegő betápláló rendszer vagy két levegő bevezető rendszer meghibásodása. (1.sz.ábra)	0	0	0
2. A rendszer üzemképességének teljes elvesztése.	a./ Három levegő bevezető ág és három levegő elvezető ág meghibásodása (1.sz.ábra)	0	0	0,86.10 ⁻⁶
				2,88.10 ⁻⁵
				2,88.10 ⁻⁵
				0,84.10 ⁻⁶

3.sz. Táblázat

A légkondicionáló rendszer funkcionális elemei hibamentességi elemzésének eredményei

Funkcionális elem megnevezése	Meghibásodásig ledolgozott üzemidő eloszlási törvényszerűsége	Eloszlási törvényszerűség paraméterei	A meghibásodási ráta változásának jellege
Viaszacaspós szelep (2)	Weibull	$t_0 = 115; m = 0,25$	csökkenő
Túlnyomás szelep (7)	Metszet normális ,	$t_0 = 4094 m = 10091$	növekvő
Túlnyomás szabályozó (8,10)	Exponenciális	$= 0,722 \cdot 10^{-5}$	cont
Pő levegő-radiátor (11)	Exponenciális	$= 0,272 \cdot 10^{-4}$	cont
Hűtőturbina (12)	Weibull	$t_0 = 13,6 \cdot 10^6 m = 1,6$	növekvő
Elosztó (13)	Exponenciális	$= 0,093 \cdot 10^{-5}$	cont
Elosztó (14,23)	Weibull	$t_0 = 13,6 \cdot 10^6$	növekvő

Vörös Miklós mk.százados, főiskolai adjunktus:

A REPÜLŐGÉP FEDÉLZETI RÁDIÓTECHNIKAI BERENDEZÉSEK
MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK MINŐSÍTÉSE

BEVEZETÉS

A rádiótechnikai berendezések egyik legfontosabb tulajdonsága a megbízhatóság. A megbízhatósági jellemzők véletlenszerűen változó mennyiségek, meghatározásukkal a valószínűségi számítás, illetve a matematikai statisztika foglalkozik. A leggyakrabban használt megbízhatósági függvények közötti összefüggéseket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

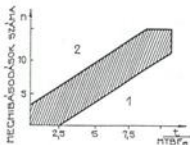
Megnevezés	$R(t)$	$F(t)$	$f(t)$	$\lambda(t)$
Hibamentes működés valószínűsége, $R(t)$		$1 - R(t)$	$-\frac{d}{dt} R(t) = -R'(t)$	$-\frac{1}{R(t)} \frac{d}{dt} R(t)$
Meghibásodás valószínűsége, $F(t)$	$1 - r(t)$		$\frac{d}{dt} F(t)$	$\frac{1}{1 - F(t)} \frac{d}{dt} F(t)$
Meghibásodás valószínűségének sűrűség-függvénye, $f(t)$	$\int_t^\infty f(u) du$	$\int_0^t f(u) du$		$\frac{f(t)}{\int_t^\infty f(u) du}$
Meghibásodási ráta, $\lambda(t)$	$e^{-\int_0^t \lambda(u) du}$	$1 - e^{-\int_0^t \lambda(u) du}$	$-\int_0^t \lambda(u) du$ $\lambda(t)e$	

A fedélzeti rádiótechnikai berendezések minősítésére alkalmas megbízhatósági mutatók közül leggyakrabban használt az ún. MTBF (Mean Time Between Failures), mely a meghibásodások között eltelt átlagos időtartamot adja meg. Az MTBF következő fajtáit használják:

- előírt ($MTBF_e$) - egy új berendezés fejlesztői, gyártói számára a megrendelő által előírt érték;
- prognosztizált vagy számított ($MTBF_p$) - a felhasznált rádióelektronikai alkatrészek laboratóriumi körülmények között meghatározott meghibásodási rátája és az áramkörti struktúrák alapján, szabvány által előírt számítások útján nyert érték. A telepítés körülményeit figyelembe véve az USA MIL-STD-756 szabvány a következő szorzótényezőket írja elő:

hajófedélzet	x 1,0	mesterséges hold:	
repülőgép	x 6,5	induló és leszálló pálya	x 80
rakéta	x 80	földköri pálya	x 1,0

- laboratóriumi ($MTBF_l$) - szabvány által előírt módon, laboratóriumi körülmények között végzett vizsgálatok eredményeképpen nyert érték. A MIL-STD-781 szabvány szerint tervezett kísérlet lefolyását mutatja az 1. ábra. Ha a kísérlet időtartama alatt a meghibásodások száma a 2. zónába esik, a berendezést selejtesse nyilvánítják. Ha a meghibásodások száma a satírozott területen belül van, a berendezések eleget tesznek a követelményeknek.
Az 1. zónába eső meghibásodási szám esetében a kísérletet addig folytatják, amíg a fenti két esemény közül valamelyik be nem következik.



1. ábra

- üzemi ($MTBF_u$) - valós üzemeltetési körülmények között meghatározott érték (számításakor csak a légi üzemelési időt veszik figyelembe).

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a valós körülmények között üzemelő berendezések meghibásodási valószínűsége gyakran nagyságrenddel nagyobb,

mint az előírt vagy a prognosztizált érték. A cikk célja a megbízhatósági mutatók számított és az üzemeltetés során nyert értékeinek összehasonlítása, a közöttük lévő eltérések lehetséges okainak feltárása, illetve az eltérések csökkentésére irányuló eredmények bemutatása.

Számított és valós üzemeltetési körülmények között meghatározott megbízhatósági mutatók értékeinek összehasonlítása

Az USA légierijében öt évig tartó, 12 fajta rádióelektronikai berendezést 10 különböző fegyverrendszerben, több típusú repülőgép fedélzetén üzemeltetve nyert adatokat foglalja össze a 2. táblázat. Az összes üzemidő 1 740 000 óra volt, ebből 1 100 000 óra jutott a légi üzemeltetésre.

2. táblázat

Berendezés	$\frac{MTBF_p}{MTBF_e}$	$\frac{MTBF_l}{MTBF_e}$	$\frac{MTBF_{\bar{u}}}{MTBF_e}$	$\frac{MTBF_x}{MTBF_l}$	$\frac{t_{össz}}{t_{rep}}$
Hírközlő	2,43	1,23	0,25	0,36	1,31
"	0,94	1,00	0,05	0,32	1,41
Lokáció	1,10	1,25	0,28	0,51	2,20
"	1,48	1,06	0,23	0,60	2,17
"	2,25	1,59	0,11	0,20	2,71
"	3,44	1,21	0,56	1,27	1,76
"	3,00	1,72	0,07	0,07	1,42
Rádiónavi- gáció	1,05	0,96	0,06	0,22	2,48
"	4,27	1,30	0,15	0,35	2,18
"	2,25	1,35	0,17	0,28	2,04
"	1,01	1,32	1,13	1,16	1,23
"	0,98	0,99	0,46	0,63	1,18

A táblázat adataiból megállapítható, hogy míg az előírt és a laboratóriumi MTBF értéke közeli, addig az üzemi és az előírt (vagy laboratóriumi) között nagy az eltérés. Az eltérések az alábbi okokra vezethetők vissza:

1./ A megbízhatóság értékelési (számítási) módszereinek eltérősége:

- kis számi vizsgálat eredményeinek általánosítása;
 - a laboratóriumi körülmények nem tudják teljes egészében modellezni a valós üzemeltetési viszonyokat;
 - ugyanazon jelenség laboratóriumi, ill. valós üzemi körülmények között hibátlan működésnek vagy meghibásodásnak is számíthat. (Pl. $MTBF_{\bar{U}}$ meghatározásakor a műszaki kiszolgálás teljes folyamata - mely tartalmazza a technológia szerint előírt ellenőrzéseket és a tényleges meghibásodás esetében szükséges javítómunkát is - meghibásodásnak számít);
 - a laboratóriumi kísérletek és a valós üzemeltetés során különböző időalapot vesznek figyelembe MTBF meghatározásakor. $MTBF_1$ számításakor a kísérlet időtartamának és az ez alatt bekövetkező meghibásodások számának hányadosát, míg $MTBF_{\bar{U}}$ meghatározásakor a t_{rep} légi üzemelési idő és az ehhez szükséges naptári időszak alatt bekövetkező meghibásodások hányadosát számítják. A berendezések azonban nemcsak repülés közben, hanem az előírt földi ellenőrző munkák végrehajtása során is működnek, s ez az időtartam jelentős lehet.
- A 2. táblázat $t_{össz}/t_{rep}$ oszlopában az összes üzemidő és a légi üzemidő hányadosa van feltüntetve.
- $MTBF_e$ és $MTBF_{\bar{U}}$ értékei közelíthetők, ha az utóbbi meghatározásakor a berendezés $t_{össz}$ üzemidejével számolnak ($MTBF_x/MTBF_{\bar{U}}$ oszlop a 2. táblázatban).

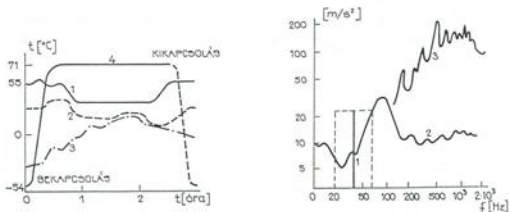
2./ Az üzemeltetés sajátosságai. Az $MTBF_e$ és az $MTBF_{\bar{U}}$ közötti eltérés kb. 50 %-át az üzemeltetés körülményei okozzák:

- legerősebb hatást a berendezések cseréjének intenzitása, a javítás időtartama, a repülési feladat időtartama és bonyolultsága, valamint a berendezések üzemideje fejt ki;

- a meghibásodások 20-60 %-a kikapcsolt állapotban következnek be. Jelenleg még nincs megbízható módszer a nem működő berendezések állapotára ható külső tényezők figyelembe vételére;
- a javítómunkák több mint egyharmada nem magukra a berendezésekre, hanem a közöttük lévő csatlakozó és illesztő egységekre irányul, melyek ellenőrzése a hibaelhárítás után megköveteli a kapcsolódó berendezések bekapcsolását, így annak üzemidejét növeli;
- a berendezések megbízhatóságára hatással van az üzemeltető és a kiszolgáló állomány felkészültsége, lelkiismeretes munkavégzése.

3./ A laboratóriumi és a valós üzemeltetési körülmények közötti jelentős eltérés. Ezt bizonyítja, hogy az üzemeltetés során bekövetkező meghibásodások több mint felét külső behatások okozzák. Vadásziparrepülőgépeken és bombázókon végzett megfigyelések során az $MTBF_e/MTBF_{ü}$ érték 2,7 ill. 1,3 volt, ami a vadászgépekre ható erősebb külső hatások ismeretében szintén ezt támasztja alá.

A külső tényezők közül legerősebb hatást a hőmérséklet, a vibráció és a páratartalom széles határok közötti, gyors, együttes változása fejti ki. A 2. ábrán a hőmérsékleti és a vibrációs terhelést mutatja valós repülési körülmények, valamint a MIL-350-781 szabványnak megfelelő laboratóriumi vizsgálati körülmények között, (a/ ábrán: 1,2,3 - sivatagi, trópusi, ill. sarkvidéki üzemeltetés során mért értékek; 4 - szabvány által előírt változás; b/ ábrán: 1 - szabvány által előírt, 2,3 - normál repülés, ill. légilövészet esetében mért értékek).



2. ábra

A méréseket A-7 típusú repülőgép lokátorterében végezték. Szemmel látható a kísérleti és a valós üzemeltetési viszonyok közötti jelentős eltérés.

A laboratóriumi vizsgálati módszerek korszerűsítése

Az eddig leírtak alapján nyilvánvaló, hogy a rádiótechnikai berendezések megbízhatóságának meghatározásakor a valós üzemeltetési viszonyokat a lehetőség szerint legjobban megközelítő laboratóriumi kísérleti körülményeket kell biztosítani. A mérésértékeléshez nélkülözhetetlen új előírások és szabványok kidolgozása. A korszerűsítést célzó intézkedések két csoportba sorolhatók.

Az első csoportba az adatgyűjtés szervezési kérdései tartoznak. Egységesíteni kell a mérésadat-gyűjtés rendszerét, valamint azonos meghibásodási kritériumokat kell alkalmazni a vizsgálatok és az üzemeltetés során.

A második csoportot a vizsgáló berendezések korszerűsítésére irányuló műszaki megoldások, elképzelések alkotják. Ezek nem ritkán nagyságrendekkel több anyagi befektetést követelnek, mint a hagyományos technika.

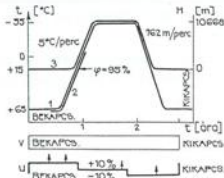
A vizsgálati körülmények korszerűsítése

Alapvető cél, hogy a laboratóriumi körülmények minél jobban megközelítsék a valós üzemeltetési viszonyokat.

Ennek érdekében:

- a kísérleteket a repülőgép típusának, a vizsgált berendezés fajtájának és a fedélzeten történő elhelyezésének, valamint a jellegzetes repülési üzemmódoknak a figyelembe vételével kell kialakítani;
- a kísérletek során az állóhelyen történő működést és a berendezés kikapcsolt állapotát is szimulálni kell;
- imitálni kell az üzemeltetés földrajzi környezetének jellegzetes klimatikus viszonyait;

- széleskörűen kell alkalmazni a repülés közben szerzett, valamint a matematikai modellezés során nyert adatokat, tapasztalatokat;
- a kísérlettervezés és a fakt-analízis eszközeivel racionalizálni kell a vizsgálatok során alkalmazott külső behatások időbeli sorrendjét;
- a laboratóriumi vizsgálatok során a berendezéseket igénybe vevő hatásokat komplex módon, azaz egyidejűleg kell létrehozni, és dinamikusan, a közöttük lévő kölcsönhatásnak megfelelően kell változtatni. A MIL-STD-810 szabványnak megfelelő vizsgálati ciklust mutat a 3. ábra.



3. ábra

u - tápfeszültség;

φ - páratartalom;

1 - hőmérséklet;

2 - páratartalom;

3 - nyomás (magasság);

4 - vibráció

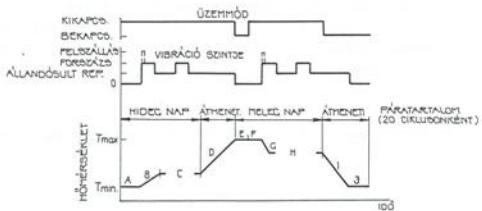
A vizsgálati programok korszerűsítése

Az új laboratóriumi vizsgálati eljárások közös jellemzője a komplex behatássorozat létrehozása.

A 3. táblázat és a 4. ábra a Grumman cég által javasolt komplex behatássorozatot ábrázolja. Egy vizsgálati ciklus a repülőgép összes lehetséges, valós körülmények között regisztrált üzemmódját magába foglalja.

3. táblázat

Szakasz	Megnevezés	Időtartam	Berendezés állapota
A	Földi üzem (hideg nap)	30 perc	Bekapcsolva
B	Emelkedés	Berendezésfüg- gő	"
C	Feladatvégrehajtás	"	"
D	Süllyedés (meleg nap)	"	Kikapcsolva
E	Földi állóhely (")	30 perc	"
F	Földi üzem (")	"	"
G	Emelkedés	Berendezés- füg- gő	"
H	Feladatvégrehajtás	"	"
I	Süllyedés (hideg nap)	"	"
J	Földi állóhely (hideg nap)	30 perc	"

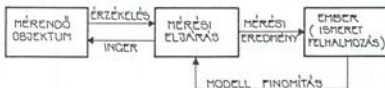


4. ábra

A komplex vizsgálatok hatékonyságát bizonyítják a következő adatok. Az F-4 repülőgépek feszültségszabályozó paneljének gyakori meghibásodása miatt 101 darabot komplex vizsgálatra bocsátottak. A vizsgálat során 40 - 2000 Hz spektrumú, 25 g vibrációs terhelést kombináltak ($-60 \div +125$)°C közötti hőmérsékletváltozással. A vizsgált panelek közül 82 esetben jelentkezett meghibásodás, alapvetően az összekötő elemek gyengesége miatt. Az AN/ARN-84 navigációs lokátor MTBF_ü értéke $50 \div 200$ óra volt, mely a komplex vizsgálatok befejezése után 1000-2000 órára növekedett.

A vizsgáló rendszerek korszerűsítése

A kísérleti módszerek és programok változása szükségessé teszi a vizsgáló rendszerek korszerűsítését is (5. ábra).



5. ábra

A külső behatásokat (ingereket) létrehozó berendezések olyan zárt vizsgálókamrák, melyek dinamikusan változó környezeti hatásokat (hőmérséklet, nyomás, páratartalom, vibráció) képesek egyidejűleg, programvezérlés alapján létrehozni.

Az univerzális berendezések mellett rohamosan terjednek a specializált, csak adott típusú fedélzeti rádiótechnikai rendszer vizsgálatára alkalmas eszközök is.

A mérési eljárást megvalósító mérőrendszer, mérőkészülékek, mérőműszerek, jelátvivő és jelfeldolgozó egységek, adatregisztráló készülékek és vezérlők meghatározott (szabványosított) információs kapcsolatokkal rendszerbe tervezett együttese. A mérőrendszer fontos jellemzője a rugalmasság, az egyszerű változtathatóság, a bővíthetőség. Szinte kizárólagos korszerű rendszerek esetében a jelfeldolgozási és vezérlési funkciók számítógépekkel való elvégzése.

Meghatározó jelentőségű az ember - gép, ill. a mérés technikus - mérőrendszer kapcsolat szempontjából a komfortos, elektronikus kezelői felület.

Összefoglalás

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy a laboratóriumban mért és a valós üzemeltetési körülmények között nyert megbízhatósági jellemzők közötti jelentős eltérést alapvetően a kísérletek által csak közelítően imitált külső környezeti hatások okozzák.

A laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek további pontosítása céljából a következő módszereket kell alkalmazni.

- a rádiótechnikai berendezések megbízhatósági analízisét szélesebb, több összefüggést feltáró statisztikai adathalmaz alapján kell nyerni, mely figyelembe veszi a konkrét repülőgép típust, a vizsgált berendezés fajtáját, elhelyezését a fedélzeten, az üzemeltetési légi és földi sajátosságait, tapasztalatait;
- a berendezéseket igénybe vevő külső hatásokat komplex módon, azaz egyidejűleg kell létrehozni és dinamikusan, a közöttük lévő kölcsönhatásnak megfelelően kell változtatni;
- kiegészítő külső hatásokat is létre kell hozni (pl. elektromos hálózatokban létrejövő tranziens folyamatok, berendezések szállítása, raktározása, kikapcsolt állapotban);
- gyorsított laboratóriumi vizsgálati módszereket kell kidolgozni, különös tekintettel a magas MTBF-el rendelkező berendezések részére;
- új, a fenti követelményeknek megfelelő szabványokat és mérésértékelési eljárásokat kell kidolgozni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Szerk. Dr.Schnell: Jelek és rendszerek mérés technikája
Műszaki Könyvkiadó, 1985.
Zarubeznas Radioelektronika, 1980/1.
2. Dr. Házman: Elektronikai berendezések tervezése
Műszaki Könyvkiadó, 1987.

Körmendi Géza mk.őrnagy, főiskolai adjunktus:

GÁZTURBINA FORGÓLAPÁT-KOSZORÚ ÉS A TURBINAHÁZ
KÖZÜTTI RADIÁLIS RÉS HATÁSA A TURBINAFOKOZAT
HATÁSFOKÁRA

A gázturbina forgórész beékelődésének elkerülése érdekében a turbina lapátvég és az állórész között meghatározott nagyságú radiális résnek kell lennie. A radiális rés szükséges értékét hagyományos gázturbináknál a hajtómű hideg állapotában abból a megfontolásból állapítják meg, hogy sem indításakor, sem a hajtómű leállításakor ne következhesen be a lapátvég és a ház érintkezése.

A hajtómű indításakor a forgólapátok hőmérséklete gyorsabban növekszik, mint a turbinaház hőmérséklete, ugyanakkor a forgólapátok a rájuk ható centrifugális erő miatt rugalmasan meg is nyúlnak. A turbinaház geometriai formája és hőmérsékleti viszonyai kisebb átmérő-növekedést tesznek lehetővé a hajtómű indításakor, mint amilyen mértékű a forgólapátok sugárirányú megnyúlása. Ezáltal hideg hajtóműre rosszul megállapított rés esetén összeérhet a forgólapát vége és a turbinaház. A ház és a lapát érintkezése a turbina sérülését, szélsőséges esetben az álló- és forgórész összeékelődését eredményezi.

A hajtómű leállításakor a forgólapátok hőmérséklete lassabban csökken, mint a turbinaház hőmérséklete, így leállásakor is előfordulhat - helytelen szerelési rés mellett - a turbina sérülése.

A hajtómű állandósult üzemmódján a felmelegedés és a lapátok rugalmas megnyúlása miatt a radiális rés kisebb, mint álló hajtóműnél.

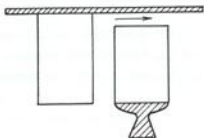
Az eddigiekből látható, hogy a radiális rés értéke a hajtómű üzemmódjától nagymértékben függ. A célszerűség azt diktálja, hogy ez minél kisebb legyen a hajtómű valamennyi üzemmódján, emiatt korszerű gázturbinás hajtóműveknél már alkalmazzák a rés-szabályozó rendszereket.

A radiális rés nagyságának hatása a fokozat működésére

A radiális rést, mint egy vékonyfalú hengergyűrűt lehet elképzelni, ahol a gyűrű belső átmérője a lapátvég-átmérő, külső átmérője a házátmérő, a gyűrű szélessége pedig közelítőleg egyenlő a lapátvégprofil hűrjával.

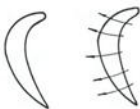
Ebben a hengergyűrűben igen bonyolult áramlási viszonyok alakulnak ki. Magában a résben átáramló gázban is háromdimenziós áramlások jelennek meg, ezzel együtt a résben áramló gáz kölcsönhatásban van a lapátok között kialakuló páros örvényekkel.

A radiális rés kis értéke (0,5 - 1,5 mm) miatt a résben létrejövő sugárirányú áramlás elhanyagolható, így az áramlást síkáramlásként lehet fel-fogni, amely két összetevőből áll.



Tengelyirányú átáramlás

1. Az álló-terelő lapátokból kilépő gáz-áram egy része a gyűrű alakú radiális résen keresztüláramlik a forgólapátok végei felett. A gázáramlás nem tengelyirányú, hanem α_1 -nél nagyobb szögű a gáz viszkozitása és a főáram-lással való kölcsönhatása miatt. Az ilyen irányú átáramlást tengelyirá-nyúnak nevezik.



Kerületi irányú átáramlás

2. A lapát homorú és domború oldalán el-térő a gáznyomás, emiatt a homorú ol-dalról a lapátvég felett a gáz egy része átáramlik a domború oldalra. Az átáramlás hatása ugyanaz, mint véges szárnynál az indukált ellenállás. Ezt az átáramlást feltételelesen kerületi irányúnak nevezik.

A tengelyirányban átáramló gáz viszonyított mennyisége állandó cirkulációs fokozatnál ($C_{1a} = \text{const.}$)

$$\Delta \bar{m}_t = \frac{\Delta m_t}{m} = \sigma_k \frac{\varrho''}{\varrho_{\text{köz}}} \quad 1.1.$$

Δm_t - a radiális résen 1 sec alatt tengelyirányban átáramló gáztömeg,

m - a turbinafokozat gázfogyasztása,

$$\sigma_k = \frac{A_{\text{rés}}}{A} = \frac{\sigma D''}{h D_{\text{köz}}} \quad 1.2. - \text{a radiális rés viszonyított keresztmetszet területe,}$$

$A_{\text{rés}}$ - a radiális rés keresztmetszet területe,

A - a turbina áramlási csatorna keresztmetszet területe,

σ - a lapátvég és turbinaház közötti távolság,

D'' - a turbinaház belső átmérője,

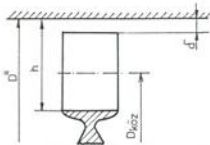
h - a lapáttő és a ház közötti radiális távolság,

$D_{\text{köz}}$ - a fokozat közepes átmérője,

ϱ'' - a résen átáramló gáz sűrűsége,

$\varrho_{\text{köz}}$ - a gáz sűrűsége a fokozat közepes átmérőjénél.

Az alkalmazott jelölések a mellékelt ábra alapján értelmezhetők:



Az 1.2. kifejezés abban az esetben igaz, ha az áramlási keresztmetszeteket kiterítjük és $\sigma \cdot D''$, valamint $h \cdot D_{\text{köz}}$ oldalhosszúságú téglalapokként fogjuk fel.

Turbinafokozat geometriai méretei

A kerületi irányban átáramló viszonyított gázmennyiség értéke az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$\Delta m_K = \frac{\Delta m_K}{m} = \frac{\mu \cdot b \cdot \sigma \cdot z}{\pi \cdot D_{\text{köz}} \cdot h} \cdot \frac{g''}{g_{\text{köz}}} \cdot \frac{w_K}{w_{2a}} \quad 1.3.$$

Δm_K - a radiális résen 1 sec alatt kerületi irányban átáramló gáztömeg,

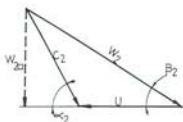
μ - átömlési tényező ($\mu \approx 0,6$),

b - lapátvég profil húr hossza,

z - lapátok száma a fokozatban,

w_K - gáz kerületi irányú lapátvég feletti átáramlási sebessége (egyszerűsítő feltételként elfogadható, hogy $w_K \approx w_2$),

w_2 - a fokozatból kilépő gáz relatív sebessége.



Turbinafokozat sebességi
háromszöge

A kilépő keresztmetszet sebességi háromszögéből látható, hogy

$$\frac{W_K}{W_{2a}} = \frac{1}{\sin \beta_2} \quad 1.4.$$

Az 1.3. és 1.4., valamint a $\mu \approx 0,6$ és $W_K \approx W_2$ feltételek figyelembevételével

$$\Delta \bar{m}_K \approx 0,6 \cdot \bar{\sigma}_K \left(\frac{b}{t} \right)^{\mu} \frac{g''}{g_{köz}} \frac{1}{\sin \beta_2} \quad 1.5.$$

Az 1.5. kifejezésben szereplő t a lapátosztás. Az 1.1. és 1.5. kifejezéseket összeadva meghatározható a radiális résen másodpercenként átáramló teljes gáztömeg:

$$\Delta \bar{m} = \Delta \bar{m}_t + \Delta \bar{m}_K = \bar{\sigma}_K \cdot \frac{g''}{g_{köz}} \left[1 + \frac{0,6}{\sin \beta_2} \left(\frac{b}{t} \right)^{\mu} \right] \quad 1.6.$$

A radiális résen átáramló gáz csökkenti a turbina nyomatékát és a hatások csökkenését okozza.

Állandó cirkulációs turbinafokozatoknál a nyomaték, illetve mechanikai hatások-csökkenés arányos a tengelyirányban átáramló gáz viszonyított tömegével.

A kerületi irányban átáramló gáz energiáját a turbina nem tudja teljes egészében hasznosítani, mivel a belépőnél közelében a gáz munkavégzés nélkül áramlik át a lapát homorú oldaláról a domború oldalára. A kilépőnél közelében kialakuló kerületi irányú átáramlás lényegesen kisebb veszteséget

okoz, mivel itt már a gáz energiájának nagyobb részét a turbina felhasználta. A kilépőnél átáramló gáz már veszteséget nem okoz, mivel energiáját átadta a turbinának. Így feltételezhető, hogy a kerületi irányban átáramló gáz energiájának fele nem veszteségként fog jelentkezni, hanem a turbina munkájává alakul át.

A radiális résen fellépő veszteségeket a rés hatásfokával lehet figyelembe venni.

$$\eta_r = 1 - \Delta\eta_r = 1 - \bar{\sigma}_K \frac{S''}{S_{\text{köz}}} \left[1 + \frac{0,3}{\sin 2} \left(\frac{b}{t} \right)^{1/2} \right] \quad 1.7.$$

$$\Delta\eta_r = \Delta\bar{m}_t + \frac{\Delta\bar{m}_K}{2} \quad 1.8.$$

A turbina hatásfokának számításakor a résnélküli turbina hatásfokát meg kell szorozni a rés hatásfokkal, ami azt jelenti, hogy az így meghatározott hatásfok már tartalmazza a radiális rés okozta veszteségeket is.

Az 1.8. kifejezés felhasználásával megállapítható, hogy a viszonyított radiális rés 1 %-os növekedése a turbina hatásfok 1,5 - 2,3 %-os csökkenését okozza.

A radiális rés okozta veszteség csökkentésének lehetséges módjai

A gázturbinák hőmérsékleti viszonyait a hajtómű üzemmódja határozza meg, így adott szerelési rés esetén üzem közben a radiális rés nagysága minden üzemmódon más és más. Az eltérő nagyságú radiális rés eltérő hatásfokokat eredményez az üzemmód függvényében. A tervező irodák arra törekedtek, hogy egyrészt csökkentsék a radiális rés nagyságát, ami csak egy bizonyos határig lehetséges, másrészt arra, hogy a rés értéke lehetőleg ne legyen üzemmód-függő mennyiség.

A rés csökkentés eredményei már megtalálhatók az üzemelő hajtóműveken mint a lapátvégek bandázs-gyűrűvel való egyesítése. Ez a kialakítás teljes mértékben megakadályozza a kerületi irányú átáramlást. A bandázs-gyűrű külső hengeres felületén általában kialakítanak egy 2-3 fogú labirint-fésűt, amely a turbinaházhoz erősített könnyen koptatható betét alatt fut. Ez a megoldás nagymértékben képes csökkenteni a tengelyirányú átáramlás okozta veszteséget is.



Bandázs-gyűrűvel ellátott
turbinalapát

Amennyiben a bandázs-gyűrűn nem alakítanak ki labirint-fésűt, úgy a hatásfok-növekedés lényegesen kisebb mértékű lesz.

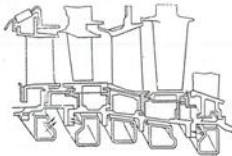
A bandázs-gyűrű kialakítása csökkenti a lapátok kisfrekvenciás vibrációs terhelését is. Meg kell azonban jegyezni, hogy a lapátvég tömegének növekedése a lapátra ható húzóigénybevétel jelentős növekedését okozza. A házhoz erősített, könnyen koptatható betét általában 0,1 - 0,15 mm vastagságú fóliából kialakított méhsejt szerkezet, amelynek magassága 2-3 mm. A méhsejt-szerkezetet a veszteségek csökkentésére töltőanyaggal töltik ki.

Töltőanyag nélküli méhsejt-szerkezet helytelen méretkiválasztása a fellépő intenzív turbulencia miatt a turbinafokozat hatásfokának csökkenését okozhatja.

A radiális rés csökkentésének másik, az előzőnél hatásosabb módszere a rés üzemmódtól függő szabályozása. A hajtómű állandósult üzemmódjain - elsősorban utazó üzemmódon - a szabályozó rendszer mindig kisebb rést állít be, mint átmeneti üzemmódokon.

A rés értékének szabályozása a turbinaház egyes alkatrészei szabályozott hűtésével valósítható meg. Például az JT9D-59/70 típusú kétáramú gázturbinás sugárhajtómű turbinájának házát levegővezető csatornák veszik körül, amelyekbe beáramló levegő mennyiségének változtatásával szabályozható a forgólapátok felett lévő házrész hőmérséklete, így geometriai méretének szabályozása biztosítja a mindenkori legkisebb radiális rés fenntartását, így a turbina hatásfokának maximális értékén tartását.

A házrész geometriai méretének szabályozása biztosítja a mindenkori legkisebb radiális rés fenntartását, így a turbina hatásfokának maximális értékén tartását.

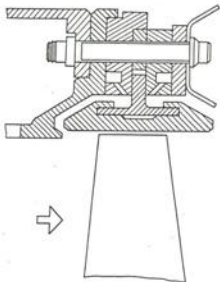


Az ábrán látható aktív rés-szabályozó-rendszer lehetővé tette utazó üzemmódon a hajtómű tüzelőanyag-fogyasztásának 0,6-0,9 %-os csökkentését.

JT9D-59/70 hajtómű turbinaház
hűtőrendszere

Egy másik alkalmazott megoldás a forgólapátok felett elhelyezkedő úszó bandázsgyűrű.

A gyűrűt szegmensek alkotják, amelyek az úszó tartógyűrűre vannak sajtolva. Az úszógyűrű tengelyirányú elmozdulását a csavarokkal rögzített támasztó betétek akadályozzák meg. A támasztó betétek hornyaiban áramló hűtőlevegőt



furatokon keresztül vezetik az úszó bandázsgyűrűre, így a levegő-mennyiség változtatásával bármilyen üzemmódon biztosítható a gyűrű szükséges átmérője, ezzel pedig a minimális radiális rés.

Radiális rés aktív szabályozása
úszógyűrűvel

A gyűrű radiális irányú elmozdulása excentrikus forgórész beépítés mellett is biztosítja a teljes kerület mentén a minimális rést, így a maximális turbinahatásfokot.

Az aktív résszabályozó-rendszer alkalmazását megnehezíti, hogy a rés nagysága igen sok tényezőtől függ.

A teljesség igénye nélkül a rést befolyásoló néhány ilyen tényező, a hajtómű munkaközegének hőmérséklete, fordulatszáma, vibráció mértéke, a hajtómű elemeinek rugalmassága.

A sok befolyásoló tényező figyelembevételére csak számítógép alkalmazásával lehetséges, amely minden időpillanatra meghatározza a minimális rés fenntartásához szükséges hűtőlevegő mennyiségét.

Az aktív résszabályozó-rendszer bonyolultsága és ráfordítási költségei miatt jelenleg még kevés, csak igen nagy szériában gyártott gázturbinás hajtóműveknél lehet ezt a rendszert megtalálni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. P.K.Kazandzsán - N.O.Tihonov - A.K.Janko: Repülőgép hajtóművek elmélete
Masinosztroenie Moszka 1983.
2. V.H. Abianc: Repülőgép gázturbinák elmélete
Masinosztroenie Moszkva 1979.
3. Sz.I. Lovinszkij - G.I. Linko - G.R. Anucskik: Repülőgép gázturbinás
hajtóművek szerkezete, tervezésének alapjai
Masinosztroenie Moszkva 1977.
4. Warren, Davis: Floating expansion control ring

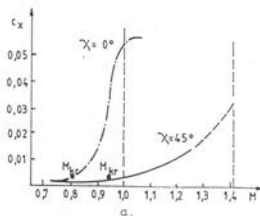
Óvári Gyula mk.őrnagy, főiskolai docens:

ELŐRENYILAZOTT SZÁRNYAK ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGE ÉS KORLÁTAI HANGSEBESSÉG FELETTI VADÁSZREPÜLŐGÉPEKEN

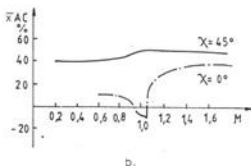
A 80-as évek első felétől a külföldi szakajtó mind gyakrabban adott hírt egy új, szokatlan formájú, előrenyilazott szárnyú szuperszónikus vadászpilótaegység megjelenéséről, illetve kísérleti repüléseiről. Tervek szerint - amennyiben a berepülési program igazolja az előzetes elvárásokat - ez a gép, az X-29-es lesz az ezredforduló egyik nagy szériában gyártott katonai légi járműve.

Mivel ezidáig a repüléstörténet alig jegyzett fel hírt előrenyilazott szárnyú repülőgép sorozatgyártásáról (hangsebesség felettiről pedig egyáltalán nem!), célszerű megvizsgálni:

- mi tette szükségessé vagy lehetővé e konstrukciós megoldást?
- milyen előnyöket, hátrányokat hordoz?
- vannak-e korlátjai az alkalmazhatóságának?



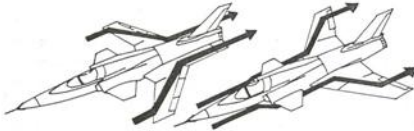
Közel fél évszázada ismert, hogy nagyobb repülési sebességeken ($M > M_{kr}$) a légellenállás csökkentésének elengedhetetlen feltétele a nyilazott szárnyak alkalmazása. Minél nagyobb a nyilazási szög (χ), annál kisebb a légellenállás értéke (l.a. ábra), annál kevésbé mozdul el a szárny hirtelen az AC-tengely (l.b. ábra). Ez utóbbi $M=0,9-1,4$ tartományban a hosszstabilitást befolyásolja kedvezően.



1. ábra

A repülőgép kereszt-tengelyéhez képest a szárny hátra pozitívan ($\chi > 0$), vagy előre negatívan ($\chi < 0$) lehet nyilazva. E két lehetőség közül az aerodinamikai és stabilitási szempontok az utóbbi, a - hagyományos

szerkezeti anyagokra épülő - szilárdsági megfontolások az előbbi megoldás alkalmazását teszik indokolttá. A különbözőség alapvető oka az, hogy hátra-nyilazott szárnynál a hosszirányú áramlás a szárnyvég felé, előrenyilazott

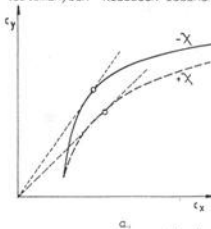


2. ábra

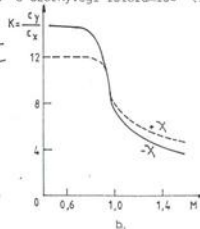
szárnynál a szárnytő irányába fordul el (2. ábra). Ennek következtében megváltozik a lögerők terjedési menti megoszlása.

Előrenyilazott szárnynál a nagyobb terhelés a szárnyvégről a szárny törészére kerül. Ebben az esetben - azonos nagyságú légerőt feltételezve - csökken a hajlítói igénybevétel (5-10 %-kal), ezáltal a szárnyszerkezet tömegének akár 10 %-os csökkentése is lehetővé válik. A megváltozott áramlási viszonyok következtében az áramlásleszakadás is először a szárnytő hátsó részén alakul ki. Ez fokozott **billenésbiztonságot** és egy - a dugóhúzóba esést megakadályozó - emelőnyomatékokat eredményez.

A megváltozott áramlási viszonyok következtében hangsebesség alatti tartományban kisebbek lesznek a szárnyvégi feláramlás (indukció) okozta



3. ábra



veszteségek. Ennek eredményeként a légellenállás mintegy 10-20 %-kal csökken, ami csökkenti a hajtómű tolóerő szükségletet, illetve hasonló arányú tüzelőanyag-

-megtakarítást tesz lehetővé. A kisebb légellenállás (c_x) miatt $M < 1$ esetén megnő a gép jóssági száma ($K = c_y/c_x$) is (3.b. ábra).

Az előrenyílt szárny módosult körüláramlása következtében nagyobb lesz az üzemi állásszög tartomány (3.a. ábra), ami viszont a gép manőver-jellemzőit befolyásolja.

Az előrenyílt szárnyakat valamivel hátrább kell a törzshöz rögzíteni, amint a hátranyíltakat, ebből adódóan:

- a szárny törzsön átmenő teherviselő elemei (főtartók, segéd tartók stb.) is hátrább kerülnek, ami a törzs belső tereinek hatékonyabb kihasználását teszi lehetővé;
- jól alkalmazható a felület- (tér-) szabály, így közel optimális törzsforma alakítható ki.

A számított előnyös tulajdonságok ellenére a 40-es években épített néhány kísérleti konstrukció kivételével (4. ábra) a 80-as évekig mindössze egyetlen kisszerűű, előrenyílt szárnyú repülőgép készült (az $\chi = -15^\circ$ -os nyílzási szögű HFB-320 Hansa).



(1944)



(1945)

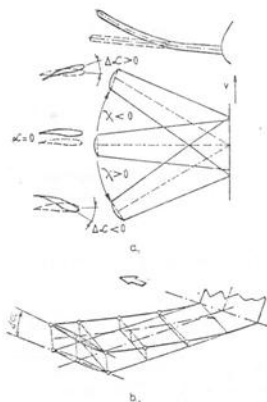


(1947)

4. ábra

A tartózkodás alapvető oka a hagyományos anyagból készült, előrenyílt szárnyak nagyfokú **divergencia-hajlama**. Valamennyi szárny a rajta ébredő légerők hatására, rugalmassága következtében többé-kevésbé felhajlik.

Egyenes szárnyak ($\chi = 0$) esetében csak a felhajlás megengedett mértékét kell konstrukciónál korlátozni (5. ábra), nyílzási szárnyaknál azonban a szerkezeti, szilárdsági sajátosságokból adódó elcsavarodást is figyelembe kell venni.



5. ábra

Hátranyilazott szárnyaknál ($\chi > 0$) ez nem jelent gondot, mert a szárny előre csavarodik, az állásszög csökkenése felhajtóerő csökkentő hatást fejt ki. Ennek eredményeként kisebb lesz a felhajtás és ezáltal az elcsavarodás mértéke is. Előrenyilazott szárnynál ($\chi < 0$) a hatás éppen ellentétes, az elcsavarodás (ön-) gerjesztő légerőt hoz létre.

Mivel a szárny rugalmas tulajdonságai a terjedés mentén változnak, az elcsavarodás mértéke is különbözni fog egyes szárnymetszetekben. A legnagyobb értéket a szárnyvégeken éri el, itt a növekmény $\Delta\alpha = 5-10^\circ$ is lehet (5. a. és b. ábra).

A divergencia kritikus sebessége a

$$v_d = \frac{\pi}{A} \sqrt{\frac{2 \cdot GI}{g \cdot c_y^{\infty} \left[(\bar{x}_{Szt} - \bar{x}_{AC}) \pm \left(1 - \frac{2}{\pi}\right) \lambda \frac{GI}{EI} \tan \chi \right] \cos \chi}}$$

összefüggés alapján számolható, ahol

A - szárnyfelület;

GI, EI - a szárny csavard és hajlító merevsége;

$$\bar{x}_{Szt} = \frac{x_{Szt}}{h};$$

- a szerkezeti tengely és AC-tengely viszonylagos távolsága a húron (h);

$$\bar{x}_{AC} = \frac{x_{AC}}{h}$$

g

$$c_y^{\alpha} = \frac{dc_y}{d\alpha}$$

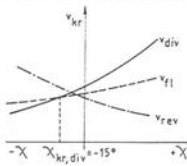
$$\lambda = \frac{l^2}{A}$$

- a levegő sűrűsége;

- egységnyi állásszög változás által létrehozott felhajtóerő-tényező változás;

- az "l" feszítávolságú szárny karcsúsága.

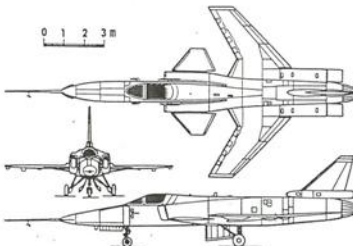
A nevezőben a "+" jel előrenyilazott ($\chi < 0$) a "-" jel hátranyilazott ($\chi > 0$) szárnyra vonatkozik. Ennek megfelelően az előrenyilazás növekedésével csökken a divergencia kritikus sebessége. Ez derül ki a 6. ábra alapján is. A szárnyak tipikus aeroelasztikus jelenségei, a flutter, reverzálás



6. ábra

és divergencia közül előrenyilazottakra $\chi < -15^\circ$ értéket követően az utóbbi a legveszélyesebb. A divergencia kritikus sebessége (v_d) a szárny konstrukciós előrecsavarásával kismértékben növelhető, de a jelenséget teljesen kiküszöbölő csavarómerevség (GI) hagyományos szerkezeti anyagokkal (pl. Al-ötvözetek) csak a gazdaságosnál lényegesen nagyobb tömeg beépítésével biztosítható.

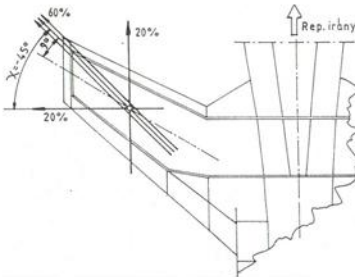
A probléma megoldására a 70-es évek közepe után, a kompozit anyagok széleskörű elterjedését követően nyílt lehetőség. Az első repülést 1984-ben



7. ábra

végrehajtó, szériagyártásra szánt, $\chi = -33^\circ$ szárnynyilazású, szuperkritikus profilú Grumman X-29-es repülőgép már ennek megfelelően került kialakításra (7. ábra). A szárny szerkezeti tömege az ekvivalens hátranyilazotthoz képes 10 %-kal csökkent úgy, hogy a divergencia-veszély is teljesen megszűnt.

A szárny hagyományos teherviselőrendszere (főtartók, hosszmerévítők) titán- és alumínium-ötvözetekből készültek, a borítás viszont többrétegű, irányított, feszített



8. ábra

szén-szálak kompozit anyagból. A szén-szálak előfeszítetttsége, mennyisége irányonként a várható igénybevételek arányában került meghatározásra.

Az X-29-es repülőgép esetében, a gép hossz tengelyére (x) merőleges, illetve az azzal párhuzamos szén-szálak aránya 20-20 %, míg az e

két irányval 45° -os (a szerkezeti tengellyel 9° -os) szöget bezáró szén-szálaké 60 % (8. ábra).

A feszített, irányított szén-szálak hatására a szárny rugalmas felhajlásakor a profil kissé előreccsavarodik, ami a divergencia létrejöttét kiküszöböli. Az így kialakított szárny szerkezet előre meghatározott külső függesztmények felszerelése esetén is megfelelő szilárdsági tartálékkal rendelkezik.

A divergencia elhárítás többoldalú biztosítására és a változatlanul fennálló flatter-veszély megelőzésére (ld. 6. ábra, $\chi < 0$ tartomány!) a szárny külső flaporanjainak (= kombinált csűrő + fékszárny) automatikusan vezérelt mozgatásával (ld. 7. ábra) tartják az elcsavarodást megengedett értékhatárok között. A típus kísérleti gépeivel végrehajtott többszáz fel szállás a repülési tulajdonságokat illetően a tervezők elvárásait maradéktalanul igazolta.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- 1./ Chin J. - Berman H. - Ellinwood J.: X-29 A flight control system design experiences
AIAA GUID.AND.CONTR.CONF, SAN DIEGO, CALIFORNIA, 1982.
COLLECT.TECHN.PAPER S.I. 1982. p. 703-713.
- 2./ Howe Dennis: Aircraft that fly backwards? The application of forward swept wings
AERONAUTIC JOURNAL 1983.87. N^o 868 p. 321-323.
- 3./ Jerzy Swindzinski: Tajemnica ujemnego skosu
SKRZYDLATA POLSKA 1985-12-08, N^o 49 (1776) p. 8-10.
- 4./ Poll.D.I.A. - Qiu Cheng.Hao: Some effects of sweep direction and Strakes
bor wings with sharp leading edges
AERONAUTIC JOURNAL 1984,88 N^o 878. p. 337-347.
- 5./ Rimer M. - Chipman R. - Mercadante R.: Divergence suppression system
for a forward swept wing configuration
with wing-mounted stores
AIAA PAPER 1983. N^o 2125. p. 1-8.
- 6./ Souahi A.: Assessment of certain merits of FSW and effect of the sing
of the sweep angle on the stressing of a wing structure
AERONAUTIC JOURNAL 1983., 87. N^o 868 p. 321-351.
- 7./ Uhuad G.C. - Weeks T.M. - Large R.: Wind tunnel investigation of
transonic aerodynamic characteristics of forward swept wings
JOURNAL AIRCRAFT 1983. 20, N^o3 p. 195-202.
- 8./ Weisshaar Terrence A. - Zeiler Thomas A. - Hertz Terrence J. - Shirk
Michael H.: Flutter of forward swept wings analyses and tests
AAIA/ASME/ASCE/AHS 23 rd. SRUCT.DYN.AND.MATER.CONF. NEW ORLEANS, LA,
1982. COLLECT.TECHN.PAP.PT.2. NEM YORK, sa. 111-121.
- 9./ X-29 gees supersonic
FLIGHT INTERNATIONAL 1986.jan.18. p. 21.

Ludányi Lajos mk.őrnagy, főiskolai adjunktus:

A RÁTE RENDSZEREK ÜZEMBENTARTÁSÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA
(A 21/E EMKU KRITIKÁJA)

Az üzembantartás a következő fő célok megoldására törekszik:

- a repülőtechnika üzemképes állapotának biztosítása;
- a szükséges repülési idő biztosítása az üzemképesség magas szinten tartása mellett;
- a repülőtechnika biztonságos működésének folyamatos biztosítása.

Nyilvánvaló, hogy a repülőtechnika üzembantartása akkor jó, ha a levegőben minél kevesebb meghibásodás fordul elő, illetve a hibafeltáró tevékenység során úgy elő lehet készíteni a repülőgépet repüléshez, hogy a levegőben csak a véletlenszerű, előre nem látható meghibásodások forduljanak elő. Azonban nem lehet a repülőtechnikákat állandóan ellenőrzési, javítási állapotban tartani, mert ez a harcckészültséget veszélyeztetné. Tudjuk azt is, hogy a mai korszerű repülőtechnikákon a szakág rendszerek integrálódnak és nem csak berendezésekről, hanem már komplexumokról beszélhetünk. Egyre nagyobb mértékűek mind a szakágak, mind a szakágakon belüli együttműködések, minek következtében a rendszerek üzembantartása bonyolultabbá és munkaigényesebbé válik.

Ismeretes az is, hogy a jelenlegi gazdasági helyzetben a repülőcsapatoknál egyenlőre nem várható az egyre öregedő repülőtechnika lecserélése korszerűbb típuszal. A meglévő, üzemeltetett technikák hibagörbéi az előrehaladott üzemidők miatt egyre inkább emelkedő tendenciát mutatnak, ugyanakkor a gyakorlatban meglévő és alkalmazott hibabehatárolási módszerek nem elégitik ki az együttműködő rendszerek által támasztott követelményeket. Éppen az "előregedési", elhasználódási folyamatból adódik, hogy a funkcionálisan kapcsolódó rendszerek együttműködési paraméterei lassan, de biztosan a túrésmező alsó vagy felső túréshatárait megközelítik. Tehát meg kellene oldani a paraméterek prognosztizálását is. Így a rendszerek diagnosztikája a repülőtechnika üzembantartása során felveti azt az igényt, miszerint célszerű egy olyan ellenőrzési algoritmust (technológiát) kidolgozni, amely egyidőben háromféle követelménynek kell, hogy eleget tegyen:

- biztosítsa az összes RÁTE-rendszer üzemképességét a század szintű ellenőrzéshez szükséges ellenőrző berendezésekkel,
- az ellenőrzési algoritmus munka- és időigénye tartson a minimumhoz,
- blokkmélységig diagnosztizáló program legyen.

A paraméterek prognosztikai szempontból történő kiválasztása, valamint a prognosztika gyakorlati megvalósíthatósága külön megfontolást igényel, amely nem témaja ennek írásnak.

A cikk a 75A típusú repülőgép együttműködő RÁTE-rendszerei üzemben-tartásával foglalkozik a fent említett 3-as követelmény figyelembevételével. Összehasonlítási alapot szolgáltat a 21-E Egységes Műszaki Kiszolgálási Szakutasításban foglalt üzemben-tartási feladatokhoz /1/.

Egy ellenőrzési algoritmus kidolgozásakor az ellenőrzendő rendszer működési vázlatából kell kiindulni (1.sz. ábra).

Az ábrán A; B; ... G-vel vannak jelölve az ellenőrzendő blokkok, $Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}$ -el a blokkok ki- és bemeneti paraméterei, melyek a funkcionális működését biztosítják, I, II, III-mal az egyes blokkokat stimuláló ellenőrző berendezések. Megkülönböztető jelzéssel ($Z_1^* \dots Z_{11}^*$) azok a paraméterek vannak jelölve, melyek kontroll csatlakozókra vannak ki-vezetve, tehát a rendszer megbontása nélkül ellenőrizhetők, mérhetők.

Első lépésben felírjuk a kimenőjel-blokk mátrixát ($KBM=[Q_1]$), amely lényegében a kimenőjelek, és blokkok incidencia mátrixa. Hasonló módon a második lépésben megadjuk a bemenőjel-blokk mátrixot ($BBM=[Q_2]$) - 1.sz. ábra. Harmadik lépésként egy sor matematikai művelet elvégzése után megkapjuk a rendszermátrixot ($[Y_R]$) (2.sz. ábra).

Melyek ezek a lépések?

- Végrehajtjuk a $[Q_2]$ és $[Q_1]^T$ -transzponált mátrixok BOOLE-algebra szerinti szorzását.
 - A szorzás után kapott mátrixban az "1" helyére (tehát ott, ahol van funkcionális kapcsolat a kimenő- és bemenőjel között) beírjuk a blokkvázlat alapján a megfelelő blokkok megnevezéseit.
- $$(q_{ij} = 1 \rightarrow q_{ij}^* = \textcircled{A} ; \textcircled{B} ; \dots \textcircled{G})$$

- Majd végezetül ahhoz, hogy megkapjuk a 3.sz. ábra 4. lépésében ábrázolt $[Y_R] \rightarrow$ BPM-mátrixot, a rendszer mátrix bemeneteire vizsgálóvektorokat "kapcsolva" figyeljük a kimeneteken megjelenő válaszjelvektorokat. Ezt ciklikusan ismételve és a válaszjelvektorokat binárisan szummázva végezetül megkapjuk a blokk-paraméter mátrixot (2.sz. ábra).

Negyedik lépésben a [BPM]-ból kihúzzuk azokat a blokk-paraméter vektorokat, melyeknek mérési lehetőségei a blokkvázlat alapján nincsenek biztosítva, így a minimalizált min. [BPM] mátrixhoz jutunk (3.sz. ábra 5. lépés).

A kapott minimalizált [BPM] elemzése során a következőket állapíthatjuk meg:

- A mátrix a vizsgált rendszer matematikai modellje, amely megmutatja, hogy valamelyik blokk meghibásodása mely paraméterekre van kihatással.

A mátrix "1"-ei azt jelentik, hogy a vizsgált (meghibásodott) blokk mely paraméter tűrésmezőn kívülre történő kilépését, azaz meghibásodási jelenséget okozza.

- A sorok szummázott értékei a diagnosztizálási sorrendet határozzák meg, azaz a diagnosztizálás a legnagyobb Σ -értékkel kezdődik, majd folytatódik az utána eggyel kevesebbel, stb.
- A min. [BPM]-oszlop (azaz paraméter) szerinti elemzésből kitűnik, hogy a vizsgált paraméterre mely blokkok lehetnek kihatással. Az oszlopok szummázás utáni sorrendisége az üzemképesség vizsgálat lépéseit adja meg (a legnagyobbval kezdjük, folytatjuk az eggyel kevesebbel, stb.).

Tehát a példaként elemzett rendszer (min.[BPM]-a) alapján első lépésben üzemképesség-vizsgálatot folytatunk az oszlopok szummázott sorrendje alapján, azaz kezdjük a "10"-es paraméter mérésével, mivel erre a paraméterre 6 blokk működése van hatással.

Az ellenőrzést folytatjuk a "9"-es paraméterrel (5 blokk) stb. Amennyiben a mérések során nem tapasztalunk eltérést az előírt értékekhez viszonyítva, a rendszert üzemképessnek ítéljük.

Ha a mérések során valamely paraméterek eltérnek a megadottaktól, diagnosztizálással folytatjuk a tevékenységet. A diagnosztizálás egyik feltétele a paraméter-sorrend mátrix [PS] kiszámítása (3.sz. ábra 10. lépés). Ehhez mindenekelőtt végrehajtjuk a min.[BPM] - továbbiakban [BPM] - transzponálását (6. lépés), majd ebből az úgynevezett gráfszínezési eljárással meghatározzuk a blokk-sorrend mátrixot [BS] (3.sz. ábra 9. lépés). A gráfszínezési eljárásnak az a lényege, hogy a gráf csúcsait (melyeket a gráfhúrok kötik össze) úgy kell "kiszínezni" minimális számú "színnel", hogy a hurok mentén lévő csúcsok más-más színűek legyenek. Ezt a minimális értéket nevezik a gráf kromatikus számának /2/.

Az eljárás lényege a következő: a [BPM]^T-mátrixból kell kiindulni (3.sz. ábra 7. lépés). A gráf csúcsai az A, B, ... G blokkok lesznek. A csúcsokat a [BPM]^T soronkénti "1"-ei alapján irányítatlan hurokkal kötjük össze (8. lépés). Amennyiben nincs kapcsolat valamely blokkok között (például az 1-es paraméternél), úgy ez az A csúcs önmagába visszatérő hurokját eredményezi. Rangsoroljuk a csúcsokat a legtöbb, majd eggyel kevesebb stb. irányítatlan hurok szempontjából. (Tehát az "A, E és F" csúcsok rendelkeznek hat húrral, ezeket követik öt húrral a "B, C és D" csúcsok, majd végezetül három húrral a "G" csúcs.)

Természetesen az "A, E és F" csúcsoknál a prioritás tetszőleges lehet, ez a végeredményt nem befolyásolja. Vegyük első lépésként az "A" csúcsot és "színezzük ki" az 1-es számú "színnel". Ez azt jelenti, hogy az "A" csúcsot összekötő hurok mentén lévő többi csúcsot (B, C, D, E, F, G) már nem lehet az 1-es számú "színnel" kiszínezni. Választunk egy másik hat hat húrral rendelkező csúcsot (pl. "E" csúcs), és kiszínezzük a 2-es számú "színnel", mely azt eredményezi, hogy az "E" csúcsot összekötő hurok mentén lévő többi csúcsot (B, C, D, F, G) már más "színekkel" (az 1-es és 2-es számú "színek" kivételével) lehet csak "kiszínezni".

Az eljárást folytatva az "F" csúccsal stb. és törekedve a felhasznált "színek" minimális értékére végezetül megkapjuk a gráf kromatikus számát, amely megegyezik a felhasznált "színek" számával. Ez az általunk vázolt példában hat, azaz az "A, B, ... G" csúcsokat a fent említett feltételek mellett minimálisan hat különböző "színnel" lehet kifesteni. Az eljárás megadja az ellenőrzések sorrendiségét is. A 3.sz. ábrán a gráf csúcsai mellett a "tört" kifejezés "számlálójában" a hurok száma, a "nevezőben" a sorrend látható.

A "színezés" végrehajtása után kaptunk egy [BS]-mátrixot (3.sz. ábra 9. lépés), amely a blokk-ellenőrzések sorrendjét adja meg. Ha a [BPM]-transzponáltját BOOLE-algebra szerint megszorozzuk a [BS]-mátrix-szal, megkapjuk a paraméter ellenőrzések sorrendjét, azaz a [PS]-mátrixot (3.sz. ábra 10. lépés). Diagnosztizálás esetén a [PS]-mátrix és [BS]-mátrix transzponáltjaiból, valamint az $\bar{X} = \gamma ([BPM] \times \gamma \bar{M}^T) = \gamma ([R] \times \gamma \bar{M}^T) / 3$ összefüggés alapján egyértelműen meghatározható a meghibásodott blokk, ahol M-vektor az üzemképesség-vizsgálat során kapott paraméter-vektor, a γ -jel pedig negálást jelent.

Az eljárás illusztrálására egy példát elemzünk a 4.sz. ábrán. A példa azt szemlélteti, hogy az üzemképesség-vizsgálat során kapott M paraméter-vektor - felhasználva az előbbieken tárgyalt lépéseket, eljárásokat - milyen blokk-meghibásodásnak felel meg.

Arra az esetre, amikor egy rendszert sok blokk és mérendő paraméter alkot, a 4.sz. ábrán látható [BPM]-minimalizálási eljárást alkalmazzuk, melynek lényege a következő:

1. A [BPM] alapján irányított gráfokat alkotunk.
2. A gráfok csúcsai az ellenőrzendő berendezések A, B, ... G, illetve a blokkok funkcionális működését biztosító $Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}$ paraméterek.
3. Ott, ahol a [BPM]-ban "1" van, az A, B, ... G csúcsból irányított gráf-hűrt húzunk a megfelelő $Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}$ csúcsba.
4. Végrehajtjuk a minimalizálást a következő feltételekkel:
 - a/ a csúcsokat összekötő húrokat kihúzhatjuk, de úgy, hogy a blokk "ne tűnjön el"
 - (pl. "G" $\rightarrow$ Z_{11}) vagy ("0" $\rightarrow$ Z_{10}) hurok nem húzható ki!

- b/ a kihúzás után a berendezés-csúcsok ne legyenek kétértelműek, azaz két berendezést ne jellemezzen ugyanaz a mérhető paraméter
(pl. ha "B" $\rightarrow Z_2 Z_9 Z_{10}$ és
"C" $\rightarrow Z_1 Z_{10}$, akkor nem húzhatjuk ki a Z_2 -t, mert
a "B"-t és "C"-t ugyanaz a $Z_9 Z_{10}$ fogja jellemezni).

A minimalizálás után a $\times$ -gal jelölt paramétereket húzhatjuk ki a fenti feltételek mellett.

A minimalizálás után a megmaradt paraméterekkel felírhatjuk a min.[BPM]-t.

Tehát összefoglalva az ellenőrzési algoritmus fő lépései a következők:

1. A rendszer működési vázlata alapján rendszer-mátrixokat alkotunk, majd meghatározzuk a vizsgált rendszert leíró matematikai modellt, a blokk-paraméter mátrixokat ([BPM]).
2. A [BPM] alapján üzemképesség vizsgálatot folytatunk a rendszeren.
3. Amennyiben a [BPM] által ellenőrzendő paraméterek nem felelnek meg az előírtaknak, diagnosztizálás következik a fentebb leírt algoritmus szerint.

A rövid bevezető és mintapélda bemutatása után konkrét rendszerre átérve végrehajtjuk a MIG-21 (75A) típusú repülőgép rendszerelemzését. Ehhez az 5.sz. ábrán látható 75A repülőgép együttműködő RÁTE rendszereinek működési vázlatát használjuk fel. A rajzon ugyanúgy, mint az 1.sz. ábrán az ellenőrző berendezések I, II. ... XIII. római számokkal, a fedélzeti rendszerek megbontás nélkül mérhető paraméterei pedig $\times$ -os $P_1, P_2 \dots$

P_{27} -tel vannak jelölve /4/.

Az ábrán az elemzést megkönnyítő típusmegnevezések is láthatók.

Ugyanúgy, mint ahogy azt a bevezetőben tettük, a részlépéseket elhagyva a 6.sz. ábrán ábráztuk az együttműködő RÁTE-rendszerek minimalizált blokk-paraméter mátrixát (min.[BPM]).

Az ábrán összehasonlítóképpen kifejtettük a 21-E EMKU szerinti üzem-bentartási (kiszolgálási) formákat is /1/.

Csak az ellenőrzés mélysége szempontjából legfontosabb kiszolgálási formákat vizsgáltuk, az "Ismételt feladatra történő", valamint a "Repülés utáni" előkészítéseket az együttműködés szempontjából elhanyagolhatóan kevés ellenőrzés miatt elhagytuk.

A három [BPM] jól tükrözi az ismertetett algoritmussal meghatározott BPM (továbbiakban a referencia [BPM] /75A/) és az "Előzetes előkészítés", a "Repülés előtti előkészítés", valamint a "Periodikus ellenőrzés" [BPM]-a közötti különbségeket. Különösen szembeeső az utóbbi három [BPM]-nél az együttműködés ellenőrzésének hiánya, amely a következő adatok alapján is könnyen belátható:

1. A referens [BPM] /75A/-modellnél a mérendő paraméterek száma $\Sigma_p = 27$, míg a paramétermérések száma $\Sigma_{pm} = 72$. A paramétermérések száma, mint adat jobban tükrözi az ellenőrzés mélységét, valamint az ellenőrzések munkaigényét, mint a mérendő paraméterek értéke. Az "Előzetes előkészítésnél" $\Sigma_p = 18$, míg $\Sigma_{pm} = 27$.
A "Repülés előtti előkészítés" csak a [BPM]-n 0-s "1"-el jelölt paraméterekkel változik az "Előzeteshez" képest, itt $\Sigma_p = 19$ és $\Sigma_{pm} = 29$.
2. A 21-E EMKU szerint az üzem-bentartó századnál végrehajtható legmélyebb ellenőrzés a "Periodikus ellenőrzés". Ennél a kiszolgálási formánál az előző kettőhöz viszonyítva néhány együttműködés-ellenőrzés is végrehajtásra kerül, de a kótt Σ_p és Σ_{pm} értékek még így sem érik el a referens BPM /75A/ adatait. Ennél a kiszolgálási formánál $\Sigma_p = 25$,
 $\Sigma_{pm} = 35$.
3. Mindhárom BPM -nél végrehajtottuk a sorok és az oszlopok szummázását. A kapott adatok önmagukért beszélnek. Érdekes megfigyelni, hogy mindegyik BPM esetén az első 7 paraméter ($p_1 \dots p_7$) oszlop szerinti szummázott értékei megegyeznek. Azonban a továbbiakban ráadásul a fokozottan együttműködő és bonyolult rendszerek esetén már nagyok a különbségek a referens [BPM] javára (pl. a $p_8, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{17}, p_{18}$ és p_{23} paramétereknél).

A 75A repülőgép együttműködő RÁTE rendszereinek ellenőrzése és diagnosztizálása már jóval bonyolultabb feladat, mint a mintapélda rendszere, az alkalmazott ellenőrző berendezések, jelforrások magas száma, valamint az együttműködések szorossága szükségessé tette az üzemképesség-vizsgálat bonyolultsághoz illeszkedő vezérlését. A vizsgálat vezérlési lépései a 7.sz. ábrán láthatók.

A vezérléshez a blokk-sorrend [BS]-mátrix, valamint az ellenőrző berendezés-blokk mátrix [EBBM] kialakítása szükséges. Az [EBBM] kiszámításához felhasználjuk a "diagnosztizált blokk - együttműködő blokk" -mátrixot [DEM], melyet a kimenőjel-blokk mátrix és a blokk-paraméter mátrix transzponáltjainak logikai szorzásából kapjuk.

A [DEM]-ből "gráfszínezéssel" kapjuk a blokk-sorrend mátrixot [BS], amely megadja az együttműködő blokkok és a teljes rendszer üzemképesség-vizsgálatához szükséges blokkellenőrzési sorrendeket.

Ugyanúgy, mint ahogy a mintapéldánál említettük, amennyiben az EBBM és a BS -mátrix által vezérelt üzemképesség-vizsgálat során a mért paramétereknél eltérések mutatkoznak a megadottaktól, "beindul" a diagnosztizáló program.

A diagnosztizálás fő lépéseit a 8.sz. ábrán vázlat mutatja.

Végezetül összefoglalva a referens [BPM] által produkált "szolgáltatásokat", ezeket összehasonlítva a 21-E szerinti lehetőségekkel, s ezt egy táblázatban ill. grafikonon ábrázoljuk, a következő végkövetkeztetésekre jutunk (8.sz. ábra):

- 1./ Az adott típusú repülőgép együttműködő RÁTE-rendszereinek ellenőrzése során a 21-E által ellenőrzött együttműködő berendezések száma meg sem közelíti a referens [BPM]-értékét.
- 2./ A referens [BPM] egyértelmű bonyolultság-függő (adaptív) ellenőrzési sorrendet ad meg, a 21-E ezt egyetlen kiszolgálási formájára sem írja elő.
- 3./ A referens[BPM] diagnosztizáló ellenőrzési programot ad meg, a 21-E nem.
- 4./ A mérendő paraméterek számát tekintve a referens [BPM]-t egyedül a "Periodikus ellenőrzés" ellenőrzési mélysége közelíti meg a $\sum_p = 25$ értékkel, ezt is 60 naponként.

- 5./ Az ellenőrzés bonyolultságának fokmérője a Σ_{pm} -adat. Ez magába foglalja a mérés mélységét és terjedelmét. Az együttműködés ilyen értelmű ellenőrzése arányosan nagyobb munkát jelent a 21-E szerint (a Σ_p -hez viszonyítva), de így is jóval kisebb a referens [BPM]-hez képest. Gyakoriságon a kiszolgálási formák 21-E által meghatározott időintervallumait értjük.

A táblázatból három fontos jellemzőt kiválasztva (GY - gyakorisága; Σ_{pm} - paramétermérések száma; Σ_{EB} - ellenőrzött együttműködő berendezések száma) grafikonokon ábrázoltuk az egyes jellemzők közötti összefüggéseket. Az ábra is szemléletesen bizonyítja a referens [BPM]-előnyeit a 21-E technológiai munkapontjaival szemben. A referens [BPM]-szerinti ellenőrzések gyakoriságát a táblázat alatt lévő összefüggés segítségével meghatározhatjuk, ahol

K/t - az ellenőrzések költsége,

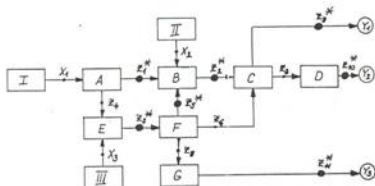
$K_{MEGH.}$ - a meghibásodás által okozott költség,

$K_{ük[BPM]}$ - a referencia [BPM] által végrehajtott ellenőrzés költsége,

P_{EMU}/t - az együttműködő rendszerek üzemképességének valószínűsége /5/.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- RE/1043. 21-E Egységes Műszaki Kiszolgálási Szakutasítás
Rádiótechnikai berendezések
- Andrásfai Béla: Gráfelmélet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
- A.O. Zakrevszkij: Logicseszkij szintez kaszkadnih szhem.
Izdat.: "Nauka" 1981. Moszkva
- Re/257. A 75A típusú repülőgép GK-381.sz. üzemmentartási és kiszolgálási utasítása. III. könyv
- E.M. Kudrjavcev: Issledovanie opercij v zadacsah, algoritmah i programmah. Moszkva, Radio i szvjaz, 1984.



① KBM = [Q₁]

	I	II	III	A	B	C	D	E	F	G	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₁	1												
X ₂													
X ₃													
Z ₁													
Z ₂													
Z ₃													
Z ₄													
Z ₅													
Z ₆													
Z ₇													
Z ₈													
Z ₉													
Z ₁₀													
Z ₁₁													

② BBM = [Q₂]

	I	II	III	A	B	C	D	E	F	G	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₁	1												
X ₂													
X ₃													
Z ₁													
Z ₂													
Z ₃													
Z ₄													
Z ₅													
Z ₆													
Z ₇													
Z ₈													
Z ₉													
Z ₁₀													
Z ₁₁													

1. obra

③ $[Y_6] = \min [Y_8]^T = \min \{ [Q_2]_8 \times [Q_1]_8^T \}$

	X_i	Z_j	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_{10}	Z_{11}	Z_{12}	Z_{13}	Z_{14}	Z_{15}	Z_{16}	Z_{17}	Z_{18}	Z_{19}	Z_{20}	Z_{21}	Z_{22}	Z_{23}	Z_{24}	Z_{25}	Z_{26}	Z_{27}	Z_{28}	Z_{29}	Z_{30}	Z_{31}	Z_{32}	Z_{33}	Z_{34}	Z_{35}	Z_{36}	Z_{37}	Z_{38}	Z_{39}	Z_{40}	Z_{41}	Z_{42}	Z_{43}	Z_{44}	Z_{45}	Z_{46}	Z_{47}	Z_{48}	Z_{49}	Z_{50}	Z_{51}	Z_{52}	Z_{53}	Z_{54}	Z_{55}	Z_{56}	Z_{57}	Z_{58}	Z_{59}	Z_{60}	Z_{61}	Z_{62}	Z_{63}	Z_{64}	Z_{65}	Z_{66}	Z_{67}	Z_{68}	Z_{69}	Z_{70}	Z_{71}	Z_{72}	Z_{73}	Z_{74}	Z_{75}	Z_{76}	Z_{77}	Z_{78}	Z_{79}	Z_{80}	Z_{81}	Z_{82}	Z_{83}	Z_{84}	Z_{85}	Z_{86}	Z_{87}	Z_{88}	Z_{89}	Z_{90}	Z_{91}	Z_{92}	Z_{93}	Z_{94}	Z_{95}	Z_{96}	Z_{97}	Z_{98}	Z_{99}	Z_{100}	Z_{101}	Z_{102}	Z_{103}	Z_{104}	Z_{105}	Z_{106}	Z_{107}	Z_{108}	Z_{109}	Z_{110}	Z_{111}	Z_{112}	Z_{113}	Z_{114}	Z_{115}	Z_{116}	Z_{117}	Z_{118}	Z_{119}	Z_{120}	Z_{121}	Z_{122}	Z_{123}	Z_{124}	Z_{125}	Z_{126}	Z_{127}	Z_{128}	Z_{129}	Z_{130}	Z_{131}	Z_{132}	Z_{133}	Z_{134}	Z_{135}	Z_{136}	Z_{137}	Z_{138}	Z_{139}	Z_{140}	Z_{141}	Z_{142}	Z_{143}	Z_{144}	Z_{145}	Z_{146}	Z_{147}	Z_{148}	Z_{149}	Z_{150}	Z_{151}	Z_{152}	Z_{153}	Z_{154}	Z_{155}	Z_{156}	Z_{157}	Z_{158}	Z_{159}	Z_{160}	Z_{161}	Z_{162}	Z_{163}	Z_{164}	Z_{165}	Z_{166}	Z_{167}	Z_{168}	Z_{169}	Z_{170}	Z_{171}	Z_{172}	Z_{173}	Z_{174}	Z_{175}	Z_{176}	Z_{177}	Z_{178}	Z_{179}	Z_{180}	Z_{181}	Z_{182}	Z_{183}	Z_{184}	Z_{185}	Z_{186}	Z_{187}	Z_{188}	Z_{189}	Z_{190}	Z_{191}	Z_{192}	Z_{193}	Z_{194}	Z_{195}	Z_{196}	Z_{197}	Z_{198}	Z_{199}	Z_{200}	Z_{201}	Z_{202}	Z_{203}	Z_{204}	Z_{205}	Z_{206}	Z_{207}	Z_{208}	Z_{209}	Z_{210}	Z_{211}	Z_{212}	Z_{213}	Z_{214}	Z_{215}	Z_{216}	Z_{217}	Z_{218}	Z_{219}	Z_{220}	Z_{221}	Z_{222}	Z_{223}	Z_{224}	Z_{225}	Z_{226}	Z_{227}	Z_{228}	Z_{229}	Z_{230}	Z_{231}	Z_{232}	Z_{233}	Z_{234}	Z_{235}	Z_{236}	Z_{237}	Z_{238}	Z_{239}	Z_{240}	Z_{241}	Z_{242}	Z_{243}	Z_{244}	Z_{245}	Z_{246}	Z_{247}	Z_{248}	Z_{249}	Z_{250}	Z_{251}	Z_{252}	Z_{253}	Z_{254}	Z_{255}	Z_{256}	Z_{257}	Z_{258}	Z_{259}	Z_{260}	Z_{261}	Z_{262}	Z_{263}	Z_{264}	Z_{265}	Z_{266}	Z_{267}	Z_{268}	Z_{269}	Z_{270}	Z_{271}	Z_{272}	Z_{273}	Z_{274}	Z_{275}	Z_{276}	Z_{277}	Z_{278}	Z_{279}	Z_{280}	Z_{281}	Z_{282}	Z_{283}	Z_{284}	Z_{285}	Z_{286}	Z_{287}	Z_{288}	Z_{289}	Z_{290}	Z_{291}	Z_{292}	Z_{293}	Z_{294}	Z_{295}	Z_{296}	Z_{297}	Z_{298}	Z_{299}	Z_{300}	Z_{301}	Z_{302}	Z_{303}	Z_{304}	Z_{305}	Z_{306}	Z_{307}	Z_{308}	Z_{309}	Z_{310}	Z_{311}	Z_{312}	Z_{313}	Z_{314}	Z_{315}	Z_{316}	Z_{317}	Z_{318}	Z_{319}	Z_{320}	Z_{321}	Z_{322}	Z_{323}	Z_{324}	Z_{325}	Z_{326}	Z_{327}	Z_{328}	Z_{329}	Z_{330}	Z_{331}	Z_{332}	Z_{333}	Z_{334}	Z_{335}	Z_{336}	Z_{337}	Z_{338}	Z_{339}	Z_{340}	Z_{341}	Z_{342}	Z_{343}	Z_{344}	Z_{345}	Z_{346}	Z_{347}	Z_{348}	Z_{349}	Z_{350}	Z_{351}	Z_{352}	Z_{353}	Z_{354}	Z_{355}	Z_{356}	Z_{357}	Z_{358}	Z_{359}	Z_{360}	Z_{361}	Z_{362}	Z_{363}	Z_{364}	Z_{365}	Z_{366}	Z_{367}	Z_{368}	Z_{369}	Z_{370}	Z_{371}	Z_{372}	Z_{373}	Z_{374}	Z_{375}	Z_{376}	Z_{377}	Z_{378}	Z_{379}	Z_{380}	Z_{381}	Z_{382}	Z_{383}	Z_{384}	Z_{385}	Z_{386}	Z_{387}	Z_{388}	Z_{389}	Z_{390}	Z_{391}	Z_{392}	Z_{393}	Z_{394}	Z_{395}	Z_{396}	Z_{397}	Z_{398}	Z_{399}	Z_{400}	Z_{401}	Z_{402}	Z_{403}	Z_{404}	Z_{405}	Z_{406}	Z_{407}	Z_{408}	Z_{409}	Z_{410}	Z_{411}	Z_{412}	Z_{413}	Z_{414}	Z_{415}	Z_{416}	Z_{417}	Z_{418}	Z_{419}	Z_{420}	Z_{421}	Z_{422}	Z_{423}	Z_{424}	Z_{425}	Z_{426}	Z_{427}	Z_{428}	Z_{429}	Z_{430}	Z_{431}	Z_{432}	Z_{433}	Z_{434}	Z_{435}	Z_{436}	Z_{437}	Z_{438}	Z_{439}	Z_{440}	Z_{441}	Z_{442}	Z_{443}	Z_{444}	Z_{445}	Z_{446}	Z_{447}	Z_{448}	Z_{449}	Z_{450}	Z_{451}	Z_{452}	Z_{453}	Z_{454}	Z_{455}	Z_{456}	Z_{457}	Z_{458}	Z_{459}	Z_{460}	Z_{461}	Z_{462}	Z_{463}	Z_{464}	Z_{465}	Z_{466}	Z_{467}	Z_{468}	Z_{469}	Z_{470}	Z_{471}	Z_{472}	Z_{473}	Z_{474}	Z_{475}	Z_{476}	Z_{477}	Z_{478}	Z_{479}	Z_{480}	Z_{481}	Z_{482}	Z_{483}	Z_{484}	Z_{485}	Z_{486}	Z_{487}	Z_{488}	Z_{489}	Z_{490}	Z_{491}	Z_{492}	Z_{493}	Z_{494}	Z_{495}	Z_{496}	Z_{497}	Z_{498}	Z_{499}	Z_{500}	Z_{501}	Z_{502}	Z_{503}	Z_{504}	Z_{505}	Z_{506}	Z_{507}	Z_{508}	Z_{509}	Z_{510}	Z_{511}	Z_{512}	Z_{513}	Z_{514}	Z_{515}	Z_{516}	Z_{517}	Z_{518}	Z_{519}	Z_{520}	Z_{521}	Z_{522}	Z_{523}	Z_{524}	Z_{525}	Z_{526}	Z_{527}	Z_{528}	Z_{529}	Z_{530}	Z_{531}	Z_{532}	Z_{533}	Z_{534}	Z_{535}	Z_{536}	Z_{537}	Z_{538}	Z_{539}	Z_{540}	Z_{541}	Z_{542}	Z_{543}	Z_{544}	Z_{545}	Z_{546}	Z_{547}	Z_{548}	Z_{549}	Z_{550}	Z_{551}	Z_{552}	Z_{553}	Z_{554}	Z_{555}	Z_{556}	Z_{557}	Z_{558}	Z_{559}	Z_{560}	Z_{561}	Z_{562}	Z_{563}	Z_{564}	Z_{565}	Z_{566}	Z_{567}	Z_{568}	Z_{569}	Z_{570}	Z_{571}	Z_{572}	Z_{573}	Z_{574}	Z_{575}	Z_{576}	Z_{577}	Z_{578}	Z_{579}	Z_{580}	Z_{581}	Z_{582}	Z_{583}	Z_{584}	Z_{585}	Z_{586}	Z_{587}	Z_{588}	Z_{589}	Z_{590}	Z_{591}	Z_{592}	Z_{593}	Z_{594}	Z_{595}	Z_{596}	Z_{597}	Z_{598}	Z_{599}	Z_{600}	Z_{601}	Z_{602}	Z_{603}	Z_{604}	Z_{605}	Z_{606}	Z_{607}	Z_{608}	Z_{609}	Z_{610}	Z_{611}	Z_{612}	Z_{613}	Z_{614}	Z_{615}	Z_{616}	Z_{617}	Z_{618}	Z_{619}	Z_{620}	Z_{621}	Z_{622}	Z_{623}	Z_{624}	Z_{625}	Z_{626}	Z_{627}	Z_{628}	Z_{629}	Z_{630}	Z_{631}	Z_{632}	Z_{633}	Z_{634}	Z_{635}	Z_{636}	Z_{637}	Z_{638}	Z_{639}	Z_{640}	Z_{641}	Z_{642}	Z_{643}	Z_{644}	Z_{645}	Z_{646}	Z_{647}	Z_{648}	Z_{649}	Z_{650}	Z_{651}	Z_{652}	Z_{653}	Z_{654}	Z_{655}	Z_{656}	Z_{657}	Z_{658}	Z_{659}	Z_{660}	Z_{661}	Z_{662}	Z_{663}	Z_{664}	Z_{665}	Z_{666}	Z_{667}	Z_{668}	Z_{669}	Z_{670}	Z_{671}	Z_{672}	Z_{673}	Z_{674}	Z_{675}	Z_{676}	Z_{677}	Z_{678}	Z_{679}	Z_{680}	Z_{681}	Z_{682}	Z_{683}	Z_{684}	Z_{685}	Z_{686}	Z_{687}	Z_{688}	Z_{689}	Z_{690}	Z_{691}	Z_{692}	Z_{693}	Z_{694}	Z_{695}	Z_{696}	Z_{697}	Z_{698}	Z_{699}	Z_{700}	Z_{701}	Z_{702}	Z_{703}	Z_{704}	Z_{705}	Z_{706}	Z_{707}	Z_{708}	Z_{709}	Z_{710}	Z_{711}	Z_{712}	Z_{713}	Z_{714}	Z_{715}	Z_{716}	Z_{717}	Z_{718}	Z_{719}	Z_{720}	Z_{721}	Z_{722}	Z_{723}	Z_{724}	Z_{725}	Z_{726}	Z_{727}	Z_{728}	Z_{729}	Z_{730}	Z_{731}	Z_{732}	Z_{733}	Z_{734}	Z_{735}	Z_{736}	Z_{737}	Z_{738}	Z_{739}	Z_{740}	Z_{741}	Z_{742}	Z_{743}	Z_{744}	Z_{745}	Z_{746}	Z_{747}	Z_{748}	Z_{749}	Z_{750}	Z_{751}	Z_{752}	Z_{753}	Z_{754}	Z_{755}	Z_{756}	Z_{757}	Z_{758}	Z_{759}	Z_{760}	Z_{761}	Z_{762}	Z_{763}	Z_{764}	Z_{765}	Z_{766}	Z_{767}	Z_{768}	Z_{769}	Z_{770}	Z_{771}	Z_{772}	Z_{773}	Z_{774}	Z_{775}	Z_{776}	Z_{777}	Z_{778}	Z_{779}	Z_{780}	Z_{781}	Z_{782}	Z_{783}	Z_{784}	Z_{785}	Z_{786}	Z_{787}	Z_{788}	Z_{789}	Z_{790}	Z_{791}	Z_{792}	Z_{793}	Z_{794}	Z_{795}	Z_{796}	Z_{797}	Z_{798}	Z_{799}	Z_{800}	Z_{801}	Z_{802}	Z_{803}	Z_{804}	Z_{805}	Z_{806}	Z_{807}	Z_{808}	Z_{809}	Z_{810}	Z_{811}	Z_{812}	Z_{813}	Z_{814}	Z_{815}	Z_{816}	Z_{817}	Z_{818}	Z_{819}	Z_{820}	Z_{821}	Z_{822}	Z_{823}	Z_{824}	Z_{825}	Z_{826}	Z_{827}	Z_{828}	Z_{829}	Z_{830}	Z_{831}	Z_{832}	Z_{833}	Z_{834}	Z_{835}	Z_{836}	Z_{837}	Z_{838}	Z_{839}	Z_{840}	Z_{841}	Z_{842}	Z_{843}	Z_{844}	Z_{845}	Z_{846}	Z_{847}	Z_{848}	Z_{849}	Z_{850}	Z_{851}	Z_{852}	Z_{853}	Z_{854}	Z_{855}	Z_{856}	Z_{857}	Z_{858}	Z_{859}	Z_{860}	Z_{861}	Z_{862}	Z_{863}	Z_{864}	Z_{865}	Z_{866}	Z_{867}	Z_{868}	Z_{869}	Z_{870}	Z_{871}	Z_{872}	Z_{873}	Z_{874}	Z_{875}	Z_{876}	Z_{877}	Z_{878}	Z_{879}	Z_{880}	Z_{881}	Z_{882}	Z_{883}	Z_{884}	Z_{885}	Z_{886}	Z_{887}	Z_{888}	Z_{889}	Z_{890}	Z_{891}	Z_{892}	Z_{893}	Z_{894}	Z_{895}	Z_{896}	Z_{897}	Z_{898}	Z_{899}	Z_{900}	Z_{901}	Z_{902}	Z_{903}	Z_{904}	Z_{905}	Z_{906}	Z_{907}	Z_{908}	Z_{909}	Z_{910}	Z_{911}	Z_{912}	Z_{913}	Z_{914}	Z_{915}	Z_{916}	Z_{917}	Z_{918}	Z_{919}	Z_{920}	Z_{921}	Z_{922}	Z_{923}	Z_{924}	Z_{925}	Z_{926}	Z_{927}	Z_{928}	Z_{929}	Z_{930}	Z_{931}	Z_{932}	Z_{933}	Z_{934}	Z_{935}	Z_{936}	Z_{937}	Z_{938}	Z_{939}	Z_{940}	Z_{941}	Z_{942}	Z_{943}	Z_{944}	Z_{945}	Z_{946}	Z_{947}	Z_{948}	Z_{949}	Z_{950}	Z_{951}	Z_{952}	Z_{953}	Z_{954}	Z_{955}	Z_{956}	Z_{957}	Z_{958}	Z_{959}
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Kiss László tanársegéd:

ÚJ ESZKÖZÖK A SZÁMÍTÁSTECHNIKA OKTATÁSÁBAN A

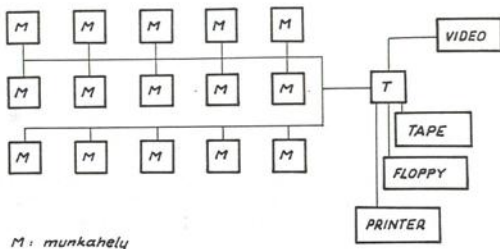
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TANSZÉKEN

Az előző tanévben a Természettudományi Tanszék tizenöt Commodore + 4 típusú számítógépet kapott. Alkalmazásukra a számítástechnika tantárgy oktatásában került sor.

Ezt megelőzően HT-2080-2 típusú gépekkel dolgoztunk. Ezek műszaki állapot és megbízhatóság szerint nem voltak mindig megfelelőek, így az oktatói munkát sok apró kellemetlenség zavarta. Gyakori meghibásodás, programok tárolási problémái sokszor hátráltatták a tanítást.

Az új eszközökkel az oktatás magasabb színvonalú körülményeit próbáljuk megteremteni. Ennek részeként új számítástechnikai szaktanterem került átadásra. Ehhez kapcsolódóan programfejlesztő munka is megindult, amely a kialakított rendszerhez igazodva segíti a tanári és tanulói munkát. Az eddig elkészült fejlesztéseket ismertetem.

A kabinet felépítését az ábra mutatja be. Összesen tizenöt munkahely került kiépítésre, melyek irányítása és a perifériákkal való kapcsolata a tanári munkahelynél (I) telepített központról lehetséges.



A számítástechnika tanterem felépítése

A rendszer lényegében egy zárt videohálózat és egy adatcsatorna együttese. Ezek a következő szolgáltatásokat nyújtják:

Képernyőtartalmak változtatása a videorendszeren keresztül történhet. A módszerek megválasztása az órák menetének megfelelően kombinálható. A központról irányítva - anélkül, hogy az önálló hallgatói munkát megzavarnánk - megvizsgálható bármely munkahelyen a folyamatban lévő tevékenység oly módon, hogy az a tanári gép monitorján megjelenik. Lehetőség van üzenetek továbbítására úgy, hogy a tanári gép képernyőtartalmára váltjuk át a kijelölt munkahelyen (vagy munkahelyeken, akár valamennyin egyidejűleg) a monitort.

Utóbbi funkció különösen jól használható új programozási elemek tanításánál, illetve példaprogram bemutatásánál. Egyszeri programbetöltéssel mindenki számára jól olvasható program-

listát lehet biztosítani, futtatás során a működés tanulmányozható. A tanári munka hatékonyabbá válik, hiszen a programok gyakorlatilag azonnal rendelkezésre állnak. A HI-2080-Z gépekkel sok probléma adódott a betöltéseknél és ezért értékes időt vett el a billentyűzetről történő programbevitel. Most azonban számottevően bővült a lehetőség az önálló munkára és ez mindenképpen növeli a foglalkozások hatásfokát.

További lehetőséget jelent az órai munka színeesebbé tételére a hallgatói munkahelyek képernyőtartalmainak cseréje. Ugyanúgy, mint a tanári gép, akármelyik monitor egy vagy több munkahellyel összekapcsolható és bemutatható az elvégzett munka.

A funkció alkalmazásával meg tudjuk mutatni egyrészt az elkövetett típushibákat, másrészt pedig az adott probléma különböző logikával elkészített megoldásait.

Megoldható még video-berendezés csatlakoztatása. Minden monitorra kivihető a lejátszott felvétel. Alkalmazása oktatófilmek bemutatásánál célszerű.

Az ismertetett funkciók minőségileg megváltoztatják az eddig alkalmazott didaktikai módszereket. Az általában használt segédeszközeink mellett - pl. írásvetítő, ábrák, programlisták stb. - egy dinamikusan használható rendszer áll rendelkezésünkre. Megfelelően tervezett felhasználása növeli a tantárgy oktatásának hatékonyságát és eredményességét.

A kiépített adatcsatorna szintén a tanári munkahelynél megvalósított központról irányítható. Lehetőséget biztosít a LOAD és SAVE parancsok végrehajtására, valamint printer használatára.

A rendszer minimális perifériaigénye egy-egy lemezegység, kazettás adattároló és nyomtató. A floppy és a printer

egy- a központ által kiválasztott - munkahelyhez rendelhető. A lemezegységhez fordulás ezért meghatározott rendben történhet.

A mágnesszalag használata tágabb lehetőségeket nyújt. LOAD + Return után annyi gépbe tölthető be a program, ahányan a parancsot a munkahelyükön kiadták. Így az aktuális feladat egyszerre elérhető mindenki számára. A SAVE ez esetben is csak egyénenként kerülhet megvalósításra.

Természetesen lehetséges az egyes gépek leválasztása a perifériákról és önálló, csak a munkahelyhez tartozó egységekkel való kiegészítése. Használatuk az adatcsatornától függetlenül a szokásos módon történik.

A háttértárolók bemutatott használata több szempontból is igen előnyös. Az nyilvánvaló, hogy minden géphez floppy + printer elrendezés igen drága. Az adatcsatorna viszont lehetővé teszi, hogy egyetlen lemezegység és nyomtató kiszolgálja valamennyi felhasználót.

A szaktanterem megépítése új oktatási segédletek elkészítését igényli. Ennek részeként Károly Csabával BASIC-oktató-csomagot készítettünk, amely a következő programokból áll:

3	"OKTARAS"	PRG
10	"BLOCK"	PRG
18	"SZINTAKT"	PRG
62	"UTASITAS"	PRG
38	"FUGGSVENY"	PRG
22	"GRAFIKA"	PRG
13	"EGYER"	PRG
4	"FELDATAR"	PRG
3	"GNTAGRAF"	PRG
11	"DRAW-DEMO"	PRG
6	"BOX-DEMO"	PRG
3	"PAINT-DEMO"	PRG
12	"CIRCLE-DEMO"	PRG
15	"FUGGSVENY-DEMO"	PRG
2	"P1 "	PRG
2	"P2 "	PRG
3	"P19 "	PRG
7	"P20 "	PRG
3	"LISTA"	SED

A fejlesztés során az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- Elsődleges cél volt, hogy a BASIC 3.5. verzióhoz készüljön az utasításokat, nyelvi elemeket ismertető kézikönyvszerű program.

- Szükséges volt egy példatár létrehozása. Ebben olyan viszonylag egyszerű programokat kellett szerkeszteni, melyek a foglalkozásokon az egyes utasítások tanításánál példaként bemutatathatóak.

- A grafikai utasítások általában bonyolultak, sok paramétert tartalmaznak. A grafikát működés közben bemutató programokat kellett készíteni.

Az OKTARAS programcsomag ezen követelményeknek tesz eleget. Az egyes fejlesztések önállóan folytak, törekedve a teljes BASIC 3.5. utasításkészletének bemutatására. A részegységek

A PELDATAR kivételével valamennyi az OKTABAS főmenüből közvetlenül hívható egység a BASIC nyelv oktatásánál használható. Tartalmazza a szintaktikai elemek ismertetését, rendszerezve mutatják be az utasításkészletet, a beépített aritmetikai és stringfüggvényeket, a grafikus üzemmódokat. Felhasználhatók egyéni vázlatok készítésénél, ismétléskor, önálló tanulásnál kézikönyvként alkalmazhatóak.

Speciális szerkezetű a PELDATAR. Jelenleg húsz programozási feladat megoldásából, egy főprogramból és egy szekvenciális file-ból áll. Kétféle lehetőség kínálkozik felhasználáskor: választás a kész programok közül, vagy új példa címének felvétele a tartalomjegyzékbe. Ezt a LISTA nevű file tartalmazza. A bővítésnek természetesen speciális szabályai vannak.

A PELDATAR feladatai különböző területekről kerültek ki, nehéz ségi fokuk is eltérő. Néhány példa: Heron-képlet, fényűjség, csontkakúp rajzolása, Brown-mozgás szimulációja. A bővítés lehetősége biztosítja további programok felvételét az oktatócsomaghoz.

Az új példák szerkesztése kötött szabályok szerint történik. Minden új feladatot egy maszkba kell elhelyezni, mely lehetővé teszi a program különböző felhasználásait.

Konkrét problémán keresztül bemutatva egy lehetséges alkalmazást:

Ismertetni kell a feladatot, szövege a képernyőn megjelenik:

Írjon programot, mely
veletlenszerűen hoz létre
hat betűs szavakat, és
ezeket a képernyőre írja.
Az újabb és újabb szavakat
billentyű lenyomásra adja,
befejezni a return-nel
lehessen.

Végrehajtva meg lehet mutatni a várt eredményt:

YAZMLI	HTNETX	IDADTP
JLPRZN	RMKSCI	QXREAZ
BFWHSK	VMKCND	CZJABZ
MEQTID	AIOZMH	NUPYFS
UKCQXB	HLMNDA	ADVENJ
FOVGGE	RTGJXB	RZGJWX
ZSKYMG	IXJNDI	MPVQYC
GNTOND	BSCQSS	KHWFDE

Ellenőrzéskor vagy segitendő az önálló munkában, a feladatot
egy lehetséges megoldását tartalmazó listát tudunk bemutatni:

```
100 PRINT " "
110 S$=""
120 FOR I=1 TO 6
130 K=INT(RND(0)*26)+65
140 S$=S$+CHR$(K)
150 NEXT I
160 PRINT S$, S$,
170 GETKEYB$: IF B$(<)CHR$(13) THEN 110
180 PRINT " " & S$ & "EGE"
```

Természetesen a konkrét folyamatot megvalósító program
sokkal terjedelmesebb:

nyolultabb struktúra felé haladva érvényesüljön a fokozatosság elve. Például a DRAW utasítás tanításánál a megvalósítás módja:

1. pont rajzolása;
2. pont törlése;
3. egyenes rajzolása;
4. poligon rajzolása.

Valamennyi grafikus programot kiegészítettem olyan részekkel, amelyek első közelítésben öncélúnak hatnak. Készítettem esztétikus, érdekes ábrákat rajzoló szubrutinokat. Ezekről a tapasztalat szerint az várható, hogy felkeltsék a hallgatók érdeklődését a téma iránt. Próbálkozva hasonló programok készítésével, kénytelenek lesznek a BASIC utasításkészletet sokrétűen alkalmazni.

A FUGGVENY DEMO a grafika egy fontos területére, az egyváltozós függvények ábrázolásához vezet el. Lényegében a megtanult utasítások komplex alkalmazásáról van szó. A program megadja azt az eljárást és függvénytranszformációt, amely alapján bármely függvényt ábrázolni lehet. Fontossága abban rejlik, hogy a TDK- és diplomamunkákban - ahol számítógépet használnak - a grafikus ábrázolásokhoz nyújt segítséget. A felhasználói tevékenység az információk aktuális függvényre történő adaptálásává válik.

Összefoglalva: az 1988/89-es tanévben a számítástechnika oktatásához hardware és software fejlesztés történt. A hardware oldalon egy olyan kabinet került kiépítésre, mely megbízható gépek és perifériák zárt hálózatát alkotja. Ehhez kapcsolódott a software újítómunka. A rendszerhez illeszkedő, szolgáltatásait felhasználó programcsomagot készítettünk. Szerkezetéből adódóan tetszés szerinti bővítése egyszerűen megoldható.

A felsorolt technikai és software háttérrel hatékony oktatói munka végezhető. Reális a cél, hogy a hallgatók modern informatikai ismeretekkel fejezzék be tanulmányaikat.

Felhasznált irodalom

Dr. Hámori Miklós: Tanulás és tanítás számítógéppel
Tankönyvkiadó, 1984.

Vadnai Szabolcs: Commodore Plus/4 Programozói zsebkönyv
NOVOTRADE RT

Károly Csaba: Az „OKTABAS” programcsomag leírása és használati
utasítása

Eszényi József őrnagy, főiskolai adjunktus:

A SZOCIOLÓGIA OKTATÁS NÉHÁNY TAPASZTALATA

A KILLIÁN GYÜRGY REPÜLŐ MŰSZAKI FŐISKOLÁN

A szociológiát a szakmai tárgyakhoz, de más társadalantudományi kurzusukhoz képest is viszonylag alacsony óraszámban oktatjuk. Ezért az oktatás tematikája és programja meglehetősen sűrített, következésképpen az oktatás menete igen intenzív. Ez a tény két dolgot takar. Egyrészt a szociológia tárgyból tartott előadások és szemináriumok átfogó, integráló jellegűek, azaz csupán a legalapvetőbb tényeket és összefüggéseket tartalmazzák. Másrészt hangsúlyos szerep jut a hallgatók önképzésének. Csak intenzív egyéni tanulással lehet - az adott lehetőségekhez mérten - teljes a szociológiai ismeretek elsajátítása.

A hallgatók a 30 órás kurzus folyamán sok és fontos ismeretet szereznek a társadalom rétegződéséről, a társadalmi mobilitásról, a korai és felnőttkori szocializációról, csoportelméleti kérdésekről. Megismerkednek olyan alapfogalmakkal, mint érdek, érték, szükséglet, előítélet, attitűd, életmód és végül, de nem utolsósorban, a katonai szervezet sajátosságait is érintik. Teljesen hiányoznak azonban a tematikából a szocializáció folyamatának zavarai és ennek okai, a deviancia megjelenési formái, a hadsereg hatása a devianciára. A mai magyar társadalom helyzetképehez szorosan hozzátartozik - véleményünk szerint - a társadalmi beilleszkedési zavarok helyzete, tendenciái, a kutatások iránya és eredményei, a társadalom - és persze abban a hadsereg - erőfeszítései e jelenségek csökkentése érdekében.

Szükségesnek látjuk a tematika bővítését még a következő témákkal:

- Nevelésszociológia;
- Családszociológia;
- Ifjúságszociológia.

A szociológia empirikus tudomány, legalábbis benne rendkívül szoros kapcsolatban van az empiria és az elmélet. Ez azt eredményezi, hogy a szociológiai kutatásuk révén a társadalomról, a társadalmi folyamatokról és jelenségekről szerzett friss ismeretek kerülnek be az oktatásba. Ez a tény egyrészt nehezebbé teszi, másrészt megkönnyíti a szociológiai ismeretek elsajátítását. A "szociológiai tudás" nehézségét az jelenti, hogy éppen az aktuális, a "nap" tudományos eredményekre támaszkodva a szociológia nem minden esetben operálhat kidolgozott, megalapozott és leülepedett, hosszú távú elméletekkel. A más társadalumtudományi tárgyakból elsajátított elméletekbe -, amelyek többnyire történeti - társadalmi, illetve természeti-társadalmi jellegűek, következésképpen globális emberi és társadalmi kérdésekről szólnak - gyakran nehezen illeszthetők a mindennapi társadalom aktuálisan konkrét jelenségei, tényei. Ezért (is) van az, hogy a szociológia eszköztárában elsősorban közép-, illetve rövid távú elméletek találhatók.

Éppen a konkrét társadalmi gyakorlathoz való kötöttség miatt, a saját tapasztalatok, élmények, a mindennapi tudat ismeretelemei révén könnyebb eligazodni a szociológia által felvetett tudományos problémákban. A szociológiának többnyire alacsonyabb az absztrakciós szintje, mint más társadalumtudományoknak. A mindennapok világában mozgó, minimális érdeklődési szinttel és rendszerező képességgel rendelkező ember eleve meglehetősen biztos ismeretbázist tudhat magáénak, amely alapol szolgálhat tudományos rendező elvek szerint szervezett ismeretek viszonylag problémamentes elsajátításához.

Az oktatás folyamán az érdeklődés szintje azt mutatta, hogy sikerült felismertetni annak fontosságát, hogy a szociológiai ismeretek elsajátításával olyan konkrét, viszonylag könnyen kezelhető eszköztár birtokába juthatnak, aminek segítségével feladataik végrehajtásának eredményességét fokozni lehet. Kedvező hatással volt az oktatásra az elmúlt időszak politikai aktivitása össztársadalmi szinten, ami segítette a hallgatók problémameérzőképességének fokozódását, vitakedvét, különösen a társadalmi struktúra vagy az intézményrendszer kérdéseinek tárgyalása

során. Nagy érdeklődést tanúsítottak a politikai intézményrendszer működésének általános törvényszerűségei iránt a tapasztalatok feldolgozásakor.

Az új képzési rendszerben a szociológia a negyedik félévben kapott helyet. A tananyag oktatását és elsajátíttatását ez nem kis mértékben nehezítette azért, hogy kevésbé lehetett támaszkodni a társadalomtudományi tárgyak ismeretanyagára.

A szociológia, mint minden más szakdiszciplína, sajátos kategóriarendszerrel rendelkezik. A szociológiai "terminus technikus"-ok a köznap nyelvben is egyre gyakrabban és egyre szélesebb körben fordulnak elő. Ez megteremti annak esélyét, hogy a hallgatók már a szociológia tantárgy oktatása előtt bizonyos jártasságra tegyenek szert a szakkategóriák értelmezésében és használatában. Az oktatás során általában nem okoz gondot olyan fogalmak megértése, mint pl. "hátrányos helyzet", "legitimáció", "tömegkommunikáció", "manifeszt", "létezés" stb., hiszen ezek és más kategóriák köznap nyelvben, de mindenekelőtt a zsurnalisztika nyelvhasználatában egyre gyakrabban fordulnak elő.

Semináriumokon a legfrissebb szakcikkekkel vitaindító hallgatói referátumok kerültek bemutatásra, melyek jól szolgálták a hallgatók aktivizálását és az új tudományos eredmények beépítését a tananyagba.

Az előadásokra, illetve szemináriumokra szemléltetés céljából mindig elkészítettük a legújabb kutatások számszerűsített tényeit táblázatosan, írásvetítő fóliákra. Ezek bemutatásával, magyarázatával tanulják meg a hallgatók a statisztikai adatokban rejlő releváns összefüggések és tendenciák felismerését.

A tananyag befogadásának mércéje a beszámolókon nyújtott teljesítmény. Jól nyomon követhető transzfer hatás azon hallgatók esetében, akik az előző három félév alatt a társadalomtudományi tárgyakból jó eredményeket értek el. Körükben a szociológia kevélt és elfogadott. Ők

már a kurzus során minden kétséget kizáróan bizonyítják szociológiai ismereteik magas színvonalát, összegző és rendszerező képességük kvalitásait. Ezen hallgatóknak megajánlottuk a beszámolót, hiszen számukra a beszámoló elvesztette funkcióját.

A beszámolón mutatott felkészültség fontos ismérve, hogy a tárgy-szerű tudás mellett milyen mértékben és milyen mélységben képes szociológiai gondolkodásmódra a vizsgázó. Az ilyen típusú szemlélet kialakítása a szociológia oktatásának egyik legfontosabb feladata.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a hallgatók többségének nem okoz gondot a szociológia beszámolóra való felkészülés, illetve az elsajátított ismeretekből való beszámolás.

A tanuláshoz való hozzáállást kedvezőtlenül befolyásolja, hogy a végső számonkérés ("csak" beszámoló) háromfokozatú értékelést kap, és ez nem számít be a tanulmányi átlagba. Negatív hatású az a tény is, hogy a tantárgyból nem írható szakdolgozat, pedig sok érdeklődést kiváltó témajánlatunk lenne, és a hallgatók részéről is több ilyen irányú kérés érkezett.

A jelenleg alkalmazott tankönyv egyes elemei elavultak, így csak a folyamatos korrekciókkal alkalmas a hallgatók önképzésének alapjaként. Szükséges lenne új tankönyv írása és kibocsátása, a fentebb leírt tematikai javaslatok figyelembevételével.

Szükségesnek látjuk továbbá az óraszám növelését és a beszámoló helyett kollokviumi számonkérési forma bevezetését.

Ribárszki István őrnagy:

A FELVÉTELIZŐK ÉRTÉKSZEMLÉLETÉNEK VÁLTOZÁSA,
VÁRHATÓ HATÁSA A NEVELŐMUNKÁRA

A felvételi eljárás során a főiskolára jelentkezők pályamotivációját egy értékválasztásos teszt segítségével mérjük, amely a nevelésben figyelembe veendő értékszemléletet tükröz. Az idei vizsgálat az értékszemléletben jelentős, összességében kedvezőtlen változást mutat az elmúlt évek eredményeihez képest. Indokoltnak látszik végig gondolni e változásuk főbb okait, várható hatását a hallgatók magatartásában és azokat a nevelői hatásokat, amelyek alkalmasak a hallgatók értékszemléletének, magatartásának formálására.

A bevezetőben még röviden az értékszemlélet és a nevelés összefüggéseiről. Az értékek a mindennapi életben a tájékozódási pontok szerepét töltik be, azt fejezik ki, hogy mit tartunk jónak és mit rossznak. Befolyásolják annak eldöntését, hogy mit tegyünk és mit ne. A tevékenységet mindig adott képességekkel bíró egyén, behatárolt feltételek közepette eltérő érzelmi állapotokban hajtja végre, így a tevékenység eredménye nem mindig vagy nem pontosan igazolja az értékválasztást. A tevékenységek eredményei, következményei egyéni és kollektív értelmezésre kerülnek módosul az értékszemlélet és következményeként az újbóli tevékenység. Leegyszerűsítve, így formálódik az ember. Ebbe az ismétlődő körfolyamatba avatkozunk be a nevelés azzal, hogy értelmezi, tudatosítja az értékeket, meggyőződést formál; magatartási tevékenységi modelleket, példákat közvetít; élethelyzetek sorozatát hozza létre, amelyekben magatartási elemeket szokássá alakít. Végeredményként a legfontosabb értékeket szükségletekké alakítja.

A nevelői hatások ezen alapformákra építhetünk, amikor a hallgatók értékszemléletét kívánjuk alakítani.

Három év vizsgálati eredményeit összehasonlítva a fontosabb értékek elfogadottsága a következőképpen alakul:

Értékek, motivációk	1989. %	1988. %	1987. %
Anyagi és munkahelyi biztonság	67	62 /1./	54/2./
Függetlenség	62	-	-
Vezető szerephez jutás	61	21 /5./	47 /4./
Előmenetel	50	54 /2./	50 /3./
Önmegvalósítás	11	39 /3./	60 /1./
Felelősség vállalás	7	27 /4./	32 /5./

Az anyagi és munkahelyi biztonság felértékelődése folyamatos, a legfontosabbnak tartott érték a felsoroltak között. A társadalomban a vállalkozások terjedésével, a gazdagok számának és vonzó életforma elemeinek növekedésével, az inflációval, a várható munkanélküliséggel hatása a hallgatókra, tartósan igérkezik. Amennyiben az anyagi és munkahelyi biztonság valós teljesítménytől, a vállalkozásokban felerősödő, alkotó gondolkodástól függ, úgy alkalmas a tanulásban való pozitív viszony erősítéséhez. Számolni kell ezzel - különösen a képességeik alatt teljesítő hallgatók esetében -, hogy a gyors meggazdagodás reális esélyeit túlértékelik és részletesen megismerve a tisztai pálya követelményeit, más pálya iránt kezdenek érdeklődni, elhanyagolják tanulmányaikat, károsítják a tanulási és tanulási közszellemet.

Ezen érték negatív hatásait mérséklendő, a fenti társadalmi jelenségeket összefüggéseiben, az átfutó társadalmi folyamat részeként célszerű értelmezni. Kiemelni a munka, a teljesítmény meghatározó szerepét, bemutatni a kirívó jelenségek egyediségét, nem általánosan meglévő feltételeit. A hadsereg létszámának csökkentésével összefüggésben részletesen ismertetni azokat az intézkedéseket, amelyek az anyagi és munkahelyi biztonságot

ságot szolgálják.

A függetlenség mintegy berobbant az értékek sorába, korábban nem ért el számottevő százaléértéket. Felerősödése összefügg a nemzeti függetlenség, a vállalati önállóság, a vállalkozási szabadság, az ember-i jogok kiszélesítésére tett kezdeményezésekkel.

A hallgatók magatartásában valószínűsíthető az autonómiára, az önálló döntésekre való fokozottabb törekvés, a kezdeményezőkészség növekedése. Ezek pozitív megnyilvánulásai mellett - különösen a képzési időszak első részében - nagyobb számban jelentkezhetnek olyan kezdeményezések, amelyek nem vagy nehezen valósíthatók meg a főiskola sajátos, a kezdeményezők által szükségszerűen nem kellően ismert viszonyai között.

Feladatunk a hallgatók törekvéseit befolyásolni, illetve ismereteik gyarapodásával összhangban önállóságuknak olyan mértékben teret engedni, amilyen mértékben képesek a tanintézet követelményeinek, vagy másképpen fogalmazva, saját hosszabb távú érdekeiknek megfelelően cselekedni. Szükséges még sokoldalúbban bemutatni, hogy a katonai fegyelemnek, a függőségnek, az alárendelésnek, a hadsereg eredményes működése szempontjából milyen jelentősége van, ugyanakkor ezek nem zárják ki az önállóságot, a kezdeményezést.

A vezető szerephez jutás és az előmenetel hasonló elfogadottsági aránnyal az értékek középső csoportját alkotják.

A vezető funkció a repülőcsapatoknál is meghatározó eleme a tiszt összetett funkcióinak. Az előmenetel, a pozitív értelemben vett becsvágy, a karrier, mindig is fontos része volt a tiszti magatartásnak. A tulajdonosságuk, képességek fejlesztésében felhasználhatjuk ezeket a törekvéseket. Azok a hallgatók, akik a vezetőszerephez jutást és az előmenetelt erősen igénylik, ugyanakkor a követelményeket csak alacsony szinten képesek teljesíteni, önzővé, következetes tanulás lepecsülvé válhatnak.

Az önmegvalósítás elfogadottsága meredeken csökken. Ez a szemlélet minden bizonnyal azokból a jelenségekből táplálkozik, amelyek azt mutatják, hogy ügyeskedéssel, elvtelen kapcsolatok teremtésével gyorsan lehet előrejutni, felszínre kerülni, ami mögött nincs hasznos munka, tudás. Leértékelődtek azok a hagyományos értékek, amelyek a képességek sokoldalú kibontakoztatásának, a műveltségnek, a tartalmas emberi kapcsolatoknak értelmet adnak.

A nevelőmunkában a jelenségek okainak és következményeinek szőre-sebb összefüggésekben való értelmezésével, a hagyományos értékek előtér-be állításával, azok megvalósításában sikerélmény nyújtásával érhetünk el eredményt.

A felelősségvállalás hasonlóképpen csökkenő tendenciát mutat.

Nagyon alacsony értékkel a sorban az utolsó, pedig a repülés műszaki ki-szolgálása felelősségtudat nélkül katasztrófák sorozatához vezet. A csök-kenés háttérében azok a jelenségek húzódnak meg, amelyek az önmegvaló-sításnál már felsorolásra kerültek.

A képzés során a korábbinál nagyobb figyelmet szükséges fordítani az üzemeltetési technológiától, a szabályzatuktól eltérő tevékenység kö-vetkezményeinek bemutatására. Rendszeresebb értékeléssel, számonkérés-sel szokássá rögzíteni a tettekért való felelősségvállalást. Megnö a je-lentősége annak a szemléletnek, parancsnoki magatartásnak, amelyet a hallgatók képzésében, ellátásában, a velük való bánásmódban a hallgatók iránti felelősség hat át.

Az egyes értékeket összefüggéseikben vizsgálva szembetűnő az az anyagi és munkahelyi biztonság, a függetlenség, a vezető szerephez jutás és az előmenetel viszonylag erős igénylése, illetve az önmegvalósítás és a felelősségvállalás háttérbe helyezése között húzódik. Az első csoport-ba tartozó értékek elérése nem valószínűsíthető meg, sem a főiskolán, sem a repülőcsapatoknál a felelősséggel vállalt, a belső indítatásból is fa-kadó szorgalmas tanulás és munka nélkül.

Az átfogóbb kép alapján általánosabban is megfogalmazható a koráb-

bi évekhez képest valamelyest megváltozott nevelési helyzet.

Az elsőévesek értékszemléletében környezeti, társadalmi hatásokra felelősödtek az alapvetően individuális értékek. Ezek egyrészt kinasználhatók a magasabb hallgatói teljesítmény elérésében, az önállóság, a vállalkozó szellem fejlesztésében. Másrészt a negatív magatartásformák talán nagyobb számú megjelenésével igénylik az egyéni foglalkozás, a problémák átfogóbb értelmezésének, magyarázatának fokozottabb előtérbe állítását. A hallgatók szemléletében háttérbe szoruló, de a pályájuk szempontjából fontos értékek felerősítését közvetve a társadalmi folyamatok, az értékszemlélet változásainak értelmezésén, közvetlenül a hallgatói és a tisztii tevékenység sokoldalú bemutatásán keresztül valósíthatjuk meg. Megnőtt a fontossága ezen értékek követésében mintát adó, szűkést alakító pedagógiai környezetnek, a parancsnukok példamutatásának.

A főiskola nevelési rendszerében az egyes elemek részéről ezek a feladatok eltérő tartalmi szélességben és mélységben, sajátos módszerekkel, összehangoltan oldhatók meg. A társadalumtudományi tantárgyak, különösen a filozófia, a szociológia, a katonapedagógia az értékek átfogó rendszerében, a társadalmi folyamatokkal összefüggésben alkalmasak az értékszemlélet formálására, melyben a vitának van kitüntetett szerepe. A szakmai, katonai tárgyak közül a szabályzatok oktatása során nyílik nagyobb lehetőség a felelősségtudat fejlesztésére. Az osztályfőnökök a közösségi viszonyok alakításán keresztül, az egyéni foglalkozással érhetnek el eredményt. A századok vezetése a hallgatók sokoldalú tapasztalatszerzésének megszervezésével irányíthatják az értékszemlélet és a magatartási szokások formálódását. A szaktaniszoroknak a tanulmányi és fegyelmi helyzet adatainak száma lehetőséget nyújt általánosításra, tendenciák feltárására, elemzésére, ezek alapján a nevelői hatások megtervezésére, összehangolására.

A felvételi vizsgálat a pálya szempontjából fontos értékek megítéléséről adott képet, mégis csak egy szeletét adja a hallgatók értékszemléletének. A nevelőmunka komplex jellege igényli, hogy ne tekintsünk el más fontos értékektől sem, továbbá számolni kell a környezeti hatások folyamatos módosulásával is. Csak a bevezetőben vázolt ismétlő-

dő körforgásban az értékek, tevékenységek dinamikus strukturájának folyamatos megismerésével alkalmazhatunk eredményes nevelőhatásokat. A sikeres munka feltételei adóttak, amit Konkrecskó László törzsszázados TDK dolgozatához ez év tavaszán készített felmérés is igazol. Az elsős, de különösen a másodéves hallgatók értékszemléletében jelentős pozitív változás állapítható meg. A tartalmi hangsúlyok módosításával, változtatás, összehangolt módszerekkel a mostani elsőévesek értékszemléletét is kedvező irányba tudjuk befolyásolni.

Girnt Vilmos alezredes, főiskolai docens -
- Zsitnyár Erzsébet főiskolai adjunktus:

TÁRGYKÖRJAVASLAT A ZAJÁRTALOM MEGELŐZÉSÉNEK OKTATÁSÁHOZ

II. rész

2. A zaj hatása az emberre

A zaj nemcsak kényelmetlen, hanem az ember egészségét is befolyásolhatja mind fiziológiai, mind pszichológiai vonatkozásban. Kis és közepes zajintenzitásoknál a zaj megzavarja az alvást, a koncentrációt igénylő tevékenységeket. A magánéletben a közlekedés vagy a szomszédok zaja zavarja meg a dolgozók kikapcsolódásának vagy pihenésének az óráit. A munkakörnyezetben a zaj, különösen ha váratlan, megzavarhatja a precíz feladatok végzését.

A zaj kétségszövegvonhatatlanul szellemi-érzéki fáradtságot is okoz. A vizsgálatok kimutatták, hogy a zaj a szívre, az érrendszerre és a belső elválasztási rendszerre is hat. Bizonyos intenzitási és terhelési időtartam felett a zaj visszafordíthatatlanul tompíthatja a hallásélességet.

A hallásromlás típusai:

- a külső hallócsatorna elzáródhat idegen testtől, a lerakódott fülzsírtól vagy gyulladás következtében úgy, hogy a hang nem tudja elérni a dobhártyát;
- a középső fül megsérülhet robbanástól vagy gyulladástól, így a hallócsontocskák nem tudják továbbadni a rezgéseket a belső fülnek;
- a belső fül és annak érzékeny idegvégződései károsodhatnak betegségtől, gyermekkori fertőzéstől, fejsérüléstől;
- a túlzott zaj a közép- és belső fület károsíthatja.

A külső és középső fül sérüléseit az orvos sok esetben tudja gyógyítani, viszont a belső fül károsodása, ha már az idegvégződések károsodtak, gyógyíthatatlan.

A zaj veszélyezteti az ember egészségét. Ez ma már elismert tény. Meg kell azonban különböztetni azokat a zajokat, amelyeknek a magas szintje folyamatosan sükettséghez vezet, a kevésbé erős zajoktól, amelyek a kezdeti időkben csak kellemetlenek, de hosszabb idő után másfajta zavarokat, idegfáradtságot okoznak.

Az ember elsősorban a munkatevékenysége során van olyan zajoknak kitéve, amelyek a megsüketülés kockázatával járnak. Idegi egyensúlyt veszélyeztető zajokat egyaránt elszenvedhetünk a munkahelyünkön vagy a munkán kívüli életben.

Ha a dolgozót érő zaj szintje huzamosabb ideig minden nap meghaladja a 75-85 dB értéket, lassu és több szakaszban lezajló halláscsökkenést okoz. A halláskárosodás kialakulását három szakaszra szokták bontani. Az első szakasz lehetséges tünetei: fejfájás, fülzúgás, átmeneti hallásromlás. Az átmeneti hallásromlás függ a zaj nagyságától, frekvenciaösszetételétől, a zajbehatás időtartamától és a dolgozó egyéni érzékenységtől is. Az átmeneti halláscsökkenés a zajbehatás után hosszabb-rövidebb csendes környezetben eltöltött idő következtében elmúlik és visszaáll az eredeti hallásérzékenység.

A második szakaszban, ha az átmeneti halláscsökkenés minden nap ismétlődik, maradandó halláscsökkenés alakul ki. Ebben a szakaszban a fejfájás, fülzúgás tünetei csökkennek, illetve el is mulhatnak. Mind az átmeneti, mind a maradandó halláscsökkenés a 4000-6000 Hz frekvenciatartományban kezdődik. Ez a frekvenciatartomány a mindennapi életben, a beszéd megértésében jelentéktelen szerepet játszik, ezért a dolgozó észre sem veszi hallásának romlását, illetve hallásküszöbének emelkedését. A kezdeti zaj okozta halláskárosodást csak audiometriás hallásküszöb vizsgálattal lehet kimutatni.

A harmadik szakaszban a hallásküszöb emelkedése növekszik és egyre nagyobb frekvenciatartományra terjed ki. Ha eléri a beszéd megértésében fontos 300-3000 Hz közötti tartományt, a nagyothallás már nemcsak audiometriás vizsgálattal mutatható ki, hanem a mindennapi életben komoly problémákat okoz. A maradandó hallásvesztéségnél a Corti-szerv károsodik, ez az elváltozás nem gyógyítható.

Ha a dolgozót érő zaj szintje meghaladja a 120-130 dB értéket, már néhány rövid zajbehatás is a hallósejtek pusztulásához, és ezáltal maradandó halláskárosodáshoz vezethet.

A zaj okozta nagyothallás és sükettség foglalkozási ártalom. Ha a maradandó hallásvesztés 4000 Hz-en 30 dB-nél nagyobb, az audiológiai vizsgálatot végző orvos részéről bejelentési

kötelezettséggel jár a központi foglalkozási megbetegedés nyilvántartás számára. Zaj okozta halláskárosodás esetén jogszabályban rögzített feltételek mellett a dolgozó kártérítési igényvel léphet fel a munkaadójával szemben.

5. A zaj káros hatásai

Három tényezőt kell figyelembe venni:

- a zaj minőségét;
- a személy érzékenységét;
- a zajterhelés időtartamát.

A zaj minősége jellemezhető a hangerővel és a frekvenciaösszetétellel.

A személy zajérzékenysége az egészségi állapottól, kortól, nemtől is függhet.

A nem kívánatos zaj már akkor is zavarhat, ha csak kevéssel lépi túl a hallásküszöböt.

A zajnak az emberi szervezetre gyakorolt hatásai a következőképpen csoportosíthatók:

- a zaj pszichés terhelő hatása,
- a zaj vegetatív hatása,
- a zaj hatása az alvásra,
- a beszédérthetőség csökkenése,
- a halláskárosodás.

Ha megzavart alvásról vagy pihenésről van szó, nem is kell hozzá különösen nagy zajintenzitás. Mindannyian bosszankodtunk már, ha pl. a szomszédból szűrődő zajok elalvásunkat akadályozták, szunyog zümmögött, vízcsap csepegett stb. A tudat alatti vegetatív reakciótól stresszhelyzetek alakulnak ki. Az ingerlő zaj a munkahelyen lecsökkenti a munkaképességet és a teljesítményt.

A 85 dB /A/ alatti zajszintértékek is fiziológiai változásokat idéznek elő: megnövekszik a vérnyomás, a bőr erei összeszűkülnek, az anyagcsere-folyamat meggyorsul, nő a légzésfrekvencia, ugyanakkor a vérkeringés és az emésztés lelassul. Valamennyi fiziológiai reakció fejfájást, émelygést, izomfeszültséget, általános fáradtságot és idegességet okozhat, ami viszont csökkenti az érintett személy figyelmét.

A mindent elfedő zaj megakadályozza a fület abban, hogy más hangokat, pl. a beszédet vagy a vészjelzéseket észlelje. Ezáltal megnő a baleseti kockázat a munkahelyen.

Mai ismereteink szerint a 85 dB /A/ alatti zajszintértékek nem okoznak halláskárosodást. Minél jobban átlépjük ezt a határértéket, minél hosszabb a hatásidő és minél hosszabb az összbehatási idő, annál nagyobb valószínűsége van annak, hogy halláskárosodás keletkezik, illetve a meglevő halláskárosodás nő.

A kezdeti halláskárosodás általában az, hogy meghatározott frekvenciatartományban a hallásküszöb 0 dB-ről 20...30 dB-re

tolódik el. A károsodott fül tehát csak nagyobb hangszinteknél kezd észlelni a hangot.

Ez a jelenség fellép akkor is, ha átmenetileg erős zajhatás éri a fület statikus hanggal. Elegendő pihenés után az ilyen nagyothallás elmúlik. A szükséges pihenési idő annál nagyobb, minél nagyobb a zajszint és a behatás ideje.

A zaj okozta nagyothallás legtöbbször igen lassan következik be, és emiatt eleinte egyáltalán nem veszik észre, viszont maradót változás keletkezik a belfülben, amely már nem gyógyítható.

A károsodás kialakulásában a hangnyomás, a behatás ideje és a frekvenciaspektrum a legdöntőbb.

Hangnyomás: extrém hangos zajhatások, mint pl. a robbanások, sérüléseket okozhatnak a fülben, amiktől a dobhártya is megsérülhet.

A behatás ideje: az impulzusos zajok jelenléte a zajos környezetet a zajártalom szempontjából még veszélyesebbé teszi.

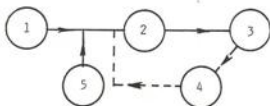
A frekvenciaspektrum: az ultrahang-frekvenciákat /20 kHz felett/ egyre gyakrabban alkalmazzák az iparban és a gyógyászatban. Ezek az emberi szervezetet komolyan károsíthatják, bár az emberi fül nem képes ezeket érzékelni. Az ultrahang különösen az

idegrendszerre hat károsan, mivel az agyban és a gerincvelőben idegsejteket roncsol. Erős ultrahangterekkel való tartós terhelés halálos is lehet. Az ultrahang 90 dB felett gyenge émelygéssel és a hallószerv "égésével" válik észrevehetővé. Ilyen esetekben a hallásvédelem hatástalan, mivel a hanghullámokat rezgések formájában a koponyacsontok is továbbítják.

Kevesebbet tudunk az infrahangoknak /20 Hz alatt/ az emberi szervezetre gyakorolt hatásáról. A gyenge infrahang egyensúlyzavarokat okoz, kimerültségi állapotot, ingerültséget és émelygést vált ki. Különösen érzékenyen reagál az agy a 7 Hz-es frekvenciára, ami az agy α -sugaraiéval egyezik meg. Az az ember, akit ilyen frekvenciával terhelnek, nem tud olyan munkát végezni, ami gondolkodást vagy koncentrációt igényel. Az infrahang frekvenciatartománya sok testrész természetes frekvenciáját fedi. Ha ezeket a rezonanciafrekvenciájukkal hozzuk rezgésbe, a mozgás jelentősen felerősödhet. Az erős infrahang következménye belső vérzés, a belső szervek "leszakadása" lehet.

A hallószervünknek - ugyanugy, mint a többi testrésznek - természetes védelme van azáltal, hogy fájdalomérzet keletkezik. Az izmokkal ellentétben, amelyek a munkától megerősödnek, a hallás az erős zajterheléstől egyre inkább gyengül. Ez egészen természetes, és az a magyarázata, hogy az izommunkánál az agyból indulnak ki az impulzusok, és ezek abbamaradnak, ha az izomnak nyugalomra van szüksége.

Ugyanakkor a hallási folyamatban, nagy zajterheléskor, az egy-
ra kívülről hatnak kényszerítően az impulzusok, de a rajz
szerint a hallási folyamatban a túlterhelés elleni visszajel-
zés nincs meg. Ezért minden károsító zajhatás esetén hallás-
védelemről kell gondoskodni.



A hallási folyamatban nincs meg a túlterhelés elleni vissza-
jelzés: 1 zajhatás, 2 hallóidegek, érzékelősejtek; 3 az agy
halló- és mozgásközpontja; 4 a hiányzó túlterhelést megakadá-
lyozó szerv; 5 hallásvédelem: egyéni zajvédő eszközök a túl-
terhelés megakadályozására.

A hallás többnyire a belső fül károsodása, egyes részeinek el-
halása által romlik. Ez a folyamat maradandó - mint a korábbi
fejezetekben már láttuk -, és lassan megy végbe, nem vesszük
észre mindaddig, amíg a folyamat már túlságosan előre nem ha-
ladt. Ennek oka valószínűleg az, hogy a csökkent hallással -
ha zajos környezetben tartózkodunk - nyugodtabb a közérzetünk.
Azt, hogy a dolgozó véleménye szerint a nagy zajterhelés nem
okoz fájdalmat részére, nem szabad úgy értelmezni, hogy ez nem
is vezethet halláskárosodáshoz.

A fájdalom érzete elmaradhat egészen a 130 dB /A/ nagyságu zajszintekkel való terhelésig, egyéni érzékenységtől függően.

A zaj okozta halláscsökkenés azonban ennél jóval alacsonyabb zajszinteken is bekövetkezik. A fájdalom és a kellemetlenség nem megbízható jelzői a potenciális zaj okozta halláskárosodásnak.

6. Feladatok a halláskárosodás megelőzésében

Mivel ma még a zajártalom nem szüntethető meg teljesen, és a kialakult halláskárosodás nem gyógyítható, minden erőt a megelőzésre kell összpontosítani.

Napjainkban a zajkérdés már nem 8, hanem 24 órás probléma: az üzemi, a közlekedési, a lakóhelyi, a szórakozási zajkörülmények összefüggő, egymástól el nem választható tényezők.

Egy már meglevő üzemben számos intézkedést hozhatnak a zaj csökkentésére. A legfőbb cél mindig az, hogy már a forrásánál megakadályozzuk a zaj keletkezését. Ez általában a meglevő berendezés módosítását vagy az új gép maximálisan megengedhető zajszintjének már a tervezési szakaszában való meghatározását jelenti. Anélkül, hogy részleteznénk, van néhány olyan fontos szempont, amit meg kell említeni.

Karbantartás. Kopott vagy kiegyensúlyozatlan alkatrészek cseréje, szabályozása, géprészek kenése, megfelelő forgácsolószer-számok használata.

Gépek cseréje korszerűbbekre. Hidraulikus sajtók használata mechanikusok helyett, szíjmeghajtás fogaskerék helyett, kalapácsok helyett sajtók alkalmazása stb.

Technológiák korszerűsítése. Hegesztés szegecselés helyett, zömítés ütveszegecselés helyett stb.

Rezgésátadás csökkentése csillapítással, rezgő tagok tömegnövelésével, méretváltoztatással, a rezonáns frekvencia megváltoztatásával stb.

Zajtovábbítás csökkentése szilárd anyagokon keresztül.

Flexibilis alap, flexibilis szakaszok csővezetékekben, rugalmas padlóanyag stb.

Folyadékáramlás okozta zaj csökkentése. Kipufogó-hangtompító, nagy méretű és kis sebességű ventilátorok a kisebb méretű, de nagyobb sebességű ventilátorok helyett, az áramlási sebesség csökkentése, az áramlási keresztmetszet növelése stb.

A levegőn keresztül terjedő zaj csökkentése. Hangelnyelő anyag alkalmazása a munkaterületek falán és a mennyezeten, a gépek teljes burkolása, zajcsapdák használata, nagyon zajos gépek elkülönítése szigetelt helyiségben.

Hangszigetelt fülkék a gépkezelőknek.

Ahol a műszaki vagy adminisztratív-szervezési intézkedésekkel a dolgozók halláskárosodása nem előzhető meg, egyéni zajvédő eszközöket kell adni.

Az egyéni zajvédelem a leghatásosabb szükségmegoldás. Ez igen egyszerű, de igen sokatmondó megfogalmazás!

Ideális körülmények között némelyik egyéni zajvédő eszköz 50...55 dB csillapítási értéket is biztosíthat egyes frekvenciákon. A jelenlegi gyakorlatban azonban az általánosan használt egyéni zajvédő eszközöknél szubjektív és objektív okok miatt a csillapítási értékek nem vehetők 35...40 dB-nél nagyobbak.

7. Egyéni zajvédő eszközök

Az egyéni zajvédő eszközök olyan alkalmasan kialakított tárgyak, amelyek előírászerűen használva részben vagy teljesen megakadályozzák az ember testén egyébként keresztülhatoló és a hallószervet károsító hanghullámok belépését az emberi szervezetbe.

Az egyéni zajvédő eszközökkel szemben támasztott követelmények és általános műszaki előírások:

- Biztosítani kell adott zajkörnyezetben frekvenciasávonként a kívánt zajcsillapítást. Tehát nem teljes zajcsökkentést

kivánunk meg, mivel azzal a dolgozó számára fontos jelzések is megszűnnének /pl. vészjelzés, a gép nem megfelelő működésének figyelmeztető jelzései stb./.

- Kényelmesnek kell lennie, viselése nem jelenthet indokolatlanul nagy megterhelést a személyre.
- Tegye lehetővé a munkavégzés során szükséges egyéb védőfelszerelések, védőeszközök használatát, illetve azokhoz csatlakozható legyen /pl. munkavédelmi sisak, arcvédő stb./.
- A szóbeli információt - az 500, 1000, 2000 Hz-es oktávská-
ban - oly módon kell biztosítani, hogy a szavaknak legalább 75 %-a érthető legyen. /A beszéd szintnek a zajszintet legalább 6 dB-lel kell meghaladnia./
- A testfelület lezárt területén a dobhártyára ható statikus nyomásnövekedés nem haladhatja meg a 0,1 Pa-t.
- A záróperemen belüli légtér relatív nedvességtartalma egyórái
használat után nem haladhatja meg a 95 %-ot.
- A gyártáshoz nem szabad olyan anyagokat felhasználni, amelyek szilánkosan törnek.
- A felhasznált anyagok legyenek ellenállóak a munkahelyen fel-
lépő fizikai és kémiai ártalmakkal szemben. Különös figye-

lemmel kell lenni azokra a munkahelyekre, amelyeknek követelményeit, különösen veszélyes jellegük miatt, más kötelező előírás külön szabályozza.

- A felhasznált anyagok tartós használat és megfelelő tisztítás esetén nem okozhatnak egészségi ártalmat /pl. izgató hatást, bőrmegbetegedést stb./.
- Többszöri használatra alkalmasak, tisztíthatók és fertőtleníthetők legyenek.

Az egyéni zajvédő eszközök biztosításával feltételezzük a dolgozók készségét azok viselésére. Csak így kaphatunk elméletileg optimális zajcsillapítást.

Alapvető legyen a meggyőződés, hogy az eszköz használata minden nagy zajterhelésnek kitett személy számára elsősorban egyéni érdek. Ezért a kiadás előtt a hallgatókat alapos, a védelem minden területére kiterjedő tájékoztatásban kell részesíteni. Szükséges az eszközök megfelelő használatának begyakoroltatása, mivel a nem megfelelő alkalmazás esetén a legjobb zajcsillapító értékkel rendelkező védőeszköz csillapítási hatásfoka is leromlik.

Az egyéni zajvédő eszközt kezdetben legtöbbször terhesnek vélik, ezért a bevezetéskor ajánlatos a használati időnek a fokozatos növelése.

Erre a következő módszer javasolható. A hallgató az alkalmazásának első munkanapján délelőtt és délután fél-fél óráig használja a számára biztosított zajvédő eszközt. Ezt az időtartamot öt munkanapon keresztül fél-fél órával növelje délelőtt és délután egyaránt, majd egy-egy teljes órával, míg nem eléri a teljes műszak alatti viselést.

Az egyéni zajvédő eszközök alkalmazásának fontos feltétele, hogy a hallgatók meggyőződjenek annak fontosságáról. Ezért célszerű ismételt oktatást tartani és ellenőrzést végezni. Igen lényeges, hogy az oktatást jól felkészült, az egyéni zajvédő eszközök kérdéseiben megfelelően jártas szakember tartsa.

A hallgatókat különböző ismertető anyagokkal is tájékoztatni kell azokról a károsodásokról, szervi elváltozásokról, amelyekkel azoknak kell szembenéznük, akik elmulasztják ezt a védekezési lehetőséget.

Leglényegesebb, hogy az oktatási, tájékoztatási munka során két fontos dolgot elfogadtassunk a hallgatókkal, a munkavédelmis szakemberekkel és a vezetőkkel:

- egy meghatározott érték feletti zajterhelés zajkárosodást, halláscsökkenést okoz;

- mindaddig, amíg a zaj le nem csökkenthető a biztonságos szintre, egyéni zajvédő eszközök használata kötelező.

Természetesen a felügyeleti személyeknek is hordaniuk kell az egyéni zajvédő eszközöket azokon a területeken, ahol a zajkárosodás veszélye miatt azok használata elő van írva az ott dolgozók részére. Ellenkező eset visszatetszést váltana ki, és a későbbiekben ők maguk sem hordanák.

Az egyéni zajvédő eszközökre fordított vállalati költségek nagyon alacsonyak azokhoz a károkhoz képest, amik a károsult, a Magyar Néphadsereg és az egész népgazdaság számára adódnak. Ezenkívül a megfelelő szakértelemmel kiválasztott egyéni zajvédő eszköz megjavítja a munkakörülményeket, a munkateljesítményt, csökkenti a balesetveszélyt.

1. Az egyéni zajvédő eszközök feladata

Az egyéni zajvédő eszközöknek egyetlen feladatuk van: megvédeni a használójukat a zajkárosodástól.

Ahhoz, hogy ezek az eszközök be tudják tölteni, illetve betölthessék a feladatukat, a következők szükségesek:

- adott zajterheléshez a legmegfelelőbb védőeszközt kell kiválasztani.

Manapság ugyanis már főleg kiválasztás kérdése ez, mivel olyan nagy a típusválaszték, hogy szinte minden körülmény-

hez javasolható optimális védelmet biztosító egyéni zajvédő eszköz;

- a helyesen kiválasztott eszközt helyesen alkalmazzák.

2. Az egyéni zajvédő eszközök típusai

Jelenleg igen nagy számú egyéni zajvédő eszköz van forgalomban, amelyeknek az alkalmazás szerinti csoportosítása a következő:

- hallójáratba helyezhető eszközök,
ezen belül:
 - egyéni zajvédő vatták;
 - egyéni zajvédő fül dugók;
- egyéni zajvédő fültokok;
- egyéni zajvédő sisakok;
- egyéni zajvédő kendők, hajleszorító pántok, sapkák;
- egyéni zajvédő ruhák;
- egyéni zajvédő eszközök kiegészítő elemei, pl. kommunikációs eszközök.

Ez a felsorolás főcsoportokat jelöl, de igen nagy számú variációs lehetőség van a csoportok között és a csoportokon belül is.

A legjobb egyéni zajvédő eszköz az, aminek megfelelő a csillapítási értéke, és célszerűen használják. A jó védelem a megfelelő illesztéstől, a felfekvéstől, a takarástól függ. Egy keskeny hézag is leronthatja az egyéni zajvédő eszköz hatékonyságát.

A hallójáratba helyezhető egyéni zajvédő eszközök

A hallójáratba helyezhető eszközök - a vatták és a füldugók - általában olcsóak, de használhatósági idejük korlátozott: az egyszeri használattól /vatták/ néhány hétig, esetleg - a jobb minőségű füldugóké - egy-két hónapig terjedhet. Alapanyagukat tekintve igen változatosak: igen kis átmérőjű, 0,001 mm nagyságrendű üvegszálak, gyapot, műszálak, illetve ezeknek keverékei a vattáknál, különböző típusu műanyagok és viasszal impregnált vatta a füldugóknál. Ezek az alapanyagok meglehetősen lágyak, így nem sértik a hallójárat belső felületét.

Esetenként a hallójárat belső alakja megakadályozza ezeknek az eszközöknek a használatát, vagy a hallójárat bőre lehet érzékeny valamelyik alapanyagra, vagy allergiás reakciót válthat ki a vatta elemi szála is. Erre előre figyelemmel kell lenni, és az ilyen személyeknek eleve más egyéni zajvédő eszközöket kell használatra kiadni.

Egyéni zajvédő vatták

A zajkárosodás megelőzésére legrégebben ezeket az eszközöket használják. Kezdetben a normális háztartási vattát használták erre a célra, ma viszont korszerű technológiával, megfelelő kezelésekkel állítják elő ezeket a típusokat. Legismertebbek a Bilsom-készítmények.

Aki hosszú éveken keresztül vattát használ a zajkérosodás kivédésére, annak a hallójáratába lerakódhatnak az elemi vattaszálak, ami önmagában is hallástompuláshoz vezethet. Ezért a legkorszerűbb, előre csomagolt, egyszeri behelyezésre megfelelő adagu készítményeket igen vékony és perforált fóliába burkolják. Ezzel többszörös célt érnek el:

- mindig azonos mennyiségű vatta kerül a hallójáratba, tehát a zajcsillapítás azonos lesz;
- a fóliarétegnek is van egy bizonyos zajcsillapítási értéke;
- a hallójáratban nem maradnak a vattából elemi szálak.

Egyéni zajvédő fül dugók

Ez a megnevezés igen széles típusválasztékot takar. Közös tulajdonságuk, hogy a hallójáratot teljesen lezárják, így akadályozva meg a káros zajoknak a dobhártyán keresztül a közép-, illetve a belső fülbe jutását.

Az egyéni zajvédő fül dugóval szemben támasztott követelmények és általános műszaki előírások a következők:

- a szerves, szervetlen, természetes vagy mesterséges anyagokból kialakított hallésvédő fül dugók rugalmasságuk révén a hallójárat méreteihez igazodjanak, és azt teljesen töltsek ki;
- a fül dugók tömege páronként nem haladhatja meg az 5 g-ot;
- a fül dugók a hallójáratba könnyen beilleszthetők, illetve abból eltávolíthatók legyenek;

- a fül dugók a hallójáratot nem károsíthatják;
- a fül dugóknak könnyen tisztíthatóknak, tartósan sima felületűeknek kell lenniük.

Külső alakjuk és behelyezésük szerint két alcsoportra oszthatók: alakítható és méretre gyártott fül dugók.

A zaj jellege szerint szintén két alcsoportra oszthatók a hallójáratba kerülő egyéni zajvédő eszközök:

- statikus zajok ellen védők;
- impulzusos zajok ellen védők.

A statikus zajok ellen védő eszközök azok, amelyeket az eddigiekben megismertünk.

Az impulzusos zajok ellen védő fül dugók tulajdonsága, hogy hossz tengelyükben egy átmérő furat van, amely csökkentett mértékű statikus zaj át bocsátását teszi lehetővé. A fül dugóban van egy fém henger, amely egy miniatűr, precíziós megmunkálással kialakított membránt tartalmaz. Ha impulzusos zaj éri a hallójáratba helyezett fül dugót, a membrán a másodperc tört része alatt lezárja az átmenő furatot, így a halló szervet megvédi az impulzusos zaj károsító hatásától.

Néhány fül dugó típust nem a hallójáratba bedugva alkalmaznak, hanem csak a fülre rászorítva, ezeket egy ívben hajlított rugó tartja a megfelelő helyzetben.

Az ilyen típust a középfrekvenciák ellen lehet alkalmazni, a magas frekvenciák ellen azonban már csökken a csillapítási értékük.

Az egyéni zajvédő fültokok

A fültokok két darab - a zajcsillapítás előírásának megfelelően -, különböző keresztmetszetre kialakított tokból állnak, amelyek a fülkagylót teljesen körülzárják, és a tokokon elhelyezett felfekvő párnával a fej oldalához simulnak. A két tokot egy rugalmas pánt, kengyel tartja össze, ami a tok fejméretéhez való beállítását is lehetővé teszi. Munkavédelmi sisakra erősíthető fültokváltozatnál a pánt két részből áll, amit a sisakra erősítünk. A tokok általában fröccsöntött kemény műanyagból készülnek. A felfekvő párnában általában nyitott cellás műanyaghab van, ezáltal kényelmes a felfekvése. Néhány típusnál a felfekvő párnát folyadékkal töltik, ami a zajcsillapítási értékeket jelentősen javítja.

Az egyéni zajvédő fültokokkal szemben támasztott követelmények és általános műszaki előírások a következők:

- a zajvédő fültokok tömege nem haladhatja meg a 300 g-ot;
- a rugalmas záróperem illesztése - a fülkagyló körüli felületen - légrésmentes és egyenletes nyomásu legyen;
- a peremnyomást úgy kell beállítani, hogy a kengyel a tokokat 5...10 N közötti erővel szorítsa a koponyához;
- a kengyelre a tokot egy- vagy kétpontos felfüggesztéssel úgy kell szerelni, hogy a tok térben mozogni tudjon, a különböző fejformáktól függetlenül a megfelelő peremzárást lehetővé tegye;

- a kengyel rugalmasságával és állíthatóságával biztosítsa a különböző fejméretektől függően a peremnyomást;
- a tok belsejébe helyezett hangelnyelő anyag csökkentse a koponya és a tok közötti zárt tér rezonanciájának kedvezőtlen hatását, és akadályozza meg a páralecsapódást;
- a fémszerelvényeket korrózió ellen védeni kell, ezek az alkatrészek a fejbőrrel közvetlenül nem érintkezhetnek.

A fejpánt által a két fültokra átadódó szorítóerő közvetlenül összefügg a zajcsillapítás mértékével. A fültok fejre felfekvő párnájának kialakítását és anyagát is figyelembe kell venni ahhoz, hogy megfelelő egyensúlyba hozzuk a zajcsillapítás hatásfokát és a kényelmet. A felfekvőfelület jó akusztikai zárást biztosító szélessége nagymértékben függ a párnaként használt anyagtól.

A fültokok népszerűsége növekszik a következők miatt:

- igen nagy a választék;
- nem igényelnek különösebb használati utasítást;
- mivel a fültokok jól láthatók, használatuk könnyebben ellenőrizhető.

A fültokok a vizsgált frekvenciatartományban általában hatékonyabbak, mint a füldugók. Sokan nehezen viselik el a meleg, párás környezetben, ha a felfekvő párna nem szellő-

zik, és így a fül befülled a fültok alatt. Ezért ennél is fontos a helyes típusválasztás.

A fültokokat összefogó pánt alakja és tulajdonságai nagymértékben befolyásolják a fültok viselési komfortját.

Számos fültoktípust úgy terveztek, hogy csak egy meghatározott helyzetben hordhatók, éspedig általában a fej felett. Más változatok lehetővé teszik, hogy a felfüggesztő pántot több helyzetben is hordhassuk:

- fej felett,
- a tarkó alatt,
- áll alatt.

Egyéni zajvédő sisakok

Az egyéni zajvédő sisakokkal szemben támasztott követelmények és általános műszaki előírások:

- a koponyán, valamint a fülkagyló körüli területen a peremilleszkedés légrésmentes legyen;
- biztosítsa a különböző fejformáktól függetlenül a megfelelő peremzárást;
- tegye lehetővé a lefedett koponyacsontok rezgéscsökkentését is;
- a belső zajvédő szerkezetet /fültokot/ cserélhető módon kell szerelni.

Ezek az eszközök alkalmasabbak az igen magas zajszinteken a zaj elleni védelemre. Egyedül ezek képesek ugyanis csökkenteni a csontvezetés hatását.

A sisak teljesen körül fogja a fejet, csupán a homlokot és az arcot hagyja szabadon. Az igen komoly zajcsillapítási érték eléréséhez szükséges, hogy a sisak pereme és az arc, valamint a nyak bőre közötti zárás igen tökéletes legyen.

További 5...10 dB-es zajcsillapítás érhető el a sisakon belül beépített, megfelelően kialakított és felfüggesztett zajvédő fültokkal.

Egyéni zajvédő ruhák

Vannak olyan munkahelyek, ahol a környezeti zajszint a 120...130 dB /A/ érték fölé is emelkedhet. Ilyen nagy zajszintértékeknel nem elég, hogy a fejet elzárjuk a jó zajcsillapítási értékkel rendelkező zajvédő sisakkal a környezeti zaj elől. Igen magas zajszintértékeknel a test egész felülete felfogja a károsító zajokat és a hallószervünkhöz továbbítja őket és utközben ezek a zajok a belső szerveinkre is romboló hatást fejtenek ki. Ilyen jellegű vizsgálatok, kutatások már többfelé folynak, de kevés még a konkrét eredmény.

Az egyéni zajvédő ruhák az egész testfelületet leárnyékolják a zajhatásoktól. Ezek a zajvédő ruhák általában több

rétegűek, egyik rétegük ólomport tartalmazó habosított műanyag.

Az egyéni zajvédő eszközök kiegészítő elemei

Mivel a zaj csökkentése a forrásánál számos esetben még mindig nagyon nehéz, ezért egyéni zajvédő eszközöket használunk. Ezek nagy zajban is igen hatásosak, de egy bizonyos idő elteltével az "elszigetelődés" kellemetlen érzete keletkezhet.

Nagy zajszintű munkaterületeken dolgozókkal információkat, technológiai utasításokat közölni - normális kialakítású egyéni zajvédő eszközök hordása esetén - lehetetlen feladat.

Kisebb zajszintértékeknel a zajvédő eszköz használata természetesen javíthatja a szóbeli üzenetek megértését. Ez az eset áll fenn akkor is, amikor a környezeti zaj magas frekvenciájú, ez ellen megfelelő csillapítási értékkel rendelkező eszközt hordunk. Mivel ennél a helyesen kiválasztott zajvédő eszközöknél a beszédfrekvenciáknál kisebb a zajcsillapítás, így a jel-zaj-arány megjavul, tehát jól értjük a beszédet.

Az emberek egymás közötti kommunikációja a zajban mindig nehéz. Vagy a beszédérthetőség szenved kárt, ami potenciális balesetveszélyt jelenthet, vagy pedig a beszéd hangerejét

kell jelentősen megnövelni, ami miatt mindenesetre még nagyobb zajterhelés ér bennünket.

Ilyen körülmények között dolgozó emberek részére dolgozták ki a kommunikációs összeköttetést biztosító egyéni zajvédő eszközöket.

A kommunikációs összeköttetést biztosító eszközök fejlesztése két irányban indult:

- meglevő egyéni zajvédő eszközökhöz /fültok, sisak/ beszerelhető, átviteltechnikát lehetővé tevő eszközök kialakítása;
- új típusu, kommunikációs szerelvényekkel ellátott egyéni zajvédő eszközök kifejlesztése.

Mindkét fejlesztési irány célja nagy zajszint mellett is a beszédérthetőség elősegítése.

A kommunikációs összeköttetést a következő átviteltechnikai elvek szerint biztosítják ezek az eszközök:

- beszédátvitel vezetékekkel, ami két altípust jelent:
 - a/ egyutas beszédátvitel: ebben az esetben pl. egy diszpécserközpontból utasításokat kaphatnak a dolgozók, de "visszabeszélés" nem lehetséges;
 - b/ kétutas beszédátvitel: oda-vissza beszélés lehetséges, pl. technológiai jellemzők dolgozók közötti közlésekor;

- beszédátvitel telekommunikációs hurokkal, amikor az összeköttetés csak egyutas lehet;
- beszédátvitel ultrarövidhullámu berendezéssel, aminek szintén két altípusa van:
 - a/ az egyutas kivitel,
 - b/ a kétutas kivitel;
- beszédátvitel infravörös hullámmal.

Ezeknek a korszerű eszközöknek az alkalmazási területei:

- zajos ipari üzemek, műhelyek, kutatási területek;
- bányászat, metróépítkezés, keszonmunkák;
- építőipar;
- szállítás-rakodás nehéz munkakörülmények között /pl. külszíni köfejtés/;
- nagy tartályok tisztítási munkái;
- repülőterek;
- tűzoltó- és mentőosztagok;
- honvédelem;
- olajfuró tornyok, gázkitörések;
- oktatás nagy munkaterületen.

A zaj elszigeteli a dolgozót. Ha egyéni zajvédő eszközt használunk, ugyanez a helyzet áll elő. A zaj ezáltal kényszerű monotonióhoz vezet. Ennek nemritkán baleset a következménye, ugyanis a zajnak vagy a hosszabb időn át elszige-

teltségnek kitett ember gyorsabban elfárad és lassabban reagál.

Ilyen esetekben nagyon beválnak az előbbieken említett eszközök. Egyrészt megvédik az embert a halláskárosodástól, másrészt egyidejűleg lehetővé teszik a környezettel való érintkezést, mert a jó zajcsillapítási értékű zajvédő eszköz tulajdonságait egyesítik egy sztereó fejhallgató hangzámításával. Ezekbe az egyéni zajvédő eszközökbe sztereó hangminőségű zenét is közvetíthetünk. A műhely értalmas zaját tehát kellemesebb hangokkal válthatjuk fel, ugyanakkor megszüntethetjük az elszigeteltség nyomasztó érzését.

Tulajdonképpen így, ebben az új eszközben jó lehetőséget látunk pl. az egyéni zajvédő fültek viselésének a megkedveltetéséhez is. Külföldi tapasztalatok szerint igen kedvező fogadtatásra találtak ezek az eszközök, a munkateljesítmény megnőtt, a munka monoton hatása miatti depressziós megbetegedések száma csökkent, és a zajvédő fültek hordása ellen sem tiltakoztak a dolgozók. És ez igen jelentős eredmény!

Ehhez szükséges, hogy a központi utasításokon kívül a sugárzott program nagyon változatos legyen, váltakoztatni kell a zenét beszéddel, szükség esetén megszakítva egy csendes szakasszal. Ezek az eszközök növelik tulajdonképpen a munka hatékonyságát is. Különösen az olyan munkaterületekre érvényes ez a megállapítás, ahol kiterjedt területeken dolgoznak /pl. nagy kiterjedésű üzemcsarnokok/.

3. Az egyéni zajvédő eszközök típusainak kiválasztása

Az egyéni zajvédő eszközök választéka igen gazdag. Éppen ezért már be lehet tartani azt a pszichológiai törvényt, hogy egy védőeszköz hordása ne legyen kényszerűség.

Az egyéni zajvédő eszközöket nagy körültekintéssel kell kiválasztani. A legfontosabb, hogy az embert érő zaj egy meghatározott érték alá kerüljön.

Az ismertető katalógusok használóit azonban figyelmeztetni kell: a választás ne okvetlenül a legjobb csillapítású zajvédő eszköz megvásárlását jelentse, mondván, minél jobb a zajcsillapítás, annál jobb az eszköz. Ez a felfogás sok esetben a kényelmes viseletet veszélyezteti. Nagyobb zajszinteknél az eszköz akusztikus védőhatása nem áll arányban a viselés által okozott kényelmetlenséggel. Kisebb zajszinteknél a szükségtelenül nagy zajcsillapítású eszköz kommunikációs nehézséget okoz, amelynek végül is az lesz az eredménye, hogy az általa okozott kényelmetlenségek miatt nem fogják használni.

Tehát az alapelv: mindig az adott zajszint által meghatározott optimális csillapítási értékű és kényelmű egyéni zajvédő eszközt kell használni.

A típusválasztás további szempontjai:

- jól illeszkedjen a munkavégzés során esetleg szükséges többi védőeszközhöz;

- a felhasználás időtartama;
- kezelhetőség;
- a mozgást nem veszélyeztetheti, pl. szűk térben végzett munkánál;
- fűtőkoknál a felfekvő párna cserélhető legyen.

8. Összefoglaló

A mi főiskolánkon történő oktatás során, hallgatónk zajártalomnak lövészeteken, robbantási foglalkozásokon és nem utolsósorban szakmai gyakorlati órákon vannak kitéve.

A hajtóművezés során a zaj szintje meghaladja a fájdalomküszöböt és elérheti a 140 dB /A/ hangnyomásértéket.

A Katonai Általános Baleset-elhárító és Egészségvédő Szabályzat előírásainak megfelelően a személyi állomány testi épségének megóvása érdekében minden szolgálati és munkahelyen - a korszerű technika, technológia és a tudományos eredmények felhasználásával, szervezéssel, oktató-nevelő munkával, valamint a személyi állomány aktív részvételével - gondoskodni kell a tevékenységgel kapcsolatos veszélyek és károsító hatások keletkezésének megelőzéséről, illetve azok csökkentéséről, megszüntetéséről. Mindezek szellemében és megvalósítására készült ez az oktatási anyag.

Javaslatok

- A tanórarend készítésénél vegyék figyelembe a zajos gyakorlati órák megfelelő elosztását.
- Tantermekben és környezetükben javasoljuk a max. 40 dB /A/ zajszintérték betartását.
- Zajos órák után közvetlenül ne legyen beszámoltatás, zárthelyi dolgozat, mivel a teljesítőképesség nagymértékben csökken.
- Az oktatásban alkalmazott berendezések, gépek /audiovizuális berendezések/ beszerzését a beszédzavarási szint figyelembevételével végezzék.
- A tanműhelyekben, laboratóriumokban, hangárokból és szabad térségben végzett gyakorlatoknál zajos gépek, berendezések oktatása során előbb elméletben és modelleken megfelelő körülmények között kell a szükséges oktatási anyagot ismertetni.
- Korlátozni az oktatás ideje alatt a tantermek körzetében a zajos járművek, munkagépek /fünyíró gép/ üzemeltetését.
- Zajhatás csökkentésére sűrű, dúslombu fák telepítését a tantermi épületek körzetében.
- Épületeken belül a lépésszaj csökkentését hangszigetelő réteg lefektetésével.
- Szükséges esetben gondoskodni kell a hallgatók és az oktatók részére egyéni védőfelszerelésről, a tevékenységnek megfelelő zajveszélyességi fokozata szerint kell ellátni hatáson egyéni védőeszközzel.

- A hallgatók időszakos audiometriás szűrésének bevezetése indokolt.
- A túlzott mértékű zajterhelés megelőzéséről már az építészeti tervezésnél, esetleg utólagos kivitelezéssel is gondoskodni kell.
- Az egyéni zajvédő eszközök használatát minden esetben fokozottan ellenőrizték a foglalkozások vezetői.
- Ahol a környezeti zajszint 120 dB /A/ érték fölé emelkedik, egyéni zajvédő ruha rendszeresítését.

9. Felhasznált és javasolt irodalom

- Ált/60 KÁBESZ.
- Ált/220. MN Szolgálati Szabályzata.
- Dr. Tóth Lajosné - Zajvédelem, Népszava Kiadó, Munkavédelmi Szakkönyvek sorozat.
- Dr. Götze Árpád - A zaj és a zajártalom orvosi szemmel, Felsőoktatási munkavédelmi közlemények, 1983. 3. szám.
- Munkaegészségügyi és munkavédelmi enciklopédia, 1. kötet.
- Dr. Barna Tibor - Sebestyén József - Wachtlor István - Hallgatók zajterhelés vizsgálata, Felsőoktatási munkavédelmi közlemények, 1979. 4. szám.
- Dévai Ferenc - A zajártalom megelőzése az oktatási intézményekben, FMK 1980. 6. szám.
- Egyéni védőfelszerelések kézikönyve, Népszava Kiadó 1982.

- Hursán Pál - Munkavédelmi praktikum a munkavédelmi oktatás hatékonyabbá tétele érdekében, FMK 1978. 6.szám.
- Dr. Tóth Lajosné - Vajda Zoltánné - Zajelhárítás, OMKII.1987.
- Ücsényi Dezső - Az egyéni védőeszközök a külföldi szakirodalomban, FMK 1983. 1. szám.

TARTALOM

	Oldal
Dr.Palkovics Tibor: Az 1986-89. évi felvételi eljárások tartalmának kidolgozása alkalmazásának tapasztalatai, a módosított felvételi vizsgarendszer lényege	1
Horváth Dezső: A légkondicionáló rendszer meghibásodásai hatásának értékelése a repülésbiztonságra	9
Vörös Miklós: A repülőgép fedélzeti rádiótechnikai berendezések megbízhatóságának minősítése	20
Körmendi Géza: Gáztubina forgólapát koszorú és a turbina ház közötti radiális rés hatása a turbina-fokozat hatásfokára	31
Óvári Gyula: Az előrenyilazott szárnyak alkalmazásának lehetőségei és korlátai hangsebesség feletti vadászrepülőgépeken	41
Ludányi Lajos: A RÁTE rendszerek üzemeltetésének optimalizálása (a 21/E EMKU kritikája)	48
Kiss László: Új eszközök a számítástechnika oktatásában a természettudományi tanszéken	61
Eszényi József: A szociológiai oktatás néhány tapasztalata a Killián György Repülő Műszaki Főiskolán..	72
Ribárszki István: A felvételizők értékszemléletének változása, várható hatása a nevelőmunkában	76
Girnt V. - Zsitnyár E.: Tárgykörjavaslat a zajártalom megelőzésének oktatásához II. rész	82