

*R*

# REPÜLÉSTUDOMÁNYI

ÉS

KIKÉPZÉSI

KÖZLEMÉNYEK

(TUDOMÁNYOS KIKÉPZÉSI  
KÖZLEMÉNYEK)



# REPÜLÉSTUDOMÁNYI ÉS KIKÉPZÉSI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Honvédség  
Szolnoki Repülőtiszti Főiskola  
belső terjesztésű időszaki folyóirata

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

Elnök: Békési László mk. ezredes  
Főszerkesztő: Dr. Szabolcsi Róbert mk. százados

## TAGJAI:

Dr. Lantos Éva közalkalmazott  
Svehlik János mk. alezredes  
Dr. Ludányi Lajos mk. alezredes  
Verdes István alezredes  
Szurmay Zoltán százados  
Szekeres Bálint közalkalmazott  
Szilágyi Sándor közalkalmazott

## FELELŐS KIADÓ:

Nagy Szilveszter mk. vezérőrnagy

## KÉSZÜLT:

A Szolnoki Repülőtiszti Főiskola házi nyomdájában

## TARTALOMJEGYZÉK

Bali Zoltán:	Az európai gondolkodás görög és zsidó-keresztény gyökerei	5
Békési Bertold:	A navigációs feladatok megoldási lehetőségei az ortodrómius koordináta rendszerben	23
Dr. Jakab László:	A biológiai fegyverek, mint a repülőcsapatok veszélyforrásai a Magyar Honvédség NATO-hoz való csatlakozásának tükrében	53
Dr. Jakab László:	A repülőcsapatok vegyvédelmi biztosításának hatékonysága	63
Kun Mária:	Az oktatás módszerei	79
Lengyel János:	A gazdaságmozgósítás kapcsolata a honvédelemmel	93
Dr. Pokorádi László:	Matematikai-diagnosztika alkalmazása repülőgép fékrendszerek üzemeltetésének irányítására	107
Ribárszki István:	A repülőgép-vezetők téri tájékozódási zavarairól	125





Bali Zoltán  
egyetemi tanársegéd  
ZMNE Filozófia és kultúrtörténeti tanszék

## AZ EURÓPAI GONDOLKODÁS GÖRÖG ÉS ZSIDÓ-KERESZTÉNY GYÖKEREI

Az egységes Európa felé vezető út egyik fontos feladata, Európa kulturális integrációja. Módjainak és strukturális feltételeinek kidolgozása a nemzeti kultúrák jelentős problémája napjainkban. A modernizáció a minden területre kiterjedő technikai és strukturális átalakítás feszítő problémái mellett, a gondolkodásmód megváltozásának szükségessége is napirendre került. Ez utóbbi változásának elméleti és gyakorlati kérdései megkövetelik az európai gondolkodásmód gyökereinek elemzését.

Az európai kulturális tér, amely szélesebb mint a szorosan vett földrajzi Európa, a pluralitáson alapul. Nagyon sok hatás éri, de európaiul gondolkodni nem jelent mást, mint görögül és zsidó-keresztényül gondolkodni. Ezek a gondolkodási módok a ma emberében egymásba rétegzetten jelentkeznek és az ember – világ minden mai értelmezése e kettős gyökér reinterpretálása. Minden tan és gondolkodó akkor eredeti, ha képes visszanyúlni az eredeti két maghoz.

A két gyökér kontrasztja szemléletesen tárul elénk az Evangéliumokból. Pilátus és Jézus párbeszéde két világot tár elénk. A hellén kultúrán nevelkedett római Pilátus nem érti miért ordítozzák a zsidók "keresztre vele" (Máté 27, 22) "De hát mi rosszat tett?" (Máté 27, 23) kérdezi önkén-

telenül. Pilátus, hogy Jézus politikai bűnösségéről megbizonyosodjon megkérdezi, miféle király ő. Jézus elutasítja a földi királyságot. Pilátus rögtön közbeszól: "Tehát király vagy." (János 19, 37) Jézus válaszában az új gondolkodásmód áll előnk. "Arra születtem, s azért jöttem a világra, hogy tanúságot tegyek az igazságról. Aki az igazságból való hallgat a szavamra." (János 19, 37) Pilátus így válaszol: "Mi az igazság?" (János 19, 38) Egy alanyi, személyes jellegű állítás Jézus szájából, amely tipikusan a zsidó gondolkodás jellemzője. Nem az a fontos *mi* általában az igazság ("Mi az igazság?") hanem, hogy *ki* az igaz ember. Ez pedig nem más, mint aki megtartja Isten parancsait. Erre nem válasz Pilátusé. A *mi* kérdés tárgyra irányul, a tárgyi semlegességben az egyeditől elvonatkoztatott általánost keresi. Ez egy tárgyi lét, az előbbi egy etikus lét történeti gyökereit vonja előnk.

A görög gondolkodás legfontosabb fogalma a világ (*kozmosz*), hisz ezen keresztül meghatározódik az isten és az isteni, valamint az ember. A görög élet alapérzése a *kozmosztisztelet*. Ezt a tiszteletet leginkább a preszokratikus töredékek olvasásakor figyelhetjük meg. A kozmoszról szóló herakleitoszi töredék mindezt érzékletesen mutatja be. "Ezt a kozmoszt itt, amely ugyanaz mindenkinek, sem isten sem ember nem alkotta senki, hanem volt mindig és van és lesz örökké élő tűz, amely fellobban mértékre és kialszik mértékre." (B 30) Az idézet, valamint a kozmosz szó etimológiai

Jelentése, amely a rend és dísz magyar szavakkal adható vissza, a világ állandóságára, rendezettségére és egy szabály általi működésére utal.<sup>1</sup> A kozmoszban minden egy semleges nemű dolog (τὸ ὄν). Nincs kitüntetett létező, a dolgok egy homogén közeget alkotnak. Az ember sem kitüntetett létező, csak egy a dolgok közül, amelyek a világot alkotják.

A világ ilyen felfogása a görögök matematikai szemléletéből adódik. A matematika és a geometria ugyanannyira meghatározza az antik görög gondolkodásmódot, mint a későbbiekben tárgyalandó kinyilatkozás a zsidót. Ebből következik az úgynevezett "héber" "auditív" vagy más szóval "halló" szemlélet a görög "vizuális" vagy "látó" szemlélet mellett.

A görög a már említett "mi ez" kérdéssel a tárgyi semlegesség útján keresi a dolgok lényegét, míg a héber szemléletben nem az a fontos, hogy mi a dolog lényege hanem, hogy ki mondta ezt. Isten kinyilatkozását kell meghallani és "Aki az igazságból való ...", vagyis személyes kapcsolatba kerül Istennel az "... hallgat a szavamra", azaz megtartja az isteni törvényeket. Ez a zsidó etikus lét alapja.

---

1. A későbbiekre való tekintettel fontos megemlíteni, hogy a görög gondolkodás számára a világfogalom és a fogalom világ szoros kapcsolatban van egymással.

A görögöknek a matematika, mint látható több mint egyszerű szaktudomány. Egy életszemléletet, világfelfogást rejt magába. A görög matematika és geometria hatását az absztrakt gondolkodás kialakulására és fejlődésére, valamint a kulcsfontosságú fogalmak eredetére és jelentésváltozására, matematika-történeti művek hosszú sora bizonyította.<sup>2</sup> A munka gyakorlati tapasztalatai tanították meg az embereket arra, hogy bizonyos mennyiségi viszonyokat kell alkalmazniuk, különösen így volt ez az építészet területén. A helyes arányok megválasztása lett az ésszerűség egyik fontos ismérve. Ebből fakad az a gondolat, hogy a világ nem összevissza dobált dolgok halmaza, hanem olyan rend, amelynek összetételét, létét és fejlődését valamilyen pontos szabály határozza meg és irányítja. Ez az okság, számszerű szabályosság, az arányosság elve adja egy másik igen fontos görög alapfogalom a *Logosz* tartalmát. A *Logosz*, amelynek alapján a kozmoszon belüli szabályozás történik, igen sokrétegű tartalommal bír, de alaprétegeiben a matematikához geometriához kötődő arányszemlélet található. A mindent látni forma kényszere társul a mindent összemérni szemlélettel.

---

2. Árpád Szabó: *Anfänge der griechischen Mathematik* Budapest, 1959.

Ch. Mugler: *Dictionnaire historique de la terminologie géométrique des Grecs*. Paris, 1958.

Ebből sarjad a *szimmetriára, harmóniára* való törekvés a világban és annak minden történéseiben. Az összemérhetőséghez azonban a matematikában lévő számokhoz hasonló homogén közeget kell képezni. Ezért lesz a görög megismerési mód alapfolyamata a tárgyiasítás, melynek végeredményeként előáll a semleges nemű homogén közeg. Az összemérhetőség mint követelmény kikényszeríti a *horizontális* szemléletét, hiszen mindent egymás mellé kell állítani, legalábbis gondolatban. A későbbiek folyamán, Platónnál és Arisztotelész-nél, a mérték, az összemérhetőség, az arány és arányosság értelme lazul, általánosabbá válik.

Platón Timaios című művének részlete a szimmetria-fogalom fellazulását mutatja: "Minden jó: szép – a szép pedig nem lehet mérték nélküli (*ἄμετρον*). Így tehát az élőlényt is, hogy ilyen lehessen, arányosnak (*symmetron*) kell tételoznünk. ... Az egészség és betegség, arány és hitványság kérdései szempontjából egyetlen arányosság és mértéknélküliség sem fontosabb, mint éppen a léleké, s éppen a testhez viszonyítva. És mi ezekből semmit nem veszünk észre, s nem vesszük figyelembe, mégpedig azt, hogy sem akkor nem lehet egészsében szép az élőlény, ha erős és mindenképp nagy lelkét erőtlenebb és kisebb test hordozza, sem akkor, ha e kettő ellenkező módon kapcsolódott össze, pedig hát arány nélküli (*ἄνυμετρον*) a legfőbb arányosságok (*ὑνυμετρικά*) szerint. Másfelől viszont az, amelyik a fentieknek épp az ellenkezője, a látni tudó ember számára min-

den látvány közül a legszebb és legkedvesebb. Mert ahogy a test is, ha a lábszár túl hosszú, vagy ha valami másban eltúlzott, akkor mérték nélküli ( $\alpha\mu\epsilon\tau\epsilon\lambda\lambda\omicron\upsilon\varsigma$ ) önmagához képest, s ezáltal nemcsak csúnya, de ... sok bajt is okoz magának – ugyanezt kell látnunk a kettő (= a lélek és a test) együtteséről is, amit élőlénynek nevezünk." (87 C-E) A szép és derék emberben a kozmosz törvényei szerint kell a léleknek és a testnek, a nyugalomnak és mozgásnak harmóniában lenni. "Elsősorban is a testet nem hagyja nyugton, hanem mozgatja. ... Mérték szerint rázva a testben bolyongó elemeket és részeket, rokonság szerint rendezi őket egymáshoz, az előbbi arányossági elv alapján, melyet a mindenségről mondtunk." (88 E) Látható, hogy embernek és kozmosznak teljes összhangban kell lenni.

Arisztotelész a görög esztétika lényegét az arányosságra építi: "A szép legfőbb formái a rend, az arányosság és a pontos határoltság mindaz, amit elsősorban a matematikai tudományok tesznek nyilvánvalóvá." (Metaph M3. 1078 a-b.)

A kozmosz, szimmetria, logosz fogalmai a görög gondolkodás évszázados fejlődésének eredményei. A homéroszi világ anthropomorfista szemléletétől, ahol még az elvont fogalmak mögött is kitapintható konkrétumok vannak, mint például a Moira vagy Moirák képzele, hatalmas fejlődés a herakleitoszi kozmoszig és logoszig. A kozmosz itt a létező dolgok birtoklója és rendje, de jelenti magát a "rend"-et

is egy elvont totális érvényű fogalmat. Ugyanaz érvényes a Logoszra, a valóság mozgástörvényeinek elemzéséből leszűrűt "szabályra", amely ugyanakkor minden dolog létének és változásának a szabályozója is.

Igen fontos jellemzője a görög gondolkodásnak az időképzet. Az antik görög szemlélet mindig az *örök* felé fordul és nem tud elképzelni "semmitől" való *teremtést*". A héber a jövő felé fordul és szilárd célképzettel rendelkezik, számára az idő *telik* a görög szemléletben a szilárdat a biztosat a *múltba* helyezi, neki az idő *múlik*. A görög mentalitás szerint, ebben a világban az ember *otthon* van, míg a zsidó-keresztény szemlélet a másvilágra való készülődéssel ebben a világban, egy *úton-lét* állapotot fejez ki. A görög szemléletben a múlt, ami már megtörtént, az volt a bizonyosság. Itt is érvényesül a matematikai módszer eredményezte forma-kényszer. A történeti kép arányainak helyes meglátása mindaddig lehetetlen, míg a múlt eseményei azt, időtlen jelenné nem formálják. A történelem a görögöknél nem más, mint kimerevített epizódyszerűség. Amint a kozmosz, úgy az idő-szemlélet is legyűri a személyest, az alanyit, az egyedit. Az epizódyszerűséggel az időt megfosszák az irreverzibilitásától, megismételhető lesz és benne minden, az ember is.

"Thuküdidész történelemszemlélete általában is jellemző a görög történelemfelfogásra. A görögök a történelmi mozgást a kozmikus mozgás mintájára fogták fel, melyben

minden változás ugyanaz a dolog, csupán új konstellációban ... összefoglalóan azt mondhatjuk, hogy a történetírás feladatát a természettudomány feladatának analógiájára értelmezték.<sup>3</sup>

A görög tragédia tárgya nem más, mint a hatalmas és gigantikus *sors*, mely meghatározza az egyén cselekedeteinek eredményét. "Ami e hősiesség férfiak része volt, azt megtették mindannyian. Sikerük, amelyet az istenség kinek – kinek kimért."<sup>4</sup> mondja Demoszthenész a khaironeai csatában elesett harcosokról. Demoszthenész sorai átvezetnek bennünket az antik görög ember-értelmezéshez.

Az emberben "... ebben a kis kozmoszban ..." (B 34) mondja Demokritosz, ugyanolyan rendnek kell lenni, mint a világban. Feladata nem lehet más, mint beilleszkedni a kozmosz rendjébe. A rend törvénye (Logosz) megegyezik az egyén természetének törvényeivel. Az ember a görög szemléletben összetett egész, van teste (*szóma*), lelke (*phüké*) és esze (*nousz*), amely lelkének értelmes része. Ami a görögben "rész" az a zsidó-keresztény szemléletben tökéletesedési fokozat. A részekből igazán fontos a lélek, amely örök, halhatatlan és így a kozmosz része.

---

3. Rudolf Suttmann: Történelem és ekkatológia  
Budapest, Atlantisz 1994. pp. 26-27.

4. Demoszthenész: De Corona.  
In: R. Suttmann: Történelem és ekkatológia  
Budapest, Atlantisz 1994. p 14.



A sajátos görög individualizmus, mely szerint az ember autonóm személy, aki tudatában van szabadságának, látszólag ellentmond a görög tudomány és filozófia emberfelfogásának, mely szerint az individuum betagozódik egy rendbe. Az előzőekben említett rend-gondolat, amely ugyanaz a kozmoszban és az emberben, ennek az ellentmondásnak a mélyen rejlő azonosságra mutat rá.

A poliszban, mely az egyén kozmoszhoz való kapcsolódásának közege, a szabadság nem önkényes, a szabadságot köti a törvény (nomosz), amelyben gyökerezik. Ez a szabadság magában foglalja nemcsak a jogot, hanem a köteleességet is és az egyént az egészért való felelősség méltóságával ruházza fel.

Mint látjuk, a kozmosz és ember (mikrokozmosz) ketősségében kifeszített görög szemlélet lényege a tárgyiasság amely a domináns "Mi ez" kérdésre adott semlegesítő, általános válasz. A kozmosz tárgyiassága kiszorítja az ember alanyiságát, az ember kevesebb, mint a világ, a dologgal azonos szinten áll. A gondolkodás sémája térbeli és az egyetemes felől értelmezi egyest. A látás a legfontosabb érzékelési mód, a megértés is a látáshoz, a formához kötődik. Mindezt a matematika és a geometria módszere elősegíti. A személy fogalom teljesen hiányzik a görög mentalitásból, melyet a zsidó-keresztény gondolkodás vezet be.

A görög tárgyiasság szemlélet helyébe a zsidó alanyi gondolkodás lép, melyet a héber nyelv is tükröz. Az ókori

görög nyelvben alapvetően a főnevek domináltak, a héberben az igék. Sőt ennek szimbólikus jelentése is van, hisz Isten az *Ige* által teremtette a mindenséget. Addig, amíg a görög gondolkodásban a dolgok közötti horizontalitásról beszélünk, a zsidó szemléleti séma hierarchikus.

Mindenek felett Isten áll a "... vagyok aki vagyok" (Kiv. 4, 14) sőt a "... vagyok aki a Léte vagyok" fordítja Buber ezt a szakaszt.<sup>5</sup> Isten az önmaga okán és minden rajta kívüllinek okaként fönnálló. Az antik görög gondolkodásban a világ (kozmosz) *ami* nem teremtdőtt, itt Isten *aki* örök. A görög gondolkodásban a preszokratikus "*semmiből nem lesz semmi*" gondolat a meghatározó, a héber elfogadja sőt Isten legfőbb jellemzőjének tartja a "*semmiből való teremtséget*". Ugyanakkor a hébernek nincs szava a világra. "Kezdetkor teremtette Isten az eget és a földet" olvashatjuk a Teremtés könyvében. (Ter. 1,1) Istent a zsidók láthatatlan erőként, mindenhatónak gondolják. Ő látja a világot, de a világ nem látja őt. Fenségben megközelíthetetlen ugyanakkor az ember személyes kapcsolatba kerülhet vele, ha törvényei szerint él és érdemesült lesz arra, hogy megértse az isteni kinyilatkoztatást. A törvény (*tóra*) megtartása azonban nem intellektuális erőfeszítést követel, mint a görög ész törvények, hanem engedelmességet.

---

5. Martin Buber: A próféták hite  
Budapest, Atlantisz 1991. p. 44.

A teremtésből következően Isten túl van a görög semleges lét kategóriáján. Ő személyes, szeretetteljes teremő és nem egy semleges közömbös lét. Az ember Istent saját végeessége felől szemléli és a teremőmnyi lét végeessége lehetetlenné teszi a végtelen isteni lét megismerhetőségét. A végtelen kategóriája a görög gondolkodásban negatív tényező, hiszen a megismerhetőséget gátolja. A kereszténység Isten végtelenségét pozitív határozmánynak tekinti. Itt különbség van a zsidó gondolkodás és az erre építő keresztény szemlélet között. A héber istenértelmezés mélyértelmeden hallgat Isten végtelenségének taglalásánál. Hallgat a ki-mondhatatlanról. A kereszténység szerint Krisztus által létismereteket tudunk szerezni Istenről.

A zsidó-keresztény gondolkodásban a világ leértékelődésének lehetünk tanúi. A teremtés célja az ember teremőése. Ő az, akinek joga és kötelessége uralkodni a világon. A hierarchia csúcsán Isten van, a teremő az abszolútum. Követi őt az ember kit képre formált a teremő. Az ember "istenképű". Istenképűségének lényege a szabadság, mely képessé teszi őt az alkotásra. Teremt, szabadon a világban. Miképpen a Mindenható formálta őt és a mindenséget, úgy formálja ő környezetét. A világot és az embert is Isten köti, de a világ - ember kapcsolat szuverén, az embert a világ nem köti, neki kell a világot átalakítani.

Míg az ókori görög vizsgálati módszer (matematika) és szemléleti forma a látáshoz kötődött, addig a zsidó-keresztény szemléleti forma a halláson alapul. Nem látni kell a szépet, az igazat és a jót, hanem hallani az isteni igét, amely szép, igaz és jó egyben. Amennyire fontos az antik görög gondolkodás számára a matematika, olyannyira fontos a zsidó-keresztény gondolkodás számára a kinyilatkozás. A héber igazság lényege, mennyire tud kitartani az ember amellett, amit hall. Hitben élünk, nem szemléletben, írja Pál a korintusieknek. (2. Kor. 5,7)

A zsidó-keresztény szemléletben az idő veszi át azt a szerepet, amit az antik görögöknél a tér képviselt. Isten kívül áll az időn, de minden más időben létezik. Az idő középpontba kerülésének eredménye, hogy a kozmosz-szemléletet felváltja a történelem-szemlélet. Az idő a várakozásban a vég felől értelmezett. "Új ég és új föld lesz" jövődöli Izaías. (Iz. 65, 17)

A történelem eseményei, de legfőképpen az ember megismételhetetlen (irreverzibilis). Ez a szemlélet kiszakítja az embert a kozmikus burokból. Az értelmezés horizontja a zsidó-keresztény szemléletben az ember, eredője Isten, aki minden létnek a principiuma. Az ember kitüntetett létező, minden csak van, ő az aki létezik. A kozmosz tárgyiassága, semlegessége helyére az ember egyedisége, alanyisága kerül. A világ az ember környezetétől szánt valóság, az emberért van. Mindezt a teremtetéstörténet igazolja a zsidó számára,

hiszen "Isten megteremtette az embert saját képmására..." (Ter. 1,27), majd megáldotta őket és így szólt hozzájuk: "Lagyetek termékenyek, szaporodjatok, töltsétek be a földet és vonjátok uralmatok alá." (Ter. 1, 28)

A zsidó-keresztény emberértelmezésben az embernek küldetéstudata van, amely szintén a görögtől eltérő időértelmezés következménye. Az emberi megismerés horizontja az idő lesz, tárgya azonban ugyanaz mint a görögöknél, az örökkévaló, a feltétlen keresése. Az örökkévaló problémája azonban átértelmeződött. Az örökké van görög mentalitását felváltotta az örökké tartó lineáris zsidó-keresztény gondolkodása. Az idő az embert mulandóságára emlékezteti és elementáris erővel veti fel az emberben, az egzisztenciális halhatatlanság kérdését, szemben a görög kozmikus halhatatlansággal.

A páli-ágostoni ember már nem összetett egész melynek teste, lelke és értelme van, mint láttuk a görögöknél. A keresztény szemlélet felfedezi az emberi testet, lelket és az emberi ész, mint a személy fejlődésének állomásait. Az ember mint a világtól különböző lény a jövőt tartja szem előtt, és valami végsőre törekszik. Ágoston a Vallomások című művében, saját életét elemezve tárja elénk a keresztény személyiség fejlődésének állomásait. Beszél testi, emberi mivoltáról, mikor az érzéki vágyaknak és örömeknek szentelte életét. A megtérés után a lélek került a középpontba, ez volt a lelki emberi lét és vágyott rá, hogy el-

érje a szellemi ember szintjét. Az Ödvétörténet beépült saját élettörténetébe.<sup>6</sup>

Az ember individuális és szabad lény lesz. Megjelenik a *szabad akarat problémája*, amely az ókoriak számára nem okozott gondot. Az embernek megvan a lehetősége, hogy saját akaratával szembehelyezkedjék Isten akaratával. Lehetősége van választani a jó és rossz közül, melybe már az első ember Ádám, belebukik.

A történelem ezzel a bukással kezdődik, Ádámmal, aki döntésével független akart lenni Istentől. Káin kora óta, aki megölte fivérét és aki a földi birodalmakat alapította, a történelem *harc*, a Földi ország (Civitas terrena) és az Isten országa (Civitas Dei) között, hitetlenség és hit között. Ez a harc a történelem beteljesedésével végetér.<sup>7</sup> Vagyis a zsidó-keresztény mentalitásban az ember lényegét akaratában látják, mely lehet jó vagy rossz. Jósága az Isten iránti engedelmisségében áll, rosszassága pedig az iránt való engedetlenségben. Az isteni parancsok tekintéje nem egy racionális törvényben gyökerezik, hanem abban a felismerésben, hogy a parancsok a feltételei a közösség virágzó életének. A közösséget, melyben mindenki kapcsolódik a "másik"-hoz, a nép a történelmével hozza létre. Ez nem a racionális törvény által létrejött görög polisz közössége.

6. Aurelius Augustinus: *Vallomások*. Bp. Gondolat 1982.

7. Rudolf Bultmann: *Történelem és eszkatológia*  
Budapest, Atlantisz 1994. p. 73.

A zsidó-keresztény szemléletben a közösség legfőbb etikai parancsai a jog, az igazságosság, a szeretet és a könyörületesség. Ezek biztosítják az emberek közötti egészséges viszonyt. Lényeges különbség a két emberértelmezés között, hogy az antik görögöknél ha valaki kilép a kozmikus rendben neki megszabott helyről, azaz önmagát mint személyt próbálja megjeleníteni, sorsa tragédiába fordul. A görögök számára az emberi egyéniség előtérbe állítása – a mérték elvesztését, dőlyfőt (hübriszt) jelent. Az antik kozmológiában és fizikában minden dolog mozgásának lényege, hogy törekszik a kozmosz rendjében neki megszabott helyre.

Ami ezt nem követi, szembeszáll a kozmikus törvénnyel, erőszakot követ el a renddel szemben. Az erőszaktevő megbűnhődik, ha ez ember, akkor tragikus vég a sorsa. Ezzel szemben a zsidó-keresztény gondolkodásban az *én* kilépése önmagából a *Másik*-hoz nem pusztulással, hanem gazdagsággal a személyiség kibontakozásával jár. Ugyanakkor a keresztényi mentalitás szerint a bűn igazi lényege, annak tagadása, hogy a tulajdon létem isteni kegyelem ajándéka.

Már az Ószövetségben is azaz igazi bűn, amikor az ember nem bízik abban, amit Isten népe a múltban tett és nem nyitott arra, amit a jövőben tenni fog, vagyis nem kitenni magunkat a jövőnek, hanem arra törekedni, hogy rendelkezünk felette. Pál ekképp hallja az Urat: "Elég neked az én kegyelemem." (2. Kor. 12, 9) Ebben kell hinni, a kegyelemben az Isten által adományozott jövőben. Az ember

történetiségében van felfogva olyanként, akit jelenében múltja minősít, de a jövője követel.

Ha vázlatosan akarjuk összefoglalni a két szemlélet közötti alapvető különbségeket a következőket állapíthatjuk meg. Az antik görög mentalitást a kozmosz határozta meg, aminek alapján ezt a gondolkodási formát *kozmoform*nak nevezhetjük. Ezzel szemben a zsidó-keresztény gondolkodási forma, *antropomorf*. A szemléleti forma, a vizsgálódás "horizontja" a görögöknél a *tér*, amelyhez szorosan kötődik a *matematika* és *geometria*. A zsidó-keresztény szemléleti formánál az *időt* kell kiemelni, amelyhez szorosan kötődik a világ *történeti* (üdv-történeti) értelmezése.

Mindezeket a nyelv is leképezi, így a görög nyelv a "Mi" kérdésre épül, amely kifejezi az antik görög gondolkodási mód tárgyasítót és az általánosítást (egyetemesítést) törekvő jellegét. Ugyanakkor a zsidó-keresztény mentalitás-ban a nyelv a "Ki" kérdésre épül, amely a konkretizálásra (egyesítésre) törekvő jellegét mutatja a gondolkodási módnak.

A gondolkodási modell is különbözik, míg a görögöknél a szimmetriatudat a világ, ember, isten kapcsolatot horizontálisan rendezi el, a zsidó-keresztény modellnél egy hierarchiát figyelhetünk meg. Mindenek felett Isten van, a személyes teremtető, őt követi az ember, mint testből és lélekből álló teremtetett személy és végül a világ, amely személytelen.



Természetesen mindaz, amit az előzőekben kifejtettünk, bonyolult módon összefonódva, egymásra hatva alakították a mentalitást és funkcionáltak mint domináns meghatározói az egyes gondolkodási módoknak. Méginkább bonyolult és igen sokrétű az a mód és állapot, ahogy ezek a tipikus mentalitások összegyűrődtek és beágyazódtak a ma emberének gondolatvilágába. Ennek elemzésére ez a tanulmány nem vállalkozhat. Ugyanakkor szükséges feltárnunk európaiságunk bölcséleti gyökereit, hogy az elméleti kérdések számára megjelöljük a közös kiindulópontokat és értelmezés horizontokat, melyek támpontul szolgálnak a gyakorlati cselekvés számára.



Békési Bertold mérnök főhadnagy  
főiskolai oktató  
Repülő szakág tanszék

## A NAVIGÁCIÓS FELADATOK MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI AZ ORTODRÓMIKUS KOORDINÁTA RENDSZERBEN

A repülés a korai időszakától kezdődően szinte elképzelhetetlen navigáció nélkül. A repülőtechnika fejlődése és a megoldandó repülési feladatok maguk után vonták a léginavigáció fejlődését is. A navigációs módszerek egyre pontosabbak, a navigációs feladatokat megvalósító eszközök egyre összetettebbek lettek. A navigációs feladatokat a földrajzi -, csillagászati- és ortodrómius koordináta rendszerben egyaránt végre lehet hajtani. Mivel napjainkban a legtöbb repülést az ortodrómius koordináta rendszerben hajtják végre, ezért ezen koordináta-rendszer bemutatásával foglalkozom. Az ortodrómius koordináta rendszer előnye a nagytávolságú repüléseknél jelentkezik, mivel így a legrövidebb úton érhető el az adott cél, repülőtér, fordulópont, stb. Az alkalmazás előnye ezen oknál fogva a gazdaságossága, mert nagytávolságú repüléseknél jelentős üzemanyag-megtakarítás érhető el, ami napjainkban nem elhanyagolható szempont.

### Bevezetés

A repülőgépek legfontosabb irányítási és tájékozódási műszere az iránytű. A mágneses iránytű minden pillanatban lehetővé teszi a mágneses geptengelyirány meghatározását. A legegyszerűbb, legrégebben alkalmazott iránytű típus a folyadékos mágneses iránytű volt. Ennek az iránytű típusnak sokféle hibája van, ezért helyette a mágneses távirányítót alkalmazták. A folyadékos iránytűt azonban tartalék iránytűként használták, mivel semmiféle táplálást nem igényel, és a legkorszerűbb repülőgépeken is megtaláljuk. Szinte a folyadékos mágneses iránytűvel egyidőben alkalmazták a pörgettyűt is iránytartásra, melyet kezdetben kézzel kellett a mágneses iránytű által mutatott irányra beállítani. Hamarosan azonban már a folyadékos, majd az indukciós iránytű vezérelte a giroszkópot, és az így létrejött stabilizált giromágneses irány sokkal pontosabb iránytartást tett lehetővé.

A hatvanas években már olyan pörgettyűket tudtak készíteni, melyek óránként egy-két fokos pontossággal tartották az irányt, ezért ekkor jelentek meg a korszerű irányrendszerek, melyek lehetővé tették az ortodrómán történő repülést, a hely és irány-meghatározást csillagászati módon, valamint a földrajzi irány kiválasztását.

Napjaink korszerű pörgettyűi az inerciális navigációs rendszerekben egy századfoknyi pontosságúak, azaz száz órán keresztül egy foknyi eltéréssel tartják az irányt.

### 1. Az ortodrómius irányszög és távolság

Ortodrómának nevezzük a két ponton áthaladó gömbi főkör rövidebb ívét. Az ortodróma a két pont között a legrövidebb távolság (1.ábra), melyet induló szögével és távolságával határozunk meg. Az ortodróma a meridiánokat különböző szögek alatt metszi. Az ortodrómius útirányszög (OUI) a meridiánok összehajlása (konvergenciája) miatt minden meridiánnal változik. Az ortodróma induló és érkező szöge a meridián konvergencia értékével különbözik egymástól, tehát a meridián konvergencia azzal a szöggel egyenlő, amelyet a kiinduló és végponton áthaladó meridiánokhoz húzott érintők egymással bezárnak. Ismerve két adott pont földrajzi koordinátáit, meghatározhatjuk a meridián konvergencia értékét.[2]



1. ábra

Ortodróma, loxodróma, meridián konvergencia

A gyakorlatban kielégítő pontosságot nyújt a következő képlet, melynek segítségével a meridián konvergencia értékét a közepes szélességre határozzuk meg:

$$\omega = \Delta\lambda \sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \quad (1)$$

ahol:  $\omega$  - meridián konvergencia egész és tized fokokban

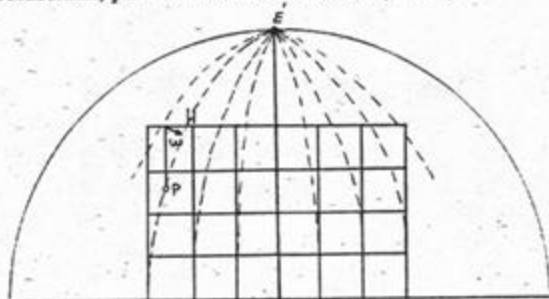
$\Delta\lambda$  - hosszúságkülönbség egész és tized fokokban

$\sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$  - a közepes földrajzi szélesség szinusza

Az ortodróma bármely pontján meghatározható az útirányszög ha ismerjük az induló szöget és az adott pont koordinátáit. Minden ortodrómán vagy meghosszabbításán megtaláljuk azt a pontot, ahol az ortodróma a meridiánnal  $90^\circ$ -os szöget zár be. Ez az ortodróma vertexe és az ortodróma számításánál van jelentősége. Megjegyzendő, hogy a repülési magassággal nő az ortodróma hossza is, a növekedés azonban olyan csekély mértékű, hogy a gyakorlati navigációban elhanyagolható.

### 1.1 Ortodrómikus koordináta rendszer

Az ortodrómikus koordináta rendszert négyzetrácsos koordináta rendszernek (grid) is nevezik és a földrajzi koordináta rendszerből származtatják áthelyezett pólusokkal, párhuzamos meridiánokkal (2.ábra)



2.ábra

A földrajzi északi irány (E) és a hálózati északi irányok (H) különbsége a meridián konvergencia

Az ortodrómius szélesség és feltételezett egyenlítő síkja (ortodrómius félkör) és a földfelület egy adott pontjának az ortodrómius meridiánnal határolt ívhossza. Az ortodrómius hosszúság a kezdő ortodrómius meridián és egy adott pont közötti ortodrómius szélesség ívhossza. A kezdő ortodrómius hosszúság kijelölését a feladat jellege határozza meg. Kezdő délkörként általában a Greenwich-it jelölik.[2]

## 1.2 Az ortodrómius helyzetvonal

A repülőgép helyzetvonalának nevezzük annak a vonalnak a vetületét a földfelületen, amely a repülőgép tartózkodási helyét határozza meg adott időpontban, egy vagy több földi ponthoz viszonyítva. Egy helyzetvonal önmagában nem határozza meg a repülőgép pontos helyét, ehhez két vagy több helyzetvonal metszéspontja szükséges, azonban az így kapott helyzet nem pont, hanem terület, melynek nagysága az alkalmazott navigációs rendszer pontosságától függ. A legújabban kifejlesztett földi és fedélzeti berendezések műszaki paraméterei olyanok, hogy a keletkező hiba elhanyagolható. Ortodróma a repülőgép helyzetvonala, ha a rádióhullámok által meghatározott irányt követünk, akkor a rádióhullámok a nagykör mentén terjednek.

## 1.3 Az ortodróma számítása

Az ortodrómat induló szögével és távolságával határozzuk meg. A kiinduló és érkezési pont koordinátáit ismerve meghatározható az induló szög, az ortodrómius távolság, a vertex és bármely más közbeeső pont koordinátája. Az ortodróma induló (és érkező) szögének és az ortodrómius szakasz távolságának számítása többféle módszerrel lehetséges.[2.,3]

- a., Matematikai úton, szögfüggvények és gömbi trigonometriai képletek segítségével. Napjainkban ezt a feladatot számítógéppel oldják meg. A pontosság érdekében helyesbítést alkalmaznak a vonatkozó referencia ellipszoidra is.
- b., Navigációs számítótárcsán (speciális tárcsa).
- c., Térképen mérve (figyelembe véve a vetítési módot).
- d., Földgömbön lemérve.

Az ortodrómius irányszög és távolság egyik gyakorlati meghatározását az alábbi képlet mutatja be:

a., Ha csak az ortodrómius távolságot kell meghatározni:

$$\cos S^\circ = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (2)$$

ahol:  $S^\circ$  - távolság fokokban és percekben

$\varphi_1, \lambda_1$  - az induló pont koordinátái

$\varphi_2, \lambda_2$  - az érkezési pont koordinátái

A távolságot fokokban kapjuk. A fokokat ívpercre átszámítva nyerjük az ortodrómius távolságot.

b., Ha az ortodrómius irányszöget és távolságot is meg kell határozni:

$$I. \operatorname{ctg} \alpha = \cos \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{cosec}(\lambda_2 - \lambda_1) - \sin \varphi_1 \operatorname{ctg}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (3)$$

Az  $\alpha$  ismeretében számítható a távolság:

$$II. \sin S^\circ = \cos \varphi_1 \operatorname{cosec} \alpha \sin(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (4)$$

Ha az ortodrómat a térképen szerkesztik és az adott vetületen az ortodróma egyenessel nem ábrázolható, kiszámítják a közbeeső pontok koordinátáit. Ezeket a pontokat felviszik a térképre, majd a pontokat összekötve megkapják az ortodróma útvonalát.

## 2. Az irányszögek fajtái és meghatározási módjai

A repülés során a repülőgép irányításához feltétlenül szükség van a repülőgép irányszögének ( $\psi$ ) ismeretére. Irányszögnek nevezzük a repülőgép hossz tengelyének a vízszintes síkra eső vetülete és valamilyen, a fölfelületen megadott irány által bezárt szöget. [1]

Attól függően, hogy milyen megadott irányt használunk fel az irányszög meghatározásához, különböző szögekről beszélünk. Ha az irány-meghatározás a földrajzi hosszúsági kör (meridián) északi irányához képest történik, akkor valós irányszöget kapunk. Ha a mágneses hosszúsági kör északi irányát használjuk fel

az irány-meghatározáshoz, akkor mágneses irányszöget kapunk. Az irány-meghatározás történhet bármilyen, a Föld felszínén képzeletben elhelyezett egyeneshez viszonyítva is. Ezt a képzeletbeli egyenest ortodrómának, a hozzá képest meghatározott irányszöget ortodróom irányszögnek hívjuk.

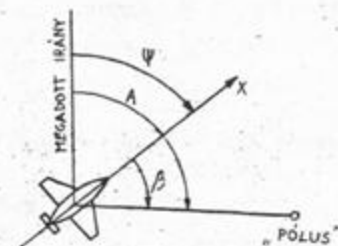
Tehát összefoglalva az alábbi irányszögeket különböztetjük meg:

- valós ( $\psi_v$ )
- mágneses ( $\psi_m$ )
- ortodróom ( $\psi_o$ )

A repülőgép irányszögének meghatározására használt eszközt iránytűnek hívjuk. A méréshez felhasznált elv alapján a következő iránytűfajtákat különböztetjük meg:

- mágneses iránytű, amely a föld mágneses terét használja fel a mágneses irányszög meghatározásához
- giroszkópikus iránytű (pörgettyűs féliránytű), amely a pörgettyű azon tulajdonságát használja fel, hogy az főtengelyének helyzetét a térben megőrzi
- csillagászati, melynek elve égitestek helyzetének bemérésén alapul
- rádiótechnikai iránytűk, amelyek földi rádióállomásokat vagy műholdakat bemérve határozzák meg a repülési irányt

A fenti iránytűfajtákon kívül beszélhetünk még komplex irányszögrendszerekről, amelyek a fenti elvek közül néhányat együttesen használnak fel az irányszögek meghatározásához.



3. ábra

Az iránytű érzékelő eleme a "pólus" irányát ( $\beta$ ) határozza meg (3. ábra). Az iránytű működési elve alapján a "pólus" lehet a Föld mágneses vagy földrajzi pólusa, az égitest vagy a rádióadó földrajzi helye. Így az irányszög megállapításához ismernünk kell a megadott irány és a "pólus" által bezárt  $A$



szöget. Ha a megadott irány megegyezik a meridiánnal, akkor égitest földrajzi helye esetén ez a szög az égitest azimutja, rádióállomásnál annak pellingje, mágneses pólusnál a mágneses elhajlás. Ha az  $A$  szöget az ortodrómához képest adjuk meg, akkor a fenti elnevezések az "ortodróm" jelzővel egészülnek ki. A 3.ábrából látszik, hogy a repülőgép irányszöge meghatározható két szög különbségeként:

$$\psi = A - \beta \quad (5)$$

Az irány-meghatározó eszközökkel szemben támasztott követelmények közül a legfontosabbak: pontosság, megbízható működés, zavaró hatásokkal szembeni érzéketlenség.

### 3. Ortodróm irányszög meghatározás

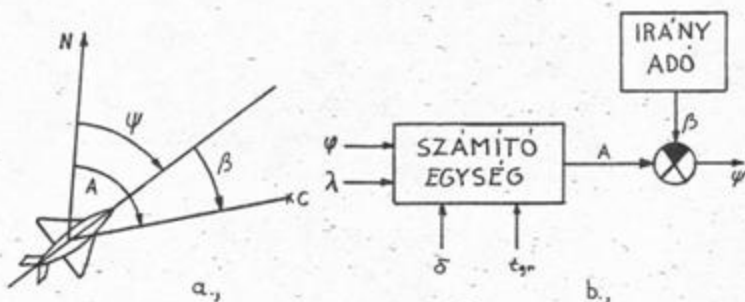
#### 3.1 Csillagászati irány-meghatározó eszközök

A vízszintes csillagászati iránytűk működési elve a  $\psi$  valós irányszög (4/a.ábra) meghatározásán alapszik az (5) összefüggés alapján, ahol:

$A$  - az égitest azimutja (a  $C$  égitest iránya és az északi irány közötti szög)

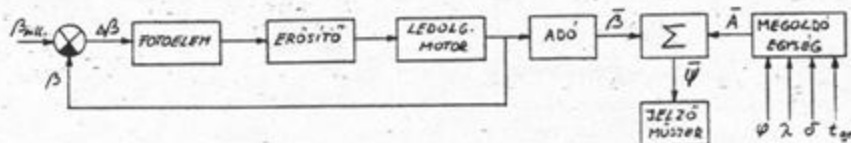
$\beta$  - az égitest irányszöge (az égitest iránya és a repülőgép hossztengetyének vízszintes vetülete által bezárt szög)

Az égitest irányszögének mérése irányadó segítségével történik (4/b.ábra), amely automatikusan végzi az irányszög mérését.



4.ábra

Az égitest azimutjának meghatározását számítógép végzi. Az azimut a repülőgép és az égitest koordinátáinak ( $\varphi$  hosszúság,  $\lambda$  szélesség,  $\delta$  deklináció és  $t_{gr}$  óraszög) függvényeként kerül meghatározásra. Az égitest azimutját meghatározó számítógép modellezi az éggömb legfontosabb íveit és irányait. Egy lehetséges megoldás blokkvázlata látható az 5. ábrán.



5. ábra

A csillagászati iránytű bemerőfeje az égitestre van állítva. A  $\Delta\beta$  irányszögeltérést követő rendszer egyenliti ki. A megoldóegység a repülőgép és az égitest koordinátáit az azimut értékével összekapcsoló egyenleteket megoldva számítja az azimut értékét, majd meghatározásra kerül a csillagászati irányszög:

$$\bar{\psi} = \bar{A} - \bar{\beta}, \quad \bar{A} = A + \Delta A, \quad \bar{\beta} = \beta + \Delta\beta \quad (6)$$

ahol:  $\Delta A, \Delta\beta$  - az azimut és az irányszög meghatározásakor fellépő hibák.

A csillagászati iránytű lehetővé teszi az ortodrómán történő repülést is, a vízszintes csillagászati iránytű nem változó jelei mellett. Ebben az esetben az  $A$  azimut helyett az égitest adott időpillanatban a kezdeti útvonalpontban lévő  $A_0$  azimutja kerül meghatározásra; a  $\beta$  szög helyett pedig  $\beta_0$ . A  $\beta_0$  szög megadja az égitest irányszögét a kezdeti útvonalpontban lévő, az ortodróamához képest ugyanolyan hossz tengely helyzettel rendelkező repülőgépre, mint amilyen a hossz tengely helyzete az adott pontban. Akkor az ortodrómán történő repülésnél, hasonlóan az előzőekhez:

$$\psi_0 = A_0 - \beta_0 \quad (7)$$

Az ilyen csillagászati iránytűk  $\psi_0$  jelzései állandóak maradnak az ortodróma való repüléskor, és egyenlők lesznek az ortodróma kezdeti útvonalszögével (OKU). [2., 3]

Tehát az ortodróma történő repülés feltétele:

$$\psi_0 = OKU \quad (8)$$

vagy oldalszél esetén:

$$\psi_0 = OKU - \beta_0 \quad (9)$$

ahol:  $\beta_0$  - az elsodródási szög

Így ennél a módszernél a repülés során a kezdeti útvonalpontban történő irányszög meghatározást imitáljuk. Ezért a  $\psi_0$  irányszög meghatározása az ortodrómaival állandó, a kezdeti útvonalszöggel megegyező szöget bezáró iránytól kiindulva történik.

A  $\psi_0$  szög meghatározásához folyamatosan szükséges  $A_0$  kiszámítása és  $\beta_0$  mérése.  $A_0$  meghatározásához a számítógépbe elegendő bevezetni a kezdeti útvonalpont  $\varphi_0, \lambda_0$  koordinátáit. A  $\beta_0$  szög közvetlen mérése akkor lehetséges, ha a repülőgép hossz tengelye az ortodróma síkjában van, a mérőrendszer tengelye pedig a repülőgép szimmetriasíkjában hátrafelé

$$\varepsilon = \frac{S}{R} \quad (10)$$

szöggel ki van térítve, ahol:

$S$  - az ortodróma megtett út

$R$  - a Föld sugara

Az  $\varepsilon$  szög megfelel a repülőgép által az ortodróma megtett ívnek.

### 3.2 Pörgettyűs elven működő irány meghatározó eszközök

A pörgettyűs féliránytű három szabadságfokú pörgettyű, amely külső keretének tengelye függőleges, a forgórész tengelye pedig helyesbítő nyomatéksegítségével a vízszintes síkban kerül megtartásra. A berendezés működési elve a pörgettyű inerciális tulajdonságain alapul. A pörgettyűs



ortodrómtól való oldaleltérést az ortodróom délkör ívén (a földrajzi szélesség analógiájára) -  $\delta$  (az ábrán nincs jelölve).

Az ortodróom egyenlítőn való repülésnél az ortodróom délkör ( $O_1, P_1, O_1, P_2$  sík) elfordulásának szögsebesség vektora a  $P_1, P_2$  egyenessel megegyező irányú, abszolút értéke pedig:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{V_{k_2}}{R} \quad (11)$$

A vektornak a  $\zeta_0$  tengelyre eső vetülete zérus, mivel a  $P_1, P_2$  egyenes az ortodróom egyenlítő síkjára merőleges. Az ortodróom délkörnek a repülőgép Föld körüli mozgásából eredő relatív szögsebessége nulla. Az ortodróom délkör átvitt szögsebességének meghatározásához elegendő megkeresni a Föld napi forgásából eredő  $\zeta_0$  tengelyre eső szögsebesség összetevőit, amelynek értéke a 6. ábrára felírva:

$$\omega_{\zeta_0} = \omega_F \sin \varphi \quad (12)$$

A valós irány meghatározását végző azimutálisan szabad pörgettyű eltérését:

$$\omega_g = - \left[ \omega_F \sin \varphi + \frac{V_{k_2}}{R} \operatorname{tg} \varphi \right] \quad (13)$$

és az ortodróom irányszög meghatározását végző azimutálisan szabad pörgettyű eltérését:

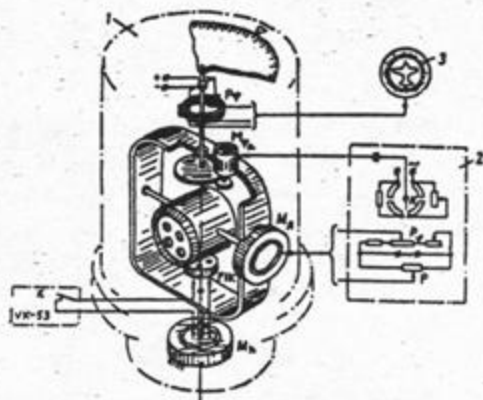
$$\omega_g = -\omega_F \sin \varphi \quad (14)$$

összehasonlítva látható, hogy a pörgettyűs féliránytű pontosabban jelzi az ortodróom irányt mint a földrajzi irányt.

Ha a pörgettyűs féliránytű skáláját, vagy a pörgettyű főtengelyét folyamatosan  $\omega_F \sin \varphi$  szögsebességgel forgatjuk, a kezdeti időpillanatban pedig az adott ortodróma irányába állítjuk be, akkor az azimutálisan szabad pörgettyű alkalmassá válik az ortodróom irányszög jelzésére.

### 3.3 A pörgettyűs féliránytű szerkezete, működése, hibái

Egy a gyakorlatban alkalmazott pörgettyűs féliránytű elektrokinematikai vázlata látható a 7.ábrán.



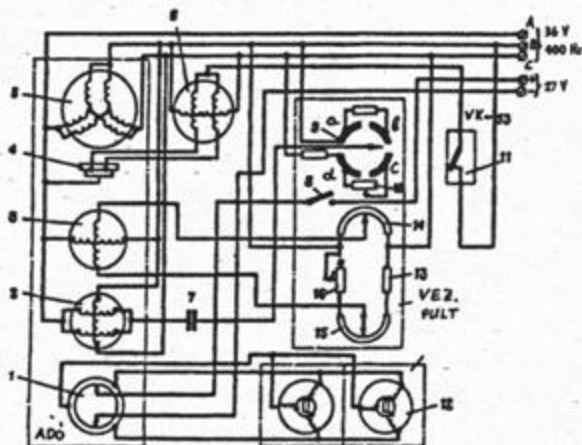
7.ábra

Pörgettyűs féliránytű elektrokinematikai vázlata

A berendezés fő részei a pörgettyűs adó (1), a vezérlőpult (2) és a jelzőműszer (3). A berendezés elektromos kapcsolási rajza a 8.ábrán látható. A rendszer táplálása 36V feszültségű, 400Hz frekvenciájú háromfázisú váltakozó árammal és 27V feszültségű egyenárammal történik. [1]

A rendszer legnagyobb fogyasztója a pörgettyűmotor (5), amely háromfázisú aszinkron motor, rövidrezárt forgórészszel. Az állórész tekercsei csillag kapcsolásúak. A vízszintes helyesbítő rendszer érzékelő eleme folyadékingás kapcsoló (4), végrehajtó szerve vízszintes helyesbítő motor (6), amely lefékezett üzemmódban működő, kétfázisú irányváltó aszinkron motor. A helyesbítő motor gerjesztő tekercse az A és C fázisok közötti vonalfeszültségre, a vezérlő tekercse pedig az A és B fázisok közötti vonalfeszültségre van kötve. Fordulók közben a vízszintes helyesbítő rendszer pörgettyűs elven működő helyesbítéskikapcsoló (11) segítségével kapcsolódik ki.

A pörgettyű főtegelvények megtartása azimut (oldalszög) szerint a szükséges irányban azimutális helyesbítő motor (3) segítségével történik, ami többpólusú aszinkron motor.



8. ábra

A pörgettyűs féliránytű elektromos kapcsolási rajza

A motor gerjesztő tekercse az A és B fázisok közé van kötve. A motor vezérlő tekercsére A feszültség egy hidkapcsolás átlójából kerül. A hid ágai a szélességi potencióméter (15) és a helyesbítő potencióméter (14). A hid másik átlójából, A B és C fázisokról történik a hidkapcsolás táplálása. A hid kiegyenlítetttségét szabályozó potencióméter (16) biztosítja. Az azimutális helyesbítő motor vezérlő tekercsére kerülő feszültség arányos a hely földrajzi szélességével (a szélességi potencióméter csúszkája adott szélességnek megfelelően kerül beállításra). A hidkapcsolás elemei a vezérlőpulton vannak elhelyezve.

A pörgettyűs féliránytű skálájának beállítása az adott kezdeti irányszögre kétfázisú, serleges forgórészű motor (2) segítségével történik. A motor gerjesztő tekercse vonalfeszültségre van kötve, a vezérlő tekercsei pedig párhuzamosan kapcsolódnak egymáshoz és kondenzátoron (7) keresztül az irányadó csúszkájával vannak összekötve. Az irányadónak négy lamellája (9) van, amelyek közé ellenállások vannak kapcsolva. A skála kezdeti beállítása két üzemmódon történhet:

- nagy sebességgel, amikor az irányadó csúszkáját az a és d lamellákra állítjuk
- kis sebességgel, a csúszka a b és c lamellákra állításával: ekkor a vezérlő tekercsek áramkörébe bekapcsolódnak a kiegészítő ellenállások és azokon kisebb áram folyik keresztül.

Az irányadó elemei szintén a pulton vannak elhelyezve. A repülőgép irányszögével arányos elektromos jel potenciométerről (1) kerül a jelzőműszerek (12) hányadosmérőire. A potencióméter a pörgettyű külső keretére, csúszkája pedig a műszerházra van erősítve.

### 3.3.1 A pörgettyűs féliránytű hibái

#### a., Módszeres hibák:

Mivel a pörgettyűs féliránytű forgórésze önállóan nem tud beállni a megadott irányba, így annak helyes beállításához szükséges a Föld forgásának és a repülőgép elmozdulásának pontos meghatározása. Ellenkező esetben különböző jellegű módszeres hibák léphetnek fel.[1.,3]

Vizsgáljuk meg a diszkrét szélességi helyesbítésből eredő hibát! Tegyük fel, hogy a Föld forgásából adódó hibát  $\varphi_0$  szélességen helyesbítettük, a repülés pedig  $\varphi_1$  szélességen történik, akkor a pörgettyű precessziója

$$\omega_{\varphi_0} = \omega_F \sin \varphi_0 \quad (15)$$

sebességgel megy végbe, míg a Föld forgásának függőleges összetevője

$$\omega_{\varphi_1} = \omega_F \sin \varphi_1 \quad (16)$$

lesz. A két szögsebesség különbsége határozza meg a  $\varphi_1$  szélességen a hiba növekedési sebességét:

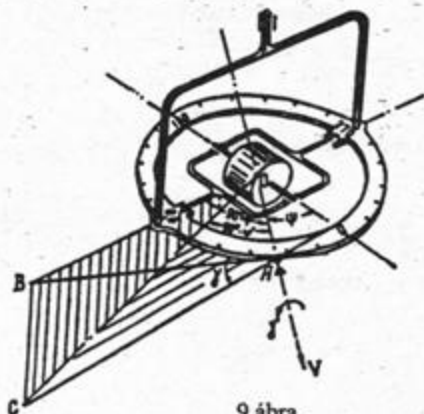
$$\omega_{\varphi_0} - \omega_{\varphi_1} = \omega_F (\sin \varphi_0 - \sin \varphi_1) \quad (17)$$

ahol  $\omega_F = 15^\circ/\text{óra}$

A hiba értéke meglehetősen nagy, ezért célszerű a Föld forgásából eredő hiba folyamatos helyesbítése.



A repülőgép szögelfordulásainál (bólintás, bedöntés), amikor a repülőgép függőleges tengelye mentén elhelyezett külső keret tengelye a függőlegestől eltér, kardanhiba jön létre. Végeredményben e hiba megjelenése arra vezethető vissza, hogy a műszer mérőtengelye nem fog egybeesni azzal a tengellyel (a függőlegessel), amely körül a meghatározás szerint az irányszög mérése történik. Vizsgáljunk meg egy olyan kinematikai vázlatot (9.ábra), ahol a külső keretnek csak a felső része van ábrázolva, a skála pedig olyan, hogy annak síkja vízszintes és magába foglalja a giroszkóp tengelyeinek metszéspontját (O pont).



9.ábra

Legyen a repülőgép hossz tengelye az OA egyenessel megadva, akkor az irányszög  $\psi$  szöggel egyenlő, amelyet a pörgettyű fő tengelyéhez viszonyítva adunk meg.

Ha a repülőgép  $\gamma$  szöggel bedöntést végez az ábrán jelölt irányba, akkor a skála csikja ugyancsak eltér a vízszintestől az OA tengely körül ezzel a szöggel. A belső keret tengelyének új helyzete könnyen meghatározható, ha figyelembe vesszük, hogy ez a tengely nem mozdulhat el csak a függőleges, a fő tengelyre merőleges síkban. Ezt a helyzetet az OC egyenes adja meg, amely a függőleges (OBC) sík és a megdöntött skála (OAC) síkjának metszésvonala. A B és C pontokat úgy választottuk ki, hogy az OA egyenes merőleges legyen az ABC síkra. Ennek következtében a skála  $90^\circ$ -os osztása az OB egyenesről most az OC egyenesre kerül. Tehát az OA-OC egyenesek közötti szög  $90^\circ - \psi$ , ahol  $\psi$  - a műszer skálája szerinti új irányszög értéke. A  $\psi$  szög meghatározásához

vizsgáljuk meg az OAB, ABC és OAC derékszögű háromszögeket. Ezekből felírható:

$$OA = AB \operatorname{tg} \psi, \quad AC = \frac{AB}{\cos \gamma}, \quad \operatorname{tg} \psi' = \frac{OA}{AC}$$

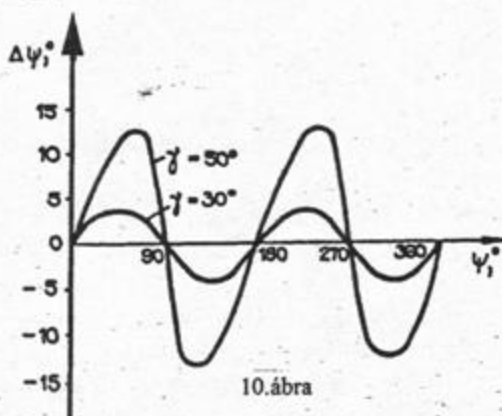
Az első két egyenletet a harmadikba behelyettesítve:

$$\operatorname{tg} \psi' = \operatorname{tg} \psi \cos \gamma$$

Tehát a kardánhiba értéke:

$$\Delta \psi = \psi' - \psi = \arctg(\operatorname{tg} \psi \cos \gamma) - \psi \quad (18)$$

A  $\Delta \psi$  hiba függését az irányszög értékétől különböző bedöntési szögekre általában grafikusán adják meg (10. ábra). Azok az irányszögek, amelyeken  $\Delta \psi$  értéke maximális kis bedöntési szögeknél közel  $45^\circ, 135^\circ, 225^\circ$  és  $315^\circ$  értékűek. A  $\gamma$  növekedésének értékében ezek az értékek  $90^\circ$  és  $270^\circ$ -hoz közelítenek,  $\Delta \psi$  maximuma pedig  $\gamma \rightarrow 90^\circ$ -nál  $\pm 90^\circ$ -hoz közelít.



A bólintási szög változásakor fellépő kardánhiba szintén a fentebb vizsgáltaknak megfelelően alakul, azzal a különbséggel, hogy a grafikus ábrázolásnál a vízszintes tengely mentén  $90^\circ$ -kal eltolódik.

A kardánhiba különösen nagy értékű lehet nagy bedöntési szögekkel ( $70-80^\circ$ ) végrehajtott fordulónál. Ekkor a hiba amplitúdó értéke néhányszor tíz fok is lehet. Ez megnehezíti a pontos fordulók végrehajtását, és ahhoz vezet, hogy a forduló befejezése után a repülőgép a megadottól eltérő irányszögre kerül. A kardánhiba sajátossága, hogy az idő múlásával nem nő, és megszűnik, amint a külső keret tengelye ismét függőleges lesz.

Ha a repülőgép bedöntése gyorsulásokkal kísért, amint az általában történik is, akkor a kardánhiba mellett megjelenik az úgynevezett elfordulási hiba ( $\Delta\psi$ ) is.

A vízszintes helyesbítő rendszer ebben az esetben is a forgórész tengelyén és a külső keret tengelyén keresztülmenő, általános esetben ferde síkban vált ki precessziós mozgást, ami a főtengely azimutális helyzetét megváltoztatja, és a repülőgép vízszintesbe kerülése után  $\Delta\psi$  hiba megjelenéséhez vezet. Ez a hiba nem csak fordulókban, de gyorsulással kísért emelkedésnél és süllyedésnél is megjelenik. Az elfordulási hibák általában kis értékűek, Ha a külső keret tengelyét a függőleges helyzetben stabilizáljuk, akkor mind a kardánhiba, mind az elfordulási hiba megelőzhető.

#### b., Szerkezeti műszerhibák:

A pörgettyű azimutális eltérését kiváltó konstrukciós okok közül a legfontosabbak a súrlódási nyomatékok, az árambevezetések nyomatékai és a belső keret tengelye körül ható kiegyensúlyozatlansági nyomaték. A külső keret tengelye körül ható zavaró nyomatékok hatása jelentősen kisebb, mivel ezeket a vízszintes helyesbítő rendszer kompenzálja.

A belső keret tengelye körül már kis zavaró nyomatékok is jelentős műszerhibák megjelenéséhez vezetnek. Így például  $3^\circ/\text{óra}$  eltéréshez ( $\omega \approx 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ 1/sec}$ ), ha a kinetikai nyomaték  $H = 0,27 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{sec}$ , elegendő  $M = \omega \cdot H = 0,39 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$  nagyságú állandó nyomaték. Ha ezt a nyomatékokot csak a tömegközéppont  $l$  távolságra való eltolódása miatt létrejövő kiegyensúlyozatlansági nyomaték ( $M = Gl$ ) hozza létre ( $G$  - a forgórész tömege), akkor  $G = 1 \text{ kg}$  esetén a fenti eltérés létrehozásához elegendő:  $l = \frac{M}{G} = 0,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  értékű eltolódás a belső keret tengelyétől.

### 3.4 Helymeghatározás az ortodrónikus koordináta rendszerben

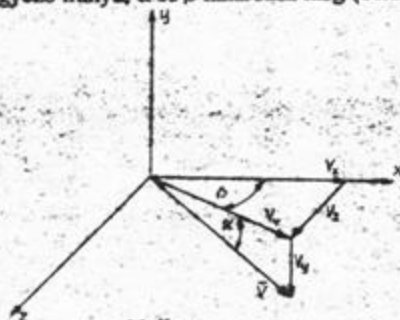
#### 3.4.1 Útszámítás légijelek felhasználásával

A légijeles útszámítás a valós repülési sebesség vektor és a vízszintes koordináta rendszer tengelyire eső vektor összetevők meghatározásán alapul. Ezeket az összetevőket integrálva a tartózkodási hely meghatározható.

A számításokhoz az elsődleges navigációs jellemzőket használjuk fel, melyek mérése aerometrikus úton történik. Az elsődleges navigációs jellemzők a következők:

- $v$  - repülési sebesség
- $\beta$  - csúszásszög
- $\gamma$  - bedöntési szög
- $v_x$  - vízszintes repülési sebesség
- $t$  - repülési idő
- $\alpha$  - a repülőgép állásszöge
- $\theta$  - bólintási szög
- $\psi$  - valós iránysszög
- $H$  - repülési magasság

Először a test koordináta rendszert vizsgáljuk és meghatározzuk a  $v$  vektor  $x, y, z$  tengelyek menti összetevőit. A  $v$  vektor a repülőgép a repülőgép levegőhöz viszonyított pályájával egyező irányú,  $\alpha$  és  $\beta$  határozza meg (11. ábra).



11. ábra

A 11. ábra alapján a repülési sebesség vektor tengelyek menti összetevőit a következő egyenletek határozzák meg:

$$\begin{aligned}
 v_x &= v_r \cos \beta = v \cos \alpha \cos \beta \\
 v_y &= -v \sin \alpha \\
 v_z &= v_r \sin \beta = v \cos \alpha \sin \beta
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

ahol:  $v_r = v \cos \alpha$

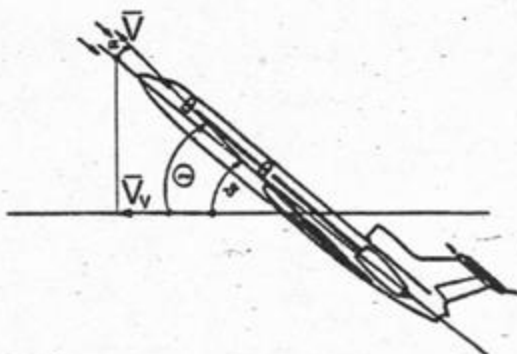
$\alpha$  - a repülőgép állásszöge

$\beta$  - a csúszásszög

A repülési sebesség vízszintes összetevője a repülőgép pályaszögének ismeretében meghatározható (12.ábra). [2., 4]

A 12.ábra alapján a vízszintes repülési sebesség összetevő a következő alakban írható fel:

$$v_v = v \cos \Theta = \frac{v_x \cos \Theta}{\cos \alpha \cos \beta} \tag{20}$$



12.ábra

Mivel a navigációs feladatot a földfelszínhez viszonyítva valósítják meg, így át kell térni a vízszintes földrajzi koordináta rendszerbe. A földrajzi koordináta rendszer tengelyei a következők:

$\xi$  - északi irányba mutat

$\eta$  - függőleges irányú, merőleges a  $\xi$ ,  $\zeta$  tengelyek síkjaira

$\zeta$  - keleti irányba mutat

A  $\xi, \eta, \zeta$  tengelyek mentén meghatározzuk a sebesség összetevőit a (20) összefüggés felhasználásával.

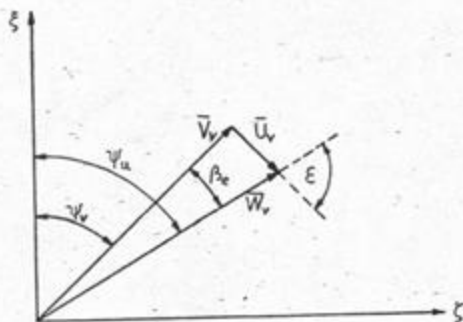
$$\begin{aligned} v_{\xi} &= v_e \cos \psi = v \cos \Theta \cos \psi \\ v_{\eta} &= v \sin \Theta \\ v_{\zeta} &= v_e \sin \psi = v \cos \Theta \sin \psi \end{aligned} \quad (21)$$

A földfelszínhez viszonyított valós repülési sebességnél figyelembe kell venni a szélssebesség vektort is. A repülőgép Föld feletti repülési sebesség vektora a repülési sebesség vektor és a szélssebesség vektor összegeként írható fel:

$$\vec{W} = \vec{V} + \vec{U} \quad (22)$$

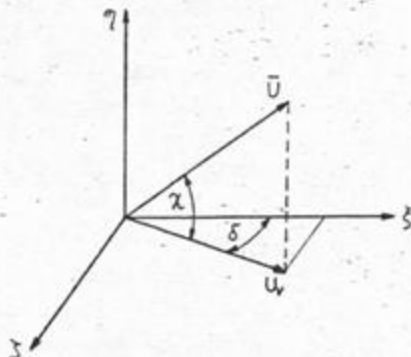
A három vektor vízszintes összetevői által meghatározott háromszöget navigációs háromszögnek nevezzük (13. ábra).

Ahol:  $\beta_e$  - elsodrési szög  
 $\psi_e$  - útvonalszög  
 $\varepsilon$  - szélszög  
 $\psi_v$  - valós irányszög



13. ábra

A szélssebesség vektort ábrázoljuk és a 14. ábra alapján felírjuk a koordináta rendszer tengelyeire eső összetevőit.



14. ábra

$$\begin{aligned}
 u_{\xi} &= u_v \cos \delta = u \cos \chi \cos \delta \\
 u_{\eta} &= u \sin \chi \\
 u_{\zeta} &= u_v \sin \delta = u \cos \chi \sin \delta
 \end{aligned}
 \quad (23)$$

Ahol:  $u_v = u \cos \chi$

A (21) és a (23) egyenleteket behelyettesítve a (22) egyenletbe, megkapjuk a Föld feletti repülési sebesség vektor összetevőit.

$$\begin{aligned}
 w_{\xi} &= v_{\xi} + u_{\xi} = v_v \cos \psi + u_v \cos \delta \\
 w_{\eta} &= v_{\eta} + u_{\eta} = v_v \sin \psi + u \sin \chi \\
 w_{\zeta} &= v_{\zeta} + u_{\zeta} = v_v \sin \psi + u_v \sin \delta
 \end{aligned}
 \quad (24)$$

A repülőgép tartózkodási helyét a  $w$  integrálásával határozzuk meg.

$$\begin{aligned}
 S_{\xi} &= S_{0\xi} + \int_0^t w_{\xi} dt \\
 S_{\eta} &= S_{0\eta} + \int_0^t w_{\eta} dt \\
 S_{\zeta} &= S_{0\zeta} + \int_0^t w_{\zeta} dt
 \end{aligned}
 \quad (25)$$

Ahol:  $S_0$  - kezdeti érték

$S_b$  - barometrikus, rádió vagy egyéb magasságmérő segítségével határozható meg

Teljesen autonóm a módszer a sebesség vektor mérése és integrálása alapján. A szélsősebesség értéke jöhet kívülről, de lehet pl. lokátorral is mérni.

### 3.4.2 Inerciális elvű helymeghatározás

A repülőgép mozgását gravitációs eredetű erők és úgynevezett aktív erők határozzák meg, mely erők által létrehozott gyorsulásokat a navigációs koordináta rendszer tengelyei mentén elhelyezett axelerométerekkel mérik. A helymeghatározás a repülőgép abszolút gyorsulásainak stabilizált alapra szerelt gyorsulásmérőkkel való mérésén, majd ezt követően a gyorsulások integrálásán alapszik a repülőgép abszolút repülési sebessége összetevőinek meghatározásához.

Legyen az  $a_x, a_y, a_z$  a navigációs tengelyek mentén mért abszolút gyorsulás összetevői.

Ekkor:

$$\begin{aligned} v_x &= v_{x0} + \int_0^t (a_x + g_x) dt \\ v_y &= v_{y0} + \int_0^t (a_y + g_y) dt \\ v_z &= v_{z0} + \int_0^t (a_z + g_z) dt \end{aligned} \quad (26)$$

Ahol a  $g_x, g_y, g_z$  a tengelyek mentén ható gravitációs gyorsulások

A sebesség összetevőket ismét integrálva és a kezdeti koordináta értékeket (induló pont koordinátái) figyelembe véve megkapjuk a repülőgép tartózkodási helyének koordinátáit.

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \int_0^t v_x dt \\ y &= y_0 + \int_0^t v_y dt \\ z &= z_0 + \int_0^t v_z dt \end{aligned} \quad (27)$$



Az ismertett koordináta meghatározási módszerek után alkalmazva az 1.3 bekezdés a., pontjában ismertett ortodróma útszámításra vonatkozó (2) egyenletet, számítható az ortodrómán megtett út fokokban és percekben.

### 3.4.3 Az ortodrómatól való oldaleltérés meghatározása

Az ortodrómán való repülésnél a repülés pontos végrehajtása érdekében pontosan kell követni az ortodróma útvonalat. Ennek érdekében a repülés folyamán meghatározásra kerül az ortodrómatól való oldaleltérés és az eltérésnek megfelelő vezérlés kerül megvalósításra. [2., 3., 4]

A súlypont adott pályán történő stabilizálásához a súlypontnak az adott pályától oldalra való eltéréseivel arányos jelet kell a robotpilótába betáplálni. Ez a jel a robotpilótának arra a csatornájára kerül, amely az irány vezérlését biztosítja. Mivel az irány vezérlését a csűrők segítségével hatásosabban lehet megoldani, így a súlypont adott pályától történő eltéréseinek jelet általában a csűrőcsatornába táplálják be.

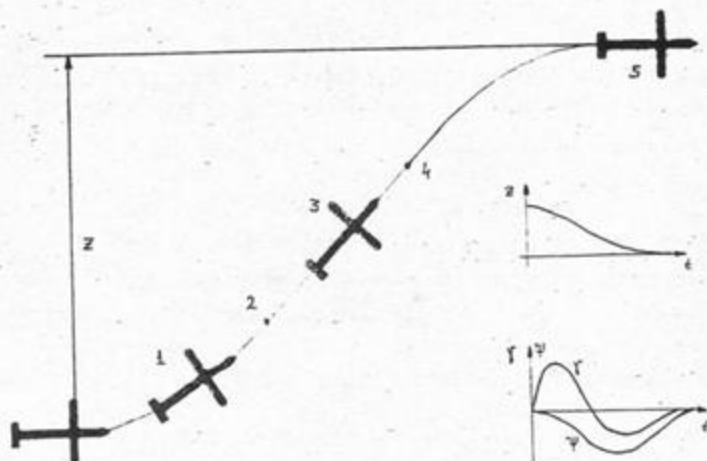
Ekkor a csűrővezérlés törvénye:

$$\delta_{cs} = K_{\gamma} \Delta \gamma + K_{\omega} + K_{\psi} \Delta \psi + K_z Z \quad (28)$$

A repülőgép súlypontjának az adott ponttól való eltérése esetén a robotpilóta a Z távolsággal arányosan kitéríti a csűrőket, melynek eredményeként dőlési nyomatók jön létre és a repülőgép bedől a megadott pálya irányába. A repülőgép bedőlésének mértékében a robotpilótába a  $K_z Z$  oldaleltérés jelével ellentétes irányú, a bedöntéssel arányos  $K_{\gamma} \Delta \gamma$  jel kerül, ami a csűrők kitérésének csökkenéséhez vezet. A repülőgép dőlése addig fog tartani, amíg a megadott pályától való oldaleltérés jelét nem egyenlíti ki a bedöntés jele és a csűrők nem térnek vissza a kiindulási helyzetbe (15. ábra 1. szakasz).

A repülőgép bedőlésekor megjelenik a repülőgép mozgási pályájára megadott pálya irányába elhajlító felhajtóerő összetevő. A repülőgép fordulójának és az adott pályához való közeledésnek folyamán a súlypont eltérés jele csökken, a legyezőszög jele pedig növekszik. Ez a csűrők ellentétes irányú kitéréséhez és a repülőgép bedöntésének csökkenéséhez vezet. Idővel a bedöntés szöge nullával lesz egyenlő (2. szakasz). Továbbá a legyezőszög jele nagyobb

lesz a súlypont eltérés-jelénél és a repülőgép ellentétes irányba dől (3.szakasz). A röppálya görbületségét monoton változtatva a repülőgép az adott pályához közeledik. Amikor a  $Z$  nullával lesz egyenlő, a legyezőszög és a bedöntés szöge helyesen megválasztott áttételi viszonyszámok mellett visszatér a kiindulási értékhez.



15.ábra

A továbbiakban vizsgáljuk meg a robotpilótának az oldalkoordináta stabilizálását megvalósító csatornáját. A repülőgép repülési pályán történő stabilizálásának nevezzük a repülőgép tömegközéppontjának a földi koordináta rendszerhez viszonyított stabilizálását, jelen esetben  $Z$  oldalkoordináta szerint. Ha a repülőgép adott pályán van, akkor  $Z = 0$ , tehát az adott pályától való oldaleltérést a  $Z$  paraméter határozza meg (16.ábra).

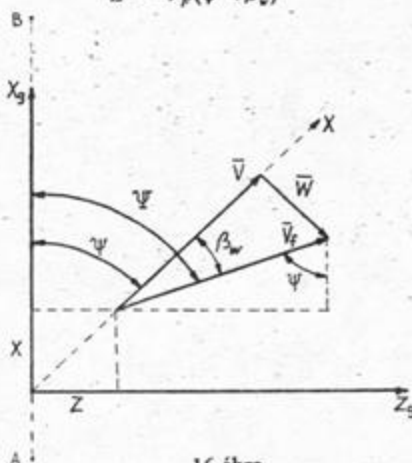
Az ábra alapján felírható a repülőgép súlypontjának a  $Z$  koordináta szerinti oldaleltérése:

$$\dot{Z} = -V_F \sin \psi = -V_F \sin(\psi + \beta_w) \quad (29)$$

A repülőgép mozgásának stabilizálási rendszerét a hossz- és oldalirányú mozgást leíró egyenletrendszerek, valamint a  $Z$  oldalirányú mozgás kinematikai

egyenletrendszerének segítségével lehetséges megtervezni. A gyakorlatban a  $\psi$  legyező- és  $\beta_w$  csúszásszögek értéke kicsi, a repülőgép oldalirányú vizsgálatakor a  $V_F$  repülési sebességet állandónak tekintjük. Ezért a (29) egyenletet lineáris formában írhatjuk le:

$$\dot{Z} = -V_F(\psi + \beta_w) \quad (30)$$



16. ábra

Az így kapott egyenlet Laplace - transzformáltját felírva kapjuk a következő kifejezést:

$$Z(s) = -\frac{1}{\tau_a s} [\psi(s) + \beta_w(s)] \quad (31)$$

ahol:  $\tau_a = \frac{1}{V_F}$  - aerodinamikai időegység

Azok a paraméterek, melyek a tömegközéppont mozgását biztosítják és az időben viszonylag gyorsan változnak, vezérlő jeleknek nevezzük. A vezérlés biztosítására célszerű azokat a jeleket felhasználni, amelyek a repülőgép tömegközéppont körüli forgását jól jellemzik. Ennek alapján a repülőgép stabilizálását a Z paraméter, valamint a  $\psi$  és  $\gamma$  szögek szerint a csűrők és oldalkormány segítségével lehet megvalósítani.

A vezérlési törvények gyakorlati formája azt jelenti, hogy elhanyagoljuk a repülőgép tömegközéppont körüli forgásának tranziens folyamatait, azokat lényegesen rövidebb időbeni lefolyásának tekintjük, mint magának a tömegközéppontnak a változását jellemző átmeneti folyamatokat.

A repülőgép oldal- és hosszirányú mozgását leíró dinamikai egyenletek a bedöntés szerinti vezérlés egyenletével kiegészítve az alábbiak:

$$\begin{aligned} \left( S - \frac{\partial F_r}{m \partial V_r} \right) \beta(S) - \alpha_0 \omega_z(S) - \omega_y(S) - \left( \frac{g \cos \vartheta_0}{V} \right) \gamma(S) &= \frac{\partial F_r}{m \partial V_r} \beta_*(S) \\ -\omega_x(S) + i g \vartheta_0 \omega_y(S) + S \gamma(S) &= 0 \\ \frac{\omega_y(S)}{\cos \vartheta_0} + S \psi(S) &= 0 \\ -V_r \beta(S) + V_r \psi(S) + S Z(S) &= V_r \beta_*(S) + w(S) \\ \gamma(S) - Y_{xz}(S) K_z Z(S) &= 0 \end{aligned} \quad (32)$$

Egyszerűsítsük a (32) egyenletrendszer

az

$\omega_x = 0, \alpha_0 = 0, \beta = 0, \beta_* = 0, i g \vartheta_0 = 0, \cos \vartheta_0 = 1, w = 0, \gamma = \text{const.}$

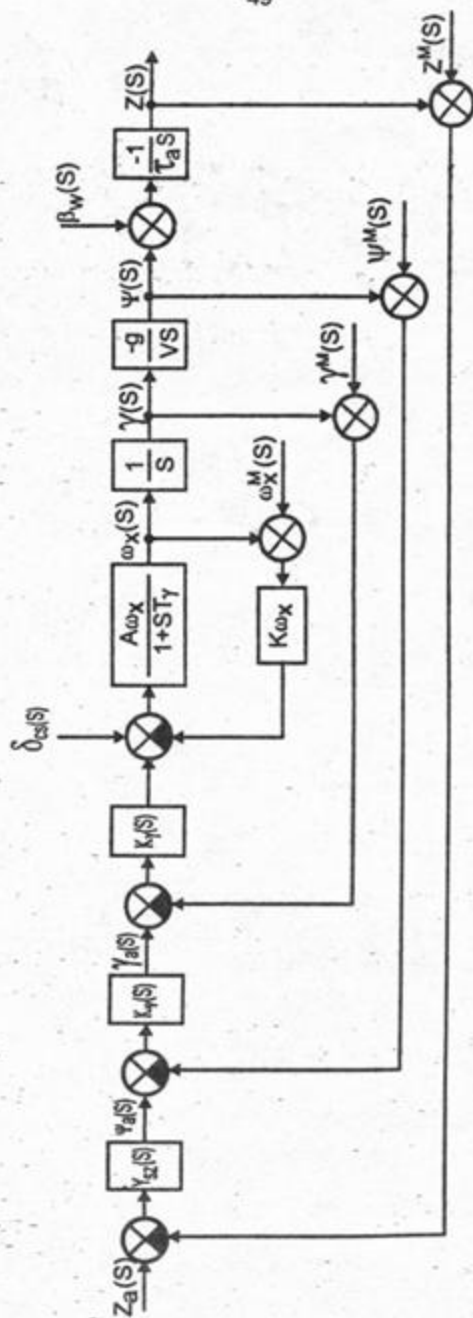
feltételek figyelembe vételével:

$$\begin{aligned} -\omega_y(S) - \gamma(S) \frac{g}{V} &= 0 \\ V_r \psi(S) + S Z(S) &= 0 \\ \gamma(S) + Y_{xz}(S) K_z Z(S) &= 0 \end{aligned} \quad (33)$$

A (33) egyenletrendszerből felírhatók az átviteli függvények és ezek figyelembe vételével meghatározható a dőlési robotpilótára épülő oldalkoordináta stabilizáló rendszer (17. ábra).

Az átviteli függvények:

$$\begin{aligned} Y_1(S) &= \frac{\psi(S)}{\gamma(S)} = -\frac{g}{V S} \\ Y_2(S) &= \frac{Z(S)}{\psi(S)} = \frac{V_r}{S} = \frac{1}{-r_s S} \\ Y_3(S) &= \frac{\gamma(S)}{Z(S)} = -Y_{xz}(S) K_z \end{aligned} \quad (34)$$



17. ábra

Az oldalkoordináta stabilizáló rendszer hatásvázlata

Az adott útvonal stabilizálásának vizsgálatához végezzük el a szabályozási kör követési tulajdonságának felírását. Először felírjuk a szabályozó átviteli függvényét:

$$Y_{sz}(S) = K_z \left( 1 + K_D S + \frac{K_I}{S} \right) = \frac{K_z K_D}{S} \left( \frac{S}{K_D} + S^2 + \frac{K_I}{K_D} \right) = \frac{K_z K_D}{S} (S^2 + 2\xi_z \omega_z S + \omega_z^2)$$

$$\text{ahol: } \omega_z = \sqrt{\frac{K_I}{K_D}}, \quad \xi_z = \frac{1}{2\sqrt{K_I K_D}}$$

Írjuk fel a szabályozási kör egyszerűsített hatásvázlatában az  $Y(S)$  átviteli függvényét:

$$\begin{aligned} Y(S) &= \frac{gK_\phi \frac{K_y A \omega_x^\alpha}{(1+ST_y^\alpha)S + K_y A \omega_x^\alpha}}{SV + gK_\phi \frac{K_y A \omega_x^\alpha}{(1+ST_y^\alpha)S + K_y A \omega_x^\alpha}} = \\ &= \frac{gK_\phi K_y A \omega_x^\alpha}{SV[(1+ST_y^\alpha)S + K_y A \omega_x^\alpha] + gK_\phi K_y A \omega_x^\alpha} = \frac{a(S)}{b(S)} \end{aligned}$$

$$\text{ahol: } A \omega_x^\alpha = \frac{A \omega_x}{1 + K \omega_x A \omega_x}, \quad T_y^\alpha = \frac{T_y}{1 + K \omega_x A \omega_x}$$

A követési tulajdonságot a szabályozási kör átviteli függvénye alapján vizsgáljuk.

$$\begin{aligned} W(S) &= \frac{Z(S)}{Z_s(S)} = \frac{\frac{1}{\tau_s S} Y_{sz}(S) Y(S)}{1 + \frac{1}{\tau_s S} Y_{sz}(S) Y(S)} = \frac{Y_{sz}(S) Y(S)}{\tau_s S + Y_{sz}(S) Y(S)} = \\ &= \frac{K_z K_D (S^2 + 2\xi_z \omega_z S + \omega_z^2) a(S)}{S^2 \tau_s b(S) + K_z K_D (S^2 + 2\xi_z \omega_z S + \omega_z^2) b(S)} \\ Z_s(S) &= \frac{1}{S} \text{ bemenőjelre:} \\ Z(\infty) &= \lim_{S \rightarrow 0} S W(S) Z_s(S) = \lim_{S \rightarrow 0} W(S) = 1 \\ \Delta Z(\infty) &= Z_s(\infty) - Z(\infty) = 0 \end{aligned}$$

Tehát az oldalkoordináta stabilizáló rendszer PID-szabályozó esetén maradó hiba nélkül ledolgozza a bemenő jelet. A követési tulajdonság a többi szabályozó taggal hasonló módon írható fel. Vizsgáljuk meg a rendszer zavarelhárító képességét PID-szabályozó esetén, ha csűrő irányú zavaró hatás éri a repülőgépet. A rendszer átviteli függvénye ebben az esetben a következő alakban írható fel:

$$\begin{aligned}
 W_z(S) &= \frac{Z(S)K_y K_\phi}{\delta_a^+(S)} = \frac{\frac{1}{\tau_a S} Y(S)}{1 + \frac{1}{\tau_a S} Y_{sz}(S) Y(S)} = \frac{Y(S)}{\tau_a S + Y_{sz}(S) Y(S)} = \\
 &= \frac{a(S)}{\tau_a S b(S) + Y_{sz}(S) a(S)} = \frac{S a(S)}{S^2 \tau_a b(S) + K_z K_D (S^2 + 2\xi_z \omega_z S + \omega_z^2) a(S)} = \\
 &= \frac{S g K_\phi K_y A \omega_x^\alpha}{S^2 \tau_a b(S) + K_z K_D (S^2 + 2\xi_z \omega_z S + \omega_z^2) g K_\phi K_y A \omega_x^\alpha} \\
 \delta_a^+(S) &= \frac{1}{S} \text{ bemenőjelre:} \\
 Z(\infty) &= \lim_{S \rightarrow 0} W_z(S) K_\phi^{-1} K_y^{-1} = \frac{0}{K_z K_D \omega_z^2 g K_\phi^2 K_y^2 A \omega_x^\alpha} = 0 \\
 \Delta Z(\infty) &= Z_s(\infty) - Z(\infty) = 0
 \end{aligned}$$

Tehát a rendszer maradó hiba nélkül ledolgozza a zavaró jelet. A vizsgálatot végezzük el az oldalszél által keltett zavaró hatásra is. Ekkor a rendszer átviteli függvénye a következő alakban írható fel:

$$\begin{aligned}
 W_z(S) &= \frac{Z(S)}{\beta_w(S)} = \frac{\frac{1}{\tau_a S}}{1 + \frac{1}{\tau_a S} Y_{sz}(S) Y(S)} = \frac{-1}{\tau_a S + Y_{sz}(S) \frac{a(S)}{b(S)}} = \\
 &= \frac{-S b(S)}{S^2 \tau_a b(S) + K_z K_D (S^2 + 2\xi_z \omega_z S + \omega_z^2) a(S)} \\
 \beta_w(S) &= \frac{1}{S} \text{ bemenőjelre:}
 \end{aligned}$$

$$Z(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s W_z(s) \beta_w(s) = \frac{0}{K_z K_D \omega_z^2 g K_v K_r A \omega_x^a} = 0$$

$$\Delta Z(\infty) = Z_*(\infty) - Z(\infty) = 0$$

Az oldalkoordináta stabilizáló rendszer a zavaró hatást maradó hiba nélkül ledolgozza és megtartja a repülőgép eredeti irányát. A vizsgálat a többi szabályozó taggal hasonlóképpen végezhető el.

#### Felhasznált irodalom

- [1] - Kovács József Az irányeghatározás eszközei, főiskolai jegyzet, MH SZRTF, Szolnok, 1994
- [2] - Léginavigáció, LRI Repülésoktatási központ, 1992
- [3] - Peljpor D. Sz., Oszokin J. A., Girozskopicseszkije pribori szisztem orientacii i sztabilizacii, Masinosztroenyije, Moszkva, 1977
- [4] - dr. Takáts László Kézikönyv repülőknék, Budapest, 1992

1992-ben végeztem a Szolnoki Repülőtiszt Főiskolán. 1995-ben végeztem a BME műszer és irányítástechnika szakán. 1996 januárja óta vagyok a Szolnoki Repülőtiszt Főiskola oktatója. Néhány cikk szerzője vagyok.



Dr. Jakab László

A BIOLÓGIAI FEGYVEREK, MINT A REPÜLŐCSAPATOK VESZÉLYFORRÁSAI A MAGYAR  
HONVÉDSÉG NÁTO-HOZ VALÓ CSATLAKOZÁSÁNAK TÜKRÉBEN

Rövid történeti áttekintés:

Írásos dokumentumok alapján a történelem során számos háborúban mértek döntő vereségeket erős seregekre és híres vezérekre a parányi mikrobák. A kialakult pusztító járványok "szétverték" a legfélelmetesebb hadseregeket is, vagy nagyban befolyásolták egy - egy csata kimenetelét. A teljesség igénye nélkül nézzük meg a főbb időpontok eseményeit történeti sorrendben:

- i.e. 570-ben a himlő vetett véget Mekka ostromának,
- 1346-ban a tatárok pestises hullákat dobáltak a körülzárt Kaffába és az elterjedt járvány hatására a védők megadták magukat,
- 1899-1902: angol - bur háború során az angolok kolerában meghaltak tete-meit dobálták a kutak vizébe,
- 1915-ben német ügynökök a szövetségesek kikötőiben kórokozó mikrobákkal oltották be az amerikai hadseregnek szánt lovakat és szarvasmarhákat,
- 1916-ban és 1917-ben a francia hadsereg és az egyiptomi hadsereg állatait fertőzték meg biológiai harcanyagokkal német ügynökök,
- 1940-ben a japán "731"-es különleges egységet biológiai fegyverek lehetséges alkalmazására önálló repülő egységgel látták el,
- 1941-ben USA is megkezdte a kísérleteket a biológiai fegyverek előállítására,
- 1940-42-ben Kína ellen pestis, hastífusz és kolerabaktériumokat vetettek be a Japánok,
- 1942-43-ban a németek tömegesen tenyésztettek pestisbacilusokat - de alkalmazásukra nem került sor,

- 1950-ben a koreai háborúban repülőeszközökről az USA hadserege tifuszszerű, pestissel, antraxal és kolerával fertőzött rovarokat dobta le,
- 1980-ban Afganisztánban helikopterről a szovjet csapatok toxinokat alkalmaztak a lakosság ellen,
- 1991-es Öböl háborúban Irak 191 db bombát, tűzérségi aknát és rakétát preparált baktériumtenyészetekkel, melyek készen álltak bevetésre,
- 1993-ban Tokióban a japán AUM SINRIKJO szektá lépfene vírussal permetezte be az utcákat.

Nemzetközi erőfeszítések a biológiai fegyvereket tiltó egyezmények betartására.

Az első világháború eseményei és tapasztalatai alapján 1925-ben Genfben megszületett a biológiai háborút betiltó egyezmény. Ezt viszont Németország és Japán nem írta alá.

Az ENSZ 1971.12.10-én elfogadta a biológiai fegyverek kutatásának, gyártásának, fejlesztésének, felhasználásának és tárolásának tilalmáról szóló "Biológiai Hadviselési Konvenció"-t és 1972.4.10-én írták alá. 1975-ben lépett érvénybe és eddig mintegy száz ország csatlakozott hozzá. / Köztük Magyarország is !/ Sajnos meg kell állapítani azt, hogy ez az egyezmény féloldalas. Alapvetően csak tiltást tartalmaz a fent felsorolt területeken, de ezen rendszabályok betartásának ellenőrzésére nem hoztak létre semmilyen nemzetközi szervezetet. Így az aláíró országok is gyakorlatilag bármikor megszeghetik ezt az egyezményt.

1991.12.21-ig a "Biológiai Hadviselési Konvenció"-hoz még több mint 50 ország nem csatlakozott, illetve nem ratifikálta azt.

1991-es Felülvizsgálati Konferencián elhangzott, hogy néhány állam továbbra is fenntartja magának azt a jogot, hogy biológiai fegyvert alkalmazzon azon országok ellen, amelyek ellenük azokat bevetik.

1991-ben az USA és a Szovjetunió megsemmisítette a hímővírus készleteit. Az 1991-es Felügyeleti Konferencia módosította a biológiai anyagokról szóló adatok cseréjét és részletes információ szolgáltatást írt elő az egyes országok védelmi programjaikról. Elhatározta, hogy 1996-ban újabb konferenciát kell tartani.

A biológiai fegyverek a Magyar Honvédség és az USA szabályzataiban.

Az 1990-es évektől a tömegpusztító fegyverek, mint veszélyforrások háttérbe szorultak az atomreaktorok, vegyipari balesetek és egyéb béke időszakban előtérbe kerülő sugárzó-, mérgező és tüzeket okozó források mellé. A vegyivédelmi szakutasítás már a Magyar Honvédség feladatvégrehajtási körülményei között nem tesz utalást a biológiai fegyverekre.

"A vegyi és nukleáris ipari környezet, valamint a különböző áramok fegyverzetében meglévő atom-, vegyi- és gyújtófegyverek következtében a magyar Honvédség a béke és háborús feladatait a vegyi- és sugár-szennyezés, valamint a tüzek folyamatosan meglévő veszélyének körülményei között hajtja végre!" /x/

A "Szakutasítást" továbbvizsgálva megállapítható, hogy: a vegyivédelmi biztosítás feladatai már nem tartalmazzák a nem szakbiológiai felderítést, viszont a "Szakutasítás" ennek ellenére a "Vegyivédelmi szakmai rövidítések" címszó alatt továbbra is tartalmazza a "biológiai fegyverek" és a "biológiai felderítés" rövidítéseket, valamint "Az ellenség által bakteriológiai eszközökkel fertőzött körzet" egyezményes jelet.

Az általános mentesítő alegységek feladata maradt viszont a fertőtlenítés. A főiskolai oktatásban - kivétel a Szolnok Repülőtiszt Főiskolai Kar - a biológiai fegyverek oktatását elhagyták. Gyakorlatilag a vegyivédelmi biztosítás sem a harcszabályzatokban, sem a hadműveleti utasításban, sem a "Szakutasításban" nem foglalkozik a biológiai fegyverekkel, azok hatásaival és az ellenük való védelemmel.

Ezzel a tömegpusztító fegyvereket " megcsonkították" - csak atom és vegyi-fegyverekkel, azok hatásaival, valamint az ellenük való védelemmel igyekeztek a különböző szabályzatokban a veszélyforrásokat kitölteni.

Az USA harcsszabályzata az ABV fegyverek közé sorolja a biológiai fegyvereket, számol a biológiai szennyezettségekkel, foglalkozik a főbb fajtáival és az ellenük való védelemmel.

A biológiai anyagokat két csoportba osztja: baktériumokra és toxinokra. Szerintem ez eléggé elnagyolt felosztás. Célszerűbbnek tartom a "Vegyi-kiképzés főiskolai tansegédlet". I. kötetében felvázolt felosztást alkalmazni a Magyar Honvédségnél az oktatás során: baktériumok, vírusok, *ricketsiák*, gombák és toxinok. Ez a felosztás is kórokozók szerint került meghatározásra és sokkal pontosabb, mint az USA szabályzatában van. A Magyar Honvédségnél is újra vissza kell venni a biológiai fegyvereket a veszélyforrások közé. Egyrészt a NATO államok hadseregei egyöntetűen számolnak ezzel, mint a hagyományos fegyverek eszkalálása során jelentkező veszéllyel, másrészt a Stratégiai és Védelmi Kutatóintézet a tömegpusztító fegyverekkel, mint azok létéből és elterjedéséből adódó veszélyforrással számol.

Nem véletlen az sem, hogy a hadműveletek mindenoldalú biztosítása egyik fő feladata a tömegpusztító fegyverek elleni védelem, melyek közé a biológiai fegyverek elleni védelem is beletartozik.

#### Biológiai harcanyagok kutatása.

Napjainkban biológiai fegyverkutatásokat az USA, Oroszország, Egyiptom, Izrael, India, Irak, Irán, Líbia, Szíria, Pakisztán és Tajvan folytat polgári létesítményekben, de katonai céllal. Egy 1993-ban megjelent újságcikk szerint a valamikori Varsói Szerződés tagországai közül a Szovjetunió kivül intenzív kutatások folytak Csehszágban is biológiai fegyverek vonatkozásában.

A Földön sokmillió mikroorganizmus él. Ezek egyrésze hasznos, másik része különböző betegségeket okoz. Az utóbbiakat kórokozó mikroorganizmusoknak nevezzük.

Napjainkban mintegy 140-160 mikroorganizmus képes betegséget okozni emberekben, állatokban és növényekben.

Ezek közül kb. 25-30 alkalmas biológiai fegyverként történő felhasználásra.

A legismertebbeket a SVKI tanulmány: "A tömegpusztító fegyverek létéből és elterjedéséből adódó veszélyek" címmel pontatlanul és helytelen megnevezéssel sorolja fel. Ezen kórokozók helyes megnevezése és az általa okozott betegségfajták a következők:

- antrax / a lépfene baktériuma/,
- brucella baktérium / brucellosist okoz/,
- vibrio cholerae / kolerát okoz/,
- pasteurella pestisbaktérium / pestist okoz/,
- francisella tullarensis baktérium / tularémiát okoz/,
- dengue vírus / dengue lázat okoz/,
- rickettsia prowazeki / kiütéses tifuszt okoz/,
- chlamydia psittaci vírus / papagájkórt okoz/,
- histoplasma capsulatum gomba / gombaüszök betegséget okoz/,
- clostridium botulinum baktérium / toxinja a botulotoxin/,
- Q-láz,
- Thusugamusi-láz.

Az egyezményt aláíró országok készleteik 80-90 %-át megsemmisítették, csak egy kis mennyiséget hagytak meg "védelmi kutatási" célokra. Ezekből a lefagyasztott állapotban lévő anyagokból - egy esetleges biológiai háborúra - azonnal elkezdhető és néhány napon belül több tonnára emelhető a legolcsóbb tömegpusztító fegyverek gyártása.

A biológiai fegyverként számbavehető mikroorganizmusoknak a következő követelményeknek kell, hogy megfeleljenek:

- ellenállóképesség a környezet és időjárás hatásainak,
- gyors megbetegítő képesség,
- gyors és egyszerű tenyésztetőség,
- levegőben történő hatékony terjedési mód,
- jó tárolhatóság,
- a specifikus immunizálás jó hatékonysága,
- klinikai és laboratóriumi diagnózis lehetősége,
- kis lappangási idő,
- polipatogenitás /ember<sup>t</sup>, állatot, növényt egyaránt megbetegítő képesség/,
- retroaktivitás hatása /visszahatás lehetősége a saját csapatokra/.

A kutatás, fejlesztés főbb szempontjai:

A kórokozó mikroorganizmusokat "védő anyagokkal" vonják be - ezzel növelik az ellenállóképességet.

- Megváltoztatják a biológiai anyagok 15-25 tulajdonságait, - ezzel nehéz a betegség felismerése és a védekezés.

A régi járványt okozó képesség megszüntetése / emberről - emberre, állatról - állatra, rovarról emberre való terjedés megakadályozása / - hogy csak azok betegedjenek meg, akik belelegzik.

A betegség terjesztőinek kifejlesztésével párhuzamosan az ellene való oltóanyagok kikísérletezése.

A lappangási idő csökkentése a kórokozók egyes tulajdonságainak megváltoztatásával.

Az adott ország ellen olyan kórokozók alkalmazása, ami ellen a lakosság nem rendelkezik immunitással.

#### A biológiai harceszközök típusai:

Légi eszközök: - bombák / kizárólag csak biológiai harcanyaggal, vagy mérgező harcanyaggal együtt töltve/

Súlyuk: 1,8 kg - 250 kg

- légikiöntő készülékek, / 2 - 10 l /

- tartályok,

- szárnyas rakéta harci részek /10-3000 kg/

Tűzérési eszközök: - rakéták harci részei / 10 - 300 kg /

- lövedékek, gránátok.

Fertőző gépjárművek, aeroszol generátorok / kerek, lánctalpas /.

#### Diverziós eszközök.

#### Biológiai fegyver alkalmazása.

Az USA hadseregének szabályzata előírja, hogy biológiai fegyvert soha nem alkalmaznak. Atomfegyvert elsőként alkalmaznak, ha szükséges, vegyi-fegyvert különleges körülmények között alkalmaznak.

Az USA hadseregét ha megtámadják biológiai fegyverrel, akkor sem fog megtorlasként biológiai fegyvert alkalmazni.

Általános alkalmazási elv: általában a hátsó területek / tartalékok, felvonulási, szállítási területek / ellen alkalmazzák, de a kis lappangási idejük / gyorsan hatók / alkalmazhatók az első, második lépcső ellen is. Repülőcsapatoknál alapvetően a földi lépcsőnél kell számolni az alkalmazásával.

A biológiai fegyverrendszert úgy tervezik, hogy a támadás során, tüdőn, vagy az emésztőrendszeren keresztül történjen.

Jelenleg nagyon nehéz kimutatni, ezért az ellene való védekezés is nehéz.

A katonáknak meg kell tanulni a biológiai támadás gyors felismerését a hordozóeszközök, azok robbanása, esetleges vizuális jellemzői, vagy az áldozatok szimptomái alapján.

#### Biológiai fegyverek elleni védelem:

A NATO hadseregeiben a legfontosabb védelmi rendszabályok a következők:

- jó tábori egészségügyi ellátás és megelőzés,
- egyéni higiénia betartása,
- időben történő védő oltások / lásd. Üböl-háború idején az amerikai katonákat antrax ellen beoltották/,
- mérethelyes és tökéletesen záró gázálarc és védőruha.

#### ÖSSZESEGÉBEN MEGÁLLAPÍTHATÓ:

- 1./ Ha a fejlődés a biológiai fegyver kutatások terén ilyen gyors ütemben halad, az ezredforduló után a legveszélyesebb tömegpusztító fegyver lehet.
- 2./ Körülbelül 10-12 ország rendelkezik biológiai fegyverekkel, de mintegy 18-22 ország törekszik ezen fegyverek megszerzésére.
- 3./ A biológiai fegyverek ellenőrzését nehezíti, hogy lehetetlen különbséget tenni a polgári és a katonai célú kutatás között.
- 4./ A Magyar Honvédségnek újra kiemelten kell foglalkozni a biológiai fegyverekkel, azok hatásaival és az ellenük való védelem lehetőségeivel, összhangban a NATO országok harcsszabályzataiban rögzítettekkel - kiegészítve a magyar sajátosságokkal.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Parragh - Szabó: A vegyi- és biológiai fegyver - 1964.
2. A tömegpusztító fegyverek létéből és elterjedéséből adódó veszélyek - Török Tibor - SVKI - 1995.
3. Dr. Jakab László: A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása - 1995.  
- Egyetemi doktori értekezés.
4. ABV védelem alapjai - Honvéd Vezérkar Euro - Atlanti Integrációs Munkacsoport - 1996.



5. Jakab László - Verdes István alez. : Vegyipari képzés főiskolai tansegédlet I. kötet. - SZRTF - 1992.



Dr. Jakab László

A REPÜLŐCSAPATOK VEGYIVÉDELMI BIZTOSÍTÁSÁNAK HATÉKONYSÁGA

Az anyag Dr. Jakab László alezredes: A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása című egyetemi doktori értekezése negyedik fejezetének főbb megállapításait tartalmazza, kiegészítve a vitaanyaggal és az azóta eltelt időszakban kutatott kérdések újraértékelt megállapításaival.

A hatékonyság mint a hadtudomány egyik kutatási tárgya, a Magyar Honvédség jelenleg folyó haderőreformjának végrehajtásakor egyik frekvenciát területté vált. Az egyre szűkülő emberi erőforrások és meglévő előregedett technikai eszközök csak maximális hatékonysággal történő felhasználása esetén képesek az adott egységek, alegységek a feladatainak végrehajtására.

Az irodalmak és a különböző kandidátusi és egyetemi doktori disszertációk vizsgálatakor kiderül, hogy a szerzők alapvetően a különböző fegyverzettechnikai eszközök hatékonyságát elemezték, illetve a harctevékenység hatékonyságát vizsgálták - de önállóan hadművelési / harc / biztosítás keretén belül a vegyivédelmi biztosítás hatékonysága még nem került vizsgálatra.

Ha megvizsgáljuk a repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítását akkor különböző mennyiségi /erők, eszközök, kiképzettségi szint, technikai jellemzők, feladat végrehajtás intenzitása, stb./ és minőségi /harci tapasztalat, pszichikai állapot, erők, eszközök minősége, a vezetéssel szemben támasztott követelmények megvalósulása, stb./ jellemzőket tárhatunk fel - amelyek befolyással vannak a hatékonyságra. Ezért célszerű vizsgálni a repülőcsapatoknál a vegyivédelmi biztosítás hatékonyságát.

A repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása  
hatékonysága elméletének lényege és tartalma

Az elmélet során tisztázni kell a vizsgáldás / tanulmányozás / tárgyat és célját.

A vizsgáldás /tanulmányozás / tárgya: a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása.

A vizsgáldás /tanulmányozás/ célja: a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosításának hatékonysága.

Az elméleti kutatás szükségessége abból a tényből fakad, hogy a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítási rendszerén belül, annak hatékonyságából eredő változások megváltoztatják a repülőcsapatok harctevékenységei végrehajtásának feltételeit. /Vegyisugárszennyezett légkörben, tüzek körzetében kell feladatot végrehajtani./

A repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása hatékonyságának elmélete vizsgálja /tanulmányozza/ a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása állóképességének a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása kimenetelére történő átalakulási folyamatok törvényszerűségeit és a megvalósult vegyvédelmi biztosítási állóképességből a maximális kimenetelhez való eljutást. A harcbiztosítási tevékenység hatékonyságának elmélete logikai és matematikai alapot ad a harcbiztosítási tevékenység hatékonyságának értékelésére és a harcbiztosításra vonatkozó optimális elhatározás meghozatalára. Ezért a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása hatékonyságának elmélete a repülőcsapatok harcászatahoz, alkalmazhatósága szerint pedig a vezetés elméletéhez tartozik.

Általános feladat: az elméleti alap megteremtése és ez alapján gyakorlati ajánlások kidolgozása a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása hatékonyságának növelésére.

Részfeladatok: a repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása jellemzően minőségi és mennyiségi mutatóinak kidolgozása, a különböző tényezők feltárása, amelyektől a repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása hatékonysága függ, a repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása állóképességének a vegyivédelmi biztosítás kimenetelére történő átalakulásának vizsgálata, a repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása hatékonyságának meghatározása, a hatékonyság növelése lehetőségeinek megkeresése.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása hatékonyságának meghatározásához, elméletének megalkotásához szükséges különböző új kategóriák, illetve fogalmak megalkotása és vizsgálata.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosításának állóképessége.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosításának állóképessége /A/ olyan kategória, amely kifejezi a vegyivédelmi biztosítás állapotát és a vegyivédelmi biztosítás feladatainak végrehajtási képességét. A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosításának állóképessége a következő összetevőkből áll:

- a vegyivédelmi biztosítást közvetlenül folytató szak- és nem szakemberekből, eszközökből, vegyivédelmi anyagokból,
- a vegyivédelmi biztosítási feladatok egyéb feltételeit biztosító erőkből, eszközökből, anyagokból / hadtáp, gépjárműtechnika/,
- a vegyivédelmi biztosítás vezetését megvalósító erőkből és eszközökből.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosításának állóképességét meghatározza:

- a személyi állomány mennyisége / teljesen vagy hiányosan felöltött/, szakmai, általános katonai kiképzésének színvonala, pszichikai állapota, fizikai állapota, vezetéselméleti ismerete és gyakorlati tapasztalata,

A pszichikai, fizikai állapot és a gyakorlati tapasztalat nem fejezhető ki mennyiségi értékekkel, csak minőséggel. A többi mérhető és értékelhető közvetlenül. / anyagfogyás, létszámváltozás, stb. /

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása állóképessége mennyiségi meghatározása csak az összes elem értékelése alapján a megfelelő jellemzők összességével valósítható meg.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása  
állóképességnek jellemzői.

A vegyivédelmi biztosítás lehetőségei /H/: a vegyivédelmi biztosítási feladatok mennyiségi jellemzőkkel kifejezett várható kimenetelei alkotják a vegyivédelmi biztosítás állóképessége fő összetevőjének a vegyivédelmi biztosítás lehetőségei kategóriájának a lényegét.

A vegyivédelmi biztosítás lehetőségei jellemzik a feladatokat végrehajtó szak és nem szakerők képességét a feladatok végrehajtására, vagyis a legnagyobb kimenetel elérésére. Más a vegyivédelmi biztosítás lehetősége egy vegyi-sugárfelderítő rajnak, mint egy légimentesítő helikopternek.

A feladat végrehajtásuk csak akkor lesz hatékony / maximális kimenete /, ha a vegyivédelmi biztosítási lehetőségeiknek megfelelő feladatot kapnak.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítási feladatokat végrehajtó szak és nem szakerők mennyiségi jellemzői:

a./ A repülőeszközök vegyivédelmi biztosítási hatósugara /  $R_h$  /

az adott települési repülőtértől az a távolság, amelyre a gépszemélyzetek ki tudnak jutni a vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtására és vissza tudnak térni a repülőtérré.

Megközelítő számvetés elvégezhető a következő képlettel:

$$R_h = \frac{R_t - (V + K_r)}{2} \quad / \text{km}/$$

ahol:  $R_t$  - a repülőeszköz hatótávolsága / km/

$V$  - 30 perces navigációs üzemanyagtartálékkal megtehető út / km/

$K_r$  - szakfeladat végrehajtása során megtett út/km/

b./ A szaktechnikai eszközök feladatvégrehajtási sugara /  $R_f$  /

a vv.sz.d. körletéből mért távolság, ahova a századból kijelölt alegységek képesek eljutni a szakfeladat végrehajtására és visszatérni a század körletébe. Megközelítő számvetés elvégezhető a következő képlettel:

$$R_f = \frac{R_s - K_s}{2} \quad / \text{km}/$$

ahol:  $R_s$  - a szaktechnikai eszköz hatótávolsága / km/

$K_s$  - a szakfeladatot végrehajtása során megtett út / km/,

vagy a szakfeladat során felhasznált üzemanyag-mennyiségnek megfelelő úthossz /km/

c./ Vegyvédelmi biztosítás körzete

Szélességben és mélységben behatárolt. Főleg a mélység kerülhet előtérbe, mivel az határozza meg a vegyvédelmi biztosítási feladatok végrehajtásának legnagyobb távolságát / kilométerben, esetleg négyzetkilométerben lehet megadni./

d./ A vegyvédelmi biztosítási feladatok végrehajtási mélysége /  $L_m$  /

Függ a repülőtér / vegyvédelmi század / települési mélységétől

/  $L_{tel}$  /, a repülőeszközök és a szaktechnikai eszközök hatósugarától.

Ez jellemző kapcsolatoan van a repülőcsapatok vegyvédelmi biztosítása állóképességének nagyságával. Azt a mélységet mutatja, ameddig a repülőcsapatok képesek a vegyvédelmi biztosítási feladatok végrehajtására. Általánosan kiszámítható:

$$L_m = R_h - L_{tel} \quad \text{vagy} \quad L_m = R_f - L_{tel} \quad /km/$$

A feladatvégrehajtás feltétele  $L_{tel} \leq R_h$ , ellenkező esetben a hatékonyság egyenlő lesz a nullával.

e./ Repülőeszközök szakfeladat-végrehajtási magassága

Az a magasság /km/, ahol a repülőgépek vagy helikopterek a légi vegyi-, sugar- és tűzfelderítési, illetve légtér sugárhelyzet felderítési feladataikat végrehajtják. Az előírt magasságoktól való eltérés csökkenti a feladatvégrehajtás hatékonyságát.

f./ Az aktivitás mennyiségi jellemző, a vegyvédelmi biztosítási feladatok végrehajtásának ideje. / A feladat megkapásától a végrehajtási befejezéséig tart óra/perc./ Ez az idő függ: a vegyvédelmi biztosítási feladatok végrehajtására kijelölt alegységek / kezelő személyzetek / állapotától, harckészültségi fokától, a feladat megkapásakor a repülőegység parancsnok és törzse vegyvédelmi ismereteitől, tapasztalatától, a végrehajtó állomány vegyvédelmi kiképzettségi fokától, tapasztalatától, a végrehajtandó vegyvédelmi biztosítási feladattól.

A vegyvédelmi biztosítási feladatok végrehajtásának idejét a törzs párhuzamos munkamódszerrel, az alegység parancsnokok pedig az alegységük szakfeladatra történő készenléti idejének rövidítésével / a begyakorlások függvényében / csökkenthetik - ezzel nő a hatékonyság.



g./ Újraelőkészítési idő mennyiségi mutató: a vegyvédelmi biztosítási feladatok befejezésétől a leszállás /visszaérkezés / után a hajózó /x/ és nem hajózó állomány, a repülő- /x/ és szaktechnikai eszközök, műszerek előkészítési ideje /óra, perc / a következő vegyvédelmi biztosítási feladat megkapásáig. A begyakorlottság függvényében ez az idő csökkenthető és akkor nő a hatékonyság.

h./ A vegyvédelmi biztosítási igénybevétel

Ez a mennyiségi jellemző a repülőeszközök bevetésének mennyiségét, illetve a vegyi-sugárfelderítő és mentesítő szaktechnikai eszközök szakfeladat végrehajtási napi norma adatait jelentik. A napi idő: 24 óra. A normákat az előjárók határozzák meg.

i./ A vegyvédelmi biztosítás kimenetelének jellemzője: /  $P_v$  /

A vegyvédelmi biztosítás feladatai végrehajtásának valószínűsége /  $P_v$  /

A vegyvédelmi biztosítás állóképessége megvalósulásának szakaszai egy sor egymás után végrehajtandó eseményt foglalnak magukba.

Például vegyünk egy repülőegységet, amelynek harcfeladatot végrehajtó része a tartalék repülőterre települ át, miközben a gépek szennyeződtek.

A vegyvédelmi biztosítás feladatai közül emeljük ki a mentesítést.

Ebben az esetben a mentesítő alegység a következő eseményeket hajtja végre: menet végrehajtása a tartalék repülőterre, mentesítő hely/ek/ telepítése, repülőeszközök mentesítése. A valószínűség számítás alapján a vegyvédelmi biztosítási feladat végrehajtásának valószínűsége számszerűleg egyenlő a felsorolt események feltételezett valószínűségének szorzatával:

$$P_v = P_{\text{menet}} \cdot P_{\text{telep}} \cdot P_{\text{ment.}}$$

/x/ Csak annál a helikopter-egységnél jelentkezik, ahol állandóan egy repülőeszköz van erre a feladatra kijelölve, illetve a vegyi-sugárfelderítő és mentesítő repülőezrednél jelentkezik.

Ahhoz, hogy a maximális kimenetel megvalósuljon, az összes eseménynek meg kell valósulnia. Egy esemény megvalósulatlansága esetén a feladat nem kerül végrehajtásra. /  $P_v = 0$  /

A vezetés minőségének jellemzői, mint az állóképesség összetevői.

A vezetés minőségét a vele szemben támasztott követelmények maximális megtartása adja. A vezetés minősége befolyásolja a vegyivédelmi biztosítás hatékonyságát.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítási feladatainak  
végrehajtási képessége /Z/

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítási feladatainak végrehajtási képessége /Z/ a vegyivédelmi biztosítási alegységek /N/ lehetőségének függvényében valósulnak meg. Alegység lehet: kezelőszemélyzet, repülőeszköz, szaktechnikai eszköz.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítási feladatai végrehajtási képessége áll:

- a szakfeladatokat végrehajtó állomány kiképzettségéből és harci tapasztalatából,
- a repülőeszközök, szaktechnikai eszközök, műszerek harcászati - technikai jellemzőiből,
- a vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtási normáiból,
- a vegyivédelmi biztosítás vezetésének és egyéb feladatok minőségéből.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosításának jellemző mutatói.

A vegyivédelmi biztosítás több oldalról jellemezhető. A vegyivédelmi biztosítás hatékonysága összetett fogalom - mielőtt ennek a lényegét tisztáznánk - célszerű röviden megvizsgálni a többi jellemzőit is.

Ezek a következők:

a./ A vegyivédelmi biztosítási feladatok mérete.

A vegyivédelmi biztosítási feladatok mérete mutatja meg, hogy milyen nagyságú /mennyi/ vegyivédelmi biztosítási alapegységet kell igénybe venni a vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtására, mennyi időt kell azokra fordítani a légtérben, illetve a szárazföldön és hogy a légtérben, illetve a szárazföldön mekkora kiterjedésben, illetve területen kell ezeket a feladatokat végrehajtani. Az idő, a légtér kiterjedése, illetve a szárazföldi területek fontos tényezőt jelentenek.

Például, ha a vegyi-sugárfelderítő és mentesítő repülőezred állományából légi vegyi-sugárfelderítés végrehajtására kijelölt helikopter személyzete képes rövidebb időn belül a szakfeladatát végrehajtani a tervezett időnél, akkor esetleg a megmaradó időben más szakfeladatot is képes végrehajtani, vagy fel tud készülni a következő szakfeladatra - ebben az esetben a hatékonysága nagyobb.

b./ A vegyivédelmi biztosítási feladatok célirányossága /C<sub>V</sub>/

Kifejezi a vegyivédelmi biztosítási feladatok elé kitűzött célokat, hogy mit kell elérni a feladatok végrehajtása során / személyi állomány megóvása, szennyeződések megszüntetése /. A célok helyes megfogalmazása növeli a hatékonyságot.

c./ A vegyivédelmi biztosítási feladatok intenzitása / I<sub>V</sub>/

Ez a mutató a repliócsapatok lehetőségeit tárja fel a vegyivédelmi biztosítás állóképessége egységnyi idő alatt történő megvalósítására. Ha megvizsgáljuk a vegyivédelmi biztosítási alapegységek alkalmazását az idő függvényében, akkor megállapíthatjuk, hogy azok annál több feladatot /vagy többször ugyanazt a feladatot/ hajtanak végre egy adott időszak alatt, mennél kisebb a feladat megkezdéséig eltelt idő, a fel-

dat végrehajtási ideje, a feladatról történő visszaérkezés ideje és az újrafelkészülés ideje. Például: egy repülőegység vegyivédelmi-századának vegyi-sugárfelderítő raja esetében a raj felderítési feladatokra történő felhasználási lehetőségének száma  $n_{\text{feld.}}$  egy adott időszakasz  $t_{\text{sz}}$  alatt függ a felderítés kezdőpontjáig megtett időtől  $t_{\text{fk}}$ , a felderítés végpontjától a vegyivédelmi század körletébe történő visszaérkezés idejétől  $t_{\text{vissz.}}$  és az újabb felderítési feladatra történő felkészülés idejétől  $t_{\text{felk.}}$

$$n_{\text{feld.}} = \frac{t_{\text{sz}}}{t_{\text{fk}} + t_{\text{feld.}} + t_{\text{vissz.}} + t_{\text{felk.}}} \quad \text{/mértékegység nélküli szám/}$$

Amilyen mértékben a nevezőben lévő időket csökkenteni lehet, olyan mértékben nő a vegyivédelmi biztosítási feladat végrehajtásának intenzitása - így gyorsabban és nagyobb hatékonysággal lehet elérni a vegyivédelmi biztosítási feladatok céljait.

d./ A vegyivédelmi biztosítás kimenetele /X/

A vegyivédelmi biztosítás kimenetelének mutatói alapján kapunk választ arra, hogy a vegyivédelmi biztosítás állóképességének átalakulása folyamán milyen eredmény jött létre. A tényleges kimenetel jelentkezik például a valóságos vegyi-, sugár- és tűzhelyzet felmérésekor vagy egy repülőszázad vegyimentesítésekor. Várható kimenetel jelentkezik, pl. az előzetes prognózis vagy prognózis készítésekor.

e./ A vegyivédelmi biztosítási feladatok sikeressége /S<sub>v</sub>/

A minőségi jellemző megmutatja, hogy a vegyivédelmi biztosítási feladatok célja milyen mértékben lett teljesítve.

Egy adott vegyivédelmi biztosítási feladat sikeressége  $/S_V/$  a feladat elé kitűzött cél  $/C_V/$ , a kapott kimenetel  $/X/$  esetén a következő:

$$S_V = \frac{X}{C_V} \cdot 100 \text{ \%}$$

f./ A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosításának hatékonysága  $/Q_V/$

Minőségi mutató, olyan hasznos teljesítményt mutat, amely meghatározott időben, légtérben vagy szárazföldön a vegyivédelmi biztosítási alapegységek alkalmazása folyamán jön létre. Megmutatja, hogy milyen a felhasználásra kerülő vegyivédelmi biztosítási állóképesség hatásosságának mértéke.

A hatékonyság kifejezhető az alábbi képlettel:

$$Q_V = \frac{X}{A} \cdot 100 \text{ \%}$$

A hatékonyság a kimenetellel egyenesen, az állóképességgel fordítottan arányos. A vegyivédelmi biztosítás hatékonyságát a következőképpen lehet megfogalmazni:

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítási feladatai céljainak elérésére felhasznált vegyivédelmi biztosítás állóképességének a vegyivédelmi biztosítási kimenetelével történő átalakulásának a mértéke, amely egy meghatározott vegyivédelmi biztosítási állóképesség által elért vegyivédelmi biztosítási kimenetel nagyságával mérhető.

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása  
hatékonyságát befolyásoló tényezők

A befolyásoló tényezők felsorolásánál figyelembe kell venni az összes olyan tényezőt, amelyek közvetlenül, vagy közvetve hatással lehet a hatékonyságra. Ezek a következők:

A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása kimenetele növelésének lehetőségei szerintem a következők:

- a vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtási idejének és körzetének / légterének / legelőnyösebb kiválasztása,
- az adott feladatok végrehajtására a legjobb repülő-, szaktechnikai és műszertechnikai eszköz kiválasztása,
- a vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtására kijelölt vegyivédelmi biztosítási alegységek vegyivédelmi biztosítási állóképességének maximális kihasználása,
- a vegyivédelmi biztosítási feladatokat végrehajtó személyi állomány pszichikai, fizikai katonai és szakkiképzése színvonalának növelése.

A vegyivédelmi biztosítás intenzitását célszerű növelni:

- a vegyivédelmi biztosítási alapegységek optimális elhelyezkedésével a repülőtereken,
- a repülő szaktechnikai és műszertechnikai eszközök, vegyivédelmi és egyéb anyagok újra felhasználáshoz történő előkészítési idejének csökkentésével,
- a vegyivédelmi biztosítási alapegységek maximális egyéb oldalú /hadtáp, anyagi - technikai, stb./ biztosításával,
- a személyi állomány megbízható személyi és a technikai eszközök, objektumok hatékony kollektív védelmi képességének növelésével,
- a vegyivédelmi biztosítási feladatok szervezésének optimalizálásával az ellenséges erők behatása alatt, illetve vegyi-sugárszennyezett repülőterek esetén.
- a tömegpusztító és gyújtófegyverekkel mért csapások következményei felszámolási idejének csökkentésével.

Az elemzéseim alapján a vegyivédelmi biztosítás állóképessége optimális felhasználásának lehetőségei a következők:

- a vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtása feltételeinek biztosításához szükséges információk optimalizálása, folyamatos biztosítása,
- a vegyivédelmi biztosítási alapegységek vegyivédelmi biztosítási feladatok végrehajtási lehetőségeinek ismerete, legoptimálisabb kiválasztása,
- a vegyivédelmi biztosítási feladatokat végrehajtó személyi állomány pszichikai, fizikai, katonai, szakmai felkészültségi színvonalának ismerete, növelése,
- a repülő-, szaktechnikai- és műszertechnikai eszközök, vegyivédelmi és egyéb anyagok állapotának javítása,
- az előzetes prognózis, prognózis készítése, a következtetések levonása,
- a vegyivédelmi biztosítás vezetésének a vele szemben támasztott követelmények lehető legmagasabb szintjére történő emelése.

Összességében megállapítható, hogy:

- 1./ A repülőcsapatok vegyivédelmi biztosítása hatékonyságának kutatására azért van szükség, mert annak hatékonyságából eredő változások megváltoztatják a repülőcsapatok harctevékenységei végrehajtásának feltételeit.
- 2./ A vegyivédelmi biztosítás állóképességének mutatói segítenek a vegyivédelmi biztosítási feladatok megtervezésében, megszervezésében és végrehajtásában és ezzel növelik a vegyivédelmi biztosítás hatékonyságát.

- 3./ A vegyivédelmi biztosítás hatékonyságának növelése hozzájárul a repülőcsapatok harctevékenysége feltételeinek javításához.
- 4./ A vegyivédelmi biztosítás jellemző mutatóit lehet mérni a repülőegységek harcászati gyakorlatain, törzsvezetési gyakorlatain, hadijátékaikain, vegyivédelmi továbbképzéseken a harcászati feladatok megoldásakor. Ezekhez a gyakorlati követelményeket célszerű kidolgozni.





Kun Mária  
főiskolai adjunktus

## AZ OKTATÁS MÓDSZEREI

Ajánlom mindazok figyelmébe ezen "fogalomgyűjteményt", akik főiskolánkon tanítási órákat látogatnak vagy ellenőriznek. Az órák látogatását és ellenőrzését ugyanúgy meg kell tervezni, mint az előadónak az óra levezetését. Ezen felkészüléshez szeretnék segítséget nyújtani egy szűk területen - az oktatási módszerekben - azoknak, akik érdemben kívánnak elemezni, véleményt formálni a tanórákról.

Az oktatáselmélet hagyományos elnevezése: didaktika (a görög oktatni szóból származik). A didaktika az oktatás általános elmélete, s azoknak a törvényszerűségeknek rendszeres kifejtésével foglalkozik, amelyek az oktatásra általában vonatkoznak. Az oktatásnak olyan általános (tartalmi, szervezeti, módszerbeli, ...) kérdéseit vizsgálja, amelyek minden tantárgyra érvényesek. Vannak oktatási kérdések a családi nevelésben és a felnőtt oktatásban is, ezekkel azonban az oktatáselmélet nem foglalkozik.

Az oktatáselmélet legfontosabb feladatai:

- feltárja az oktatás folyamatának alapvető törvényszerűségeit;
- felsorolja azokat az alapelveket, amelyeknek az oktatómunkában érvényesülniük kell;
- foglalkozik az oktatás tartalmával;
- megismerteti az oktatómunka alapvető szervezeti formájának, a tanítási órának különféle típusaival és ezek felépítésével;
- ismerteti az oktatásban használatos módszereket.

### A didaktika és a metodika kapcsolata:

A metodika (módszertan) feladata, hogy az egyes tantárgyakkal kapcsolatos tantervi követelményeket ismertesse, és részletesen tárgyalja a feldolgozás sajátos módszereit.

A didaktika az egyes módszertanok anyagára támaszkodik, s ezekből szűri le a maga általános érvényű, minden tantárgyra érvényes megállapításait. Ugyanakkor elvi alapot szolgáltat valamennyi tantárgy metodikája számára.

A didaktika alaptudományai: a pszichológia és a logika. E két tudományág törvényszerűségeit az oktatás során állandóan használnunk kell. A didaktika "rokon tudományai": a filozófia, a pedagógiai szociálpszichológia, a szociológia, a fiziológia és a kibernetika.

A bevezetőből látszik, hogy valóban szűk területet ragadtam ki a didaktikából, hiszen nem térek ki az oktatás fogalmára, folyamatára, alapelveire, tartalmára, szervezeti formáira; a tanítási órák rendszerére, szerkezeti felépítésére és típusaira, mindössze az oktatási módszerek vázlatos ismertetésére szorítkozom.

### Az oktatás módszerei

A "módszer" szónak többféle értelme van a didaktikában. A módszer elsősorban a műveletek sorrendjét jelenti, az utat, amelyen járva egy célt elértünk. A szó másik értelme egy adott helyzet, feladat megoldási módját jelenti. Hazánkban Nagy Sándor kutatásai alapján alakult ki a következő definíció: a módszer nem felépítés, nem az oktatás menete, hanem alkalmazott eljárás.

A módszert a következő lényeges jegyek határozzák meg:

- a nevelési cél,
- a tartalom,
- az oktatási folyamat.

Ezek alapján a módszer fogalma:

Az oktatás módszerének nevezzük az oktató ismeretnyújtó és a hallgatók ismeretszerző közös munkájából eredő sajátos oktatási eljárásokat, amelyeknek alkalmazásával elősegítjük a hallgatók ismereteinek elsajátítását, jártasságaik és készségeik kialakítását, képességeik fejlesztését. Ezeket az eljárásokat az oktató tudatosan és tervszerűen választja meg az oktatási folyamatban egy-egy feladat megoldására.

### A módszerek megválasztását meghatározó tényezők

Az oktatás módszereinek megválasztásánál figyelembe kell vennünk az általános didaktikai alapelveket, amelyek a következők:

- Az oktatás nevelő jellege.
- A tanulók sokoldalú fejlesztésének elve.
- A tudományos megalapozottság elve.
- A rendszeresség elve.
- A személetesség elve.
- A tanulók tudatos aktivitásának elve.
- A szilárdság elve (az ismeretek tartós elsajátításának elve).
- Az érthetőség elve.
- A közösségi elv és egyúttal a tanulókkal való egyéni foglalkozás elve.
- Az oktató és a nevelőkörösség vezető szerepének elve.

A pedagógiában nem választhatjuk el a módszereket a tartalomtól. Ezért azt az alapvető törvényt kell szem előtt tartani, hogy az oktatás módszereit mindig az oktatás tartalma határozza meg.

### A módszerek megválasztásának szempontjai:

1./ A módszer függ a nevelés céljától. Ez azt jelenti, hogy az oktatás célját, tartalmát társadalmi viszonyok határozzák meg és ez megszabja az alkalmazott módszereket.

2./ A módszer függ a tartalomtól és a didaktikai feladattól. Az oktatási folyamatban a különböző módszereket nem szubjektív módon, az oktató önkényességétől függően kell megválasztani, hanem a megválasztás függ az oktatás tartalmától és didaktikai feladattól, amelyet meg akarunk oldani. Más módszert alkalmazunk, ha új anyagot tanítunk, ha ismételnünk, ha számon kérünk, stb. A módszerek megválasztása itt kapcsolódik a tantervi anyaghoz és a tanítási órák megszervezéséhez. Itt a módszeres eljárás nem más, mint a különböző módszerek helyesen alkalmazott kombinációja, ami a pedagógus személyiségétől, alkotóképességétől és pedagógiai műveltségétől függ.

3./ A módszer függ a tanulók tudásától és teherbíró képességétől (életkori sajátosságaitól). Különböző életkorokban más módszereket alkalmazhatunk, sőt ugyanazt a módszert is másképp alkalmazzuk különböző életkorú tanulóknál. Nemcsak a tanulók életkori sajátosságai szabják meg a módszerek megválasztását, hanem a tanulók gondolkodásának általános szintje is. Bármilyen hosszú gyakorlata van egy pedagógusnak, akármilyen sokszor tanította is ugyanazt a tárgyat, minden órája új feladat elé állítja őt (pl. más a csoport összetétele, másként építi fel az órát, más módszereket alkalmaz).

4./ A módszer függ a tantárgv sajátosságától. A módszerek helyes megválasztásánál figyelembe kell vennünk a tantárgynak, témának és az óra anyagának sajátosságait. Általában a természettudományos és a humán tantárgyak is rendelkeznek a maguk jellegzetes módszereivel. Az előbbinél a kísérletek bemutatása, megfigyeltetés, laboratóriumi gyakorlatok, az utóbbinál a tanár előadása, elbeszélése, beszélgetés. Ezek a tényezők együttesen határozzák meg a módszereket, ill. azok kombinatív alkalmazását.

A módszerek helytelen megválasztása, elveinek nem ismerése, vagy egyoldalú alkalmazása az oktatómunkában egyenetlenséget, aránytalanságot, s az egységesség hiányát eredményezi. Éppen ezért szükséges, hogy oktatóink a módszereket állandóan tanulmányozzák, jól ismerjék és alkalmazzák azokat.

### A módszerek lehetséges osztályozása:

A módszerek osztályozása vita tárgyát alkotta a pedagógiában, és jelenleg is többféle változat ismeretes az oktatásméletben

Egyik változata a didaktikai feladatok rendszerét tekinti felosztási alapnak. Ennek azonban az a hátránya, hogy azonos módszerek különböző didaktikai feladatok esetében egyaránt alkalmazhatók, s így nem sorolhatók egyértelműen ilyen vagy olyan didaktikai feladathoz. A másik felosztási javaslat abból indul ki, hogy vannak szóbeli, írásbeli és gyakorlati módszerek. Ebben az esetben a didaktikai feladatok szorúlnak túlzottan háttérbe. Ismét mások hagyományos és modern módszerekről beszélnek, az utóbbin az audiovizuális eszközöket és az egyszerűbb típusú tanítógépeket értve.

Ez hasznos lehet abból a szempontból, hogy a hagyományos módszerek továbbfejlesztése mellett a modern eljárások minél szélesebb körű igénybevételére utal, de az ún. hagyományos módszerekre hátrányos is lehet, mivel pejoratív megkülönböztetési lehetőséget rejt magában. Van olyan felosztási javaslat, amely szerint metodikailag három fő forma különböztethető meg az oktatásban: 1. a pedagógus ismeretközvetítő tevékenysége; 2. a pedagógus és a tanulók közös tevékenysége; 3. a tanulók önálló tevékenysége. Hátránya, hogy bár az első és harmadik helyen felsorolt módszeres eljárás nem látszik ugyan közös tevékenységnek, de éppúgy közösnek kell lennie, mint a másodiknak; ezért ez a felosztás félreértést okozhat.

A különböző felosztási javaslatokat és osztályozási elképzeléseket még tovább sorolhatnánk, de egyik sem eléggé megnyugtató.

Egy lehetséges felosztás a következő:

#### I. A megismerő tevékenység szempontjából:

- a./ Szóbeli módszerek:
  - az ismeretek közlése,
  - a beszélgetés,
  - az ismeretek ellenőrzése,
  - a tankönyvből való tanulás,
  - az ismétlés.
- b./ Szemléltető és cselekvő módszerek:
  - a szemléltetés,
  - a hallgatók megfigyelései, laboratóriumi és gyakorlati munkái,
  - a gyakorlás.

#### II. Az oktató és a hallgatók aktivitásának szempontjából:

- a./ Az oktató ismeretátadó módszerei:
  - az ismeretek közlése,
  - a szemléltetés,
  - az ismeretek ellenőrzése.
- b./ A hallgatók önálló munkájának módszerei:
  - a tankönyvből való tanulás,
  - a tanulók megfigyelései, laboratóriumi és gyakorlati munkái,
  - a gyakorlás.
- c./ Az oktató és a hallgatók közös munkájának módszerei:
  - a beszélgetés,
  - az ismétlés.

Az egyik felosztás sem teljesen pontos, ugyanis némelyik módszer két kategóriába is beletartozik. Eppen ez fejezi ki a módszerek összetett, bonyolult jellegét.

Az eddigiek alapján a következő oktatási módszereket különböztethetjük meg:

- 1./ Az ismeretek folyamatos szóbeli közlése
- 2./ A beszélgetés
- 3./ A szemléltetés
- 4./ A hallgatók önálló megfigyelései
- 5./ Önálló tananyag-feldolgozás tankönyvek segítségével
- 6./ A gyakorlás
- 7./ Az ismétlés
- 8./ Az ismeretek ellenőrzése és értékelése

#### Az egyes módszerek ismertetése

##### 1./ Az ismeretek folyamatos szóbeli közlése:

- előadás,
- elbeszélés, leírás,
- magyarázat.

Ennek a módszernek az a jellemzője, hogy a pedagógus folyamatosan kifejezi, közli azokat az ismereteket, amelyeket a tanulóknak nyújtani óhajt. Rendszerint olyankor alkalmazzuk, ha olyan téma kifejtéséről van szó, amely vagy eseményes anyagot (elbeszélést, történetet, leírást) tartalmaz, vagy pedig fogalmak, ételek, szabályok magyarázatát.

Előadásnak nevezzük azt az ismeretközlési formát, amely során az oktató egész órán át, vagy az óra túlnyomó részében összefüggően, megszakítás nélkül új ismereteket közöl a hallgatókkal. Az előadás rendszerint magában foglalja a tények ismertetését is, de inkább a magyarázó, fejtegető jelleg dominál. Az előadás során is élünk a szemléltetés lehetőségével és időnként kérdések útján győződünk meg arról, hogy a hallgatók velünk haladnak-e az anyagban. Az előadást csak abban az esetben alkalmazhatjuk sikerrel, ha a tanulók képesek hosszú időn át nehéz szellemi munkát végezni, amit az előadás megértése és emlékeztetése vétele megkíván.

Az előadással szemben támasztott alapvető követelmények:

- a tartalma hiteles legyen,
- az anyaga szakszerű, korszerű, szemléletes, meggyőző és érthető legyen,
- a legfontosabb tényeket, logikus sorrendben és jól tagoltan tartalmazza.

Az előadás előkészítésének legfontosabb mozzanatai:

- ki kell tűnünk a tanítás tárgyát, s meghatározzuk a célokat,
- meghatározzuk az előadás tervét,
- eldöntjük, hogy a lényeges elemeket hogyan emeljük ki,
- számba vesszük a felhasználható szemléltető eszközöket,
- végigvisszük az előadás gondolatmenetét, gyakorlat hiányában részletes vázlatot készítünk.

Elbeszélés, leírás. Ebben a módszerben a tárgyak, jelenségek, események, személyek ismertetése történik, ami a tanulók képzeletére, képzeletére hat. Az elbeszélés az eseményeket, a leírás pedig a tárgyak, vagy jelenségek tulajdonságait ismerteti. Mindkét módszer tényyszerű anyagot tár a tanulók elé, s különböző fogásokkal nagyon színessé teheti az elbeszélő.

Magyarázat. Olyan módszer, amelyben a tárgyak, jelenségek lényegének kifejtése, az összefüggések és kölcsönhatások feltárása, törvények, szabályok megértetése, egy szóval az általánosítás dominál. Amíg az elbeszélés a képzeletet indítja meg, addig a magyarázat a gondolkodásra támaszkodik, tehát inkább logikai tevékenység. Az előadásmód itt tagoltabb, lassúbb, a pedagógus gyakran szakítja meg a megértést ellenőrző kérdéseivel.

## 2./ A beszélgetés

Az oktató kérdés-felelet formában, az ún. "heurisztikus" beszélgetés útján vezeti új ismeretekhez, új összefüggések, ítéletek, következtetések megértéséhez a hallgatókat. Az eljárás lényege az, hogy a pedagógus arra készíti a tanulókat, hogy az igazságot maguk találják meg és fedezzék fel (természetesen a tanár segítségével). Minden következő kérdés az előző felelettel összefügg, illetve azon alapszik. Ez a módszer nagy tárgvismeretet, erős logikát, a nyelvvel való bábni tudást és nagy gyakorlatot kíván. A beszélgetés a gondolkodásra nevelés egyik legfontosabb eszköze, hiszen a tanulók aktív résztvevői az ismeretszerzésnek.

A beszélgető módszer alkalmazásánál elsősorban az oktatás tartalma a döntő, nem alkalmazható a tények megismertetésére, inkább a tények elemzésére és ismert tényekből általánosítások levonására.

A beszélgető módszer előnye, hogy állandó aktivitásra és önálló gondolkodásra készíti a hallgatókat, figyelmük ébren tartható. A pedagógus azonnal meggyőződhet arról, hogy a tanulók mennyire értik az anyagot.

### A beszélgetés vezetésére az oktatónak alaposan fel kell készülnie:

- fel kell mérnie, hogy a tanítandó anyagból milyen ismeretekkel rendelkezik a hallgatók;
- ki kell választania az anyagból azt a részt, amelyik beszélgetéssel megoldható;
- a kérdéseket meg kell terveznie.

### A helyes kérdés szabályai:

- A kérdés legyen tartalmilag pontosan megfogalmazott és formailag a lehető legrövidebb!
- A kérdés feleljen meg a tanulók értelmi fokának!
- A kérdés legyen határozott és nyelvtani szempontból helyes!
- A kérdéseknek serkenteniük kell a hallgatók gondolkodását!



- A megfigyeléshez adjunk mindig szempontokat.
- A bemutatást úgy végezzük, hogy a hallgatók a lényegre vegyék észre.
- A szemléltetést mindenki jól lássa.
- Ha lehetséges, változásokban, fejlődésükben mutassuk be a dolgokat.
- A szemléltetés ne legyen öncélú, mindig mérlegelni kell, hogy megkönnyíti-e a fogalom, szabály összefoglaló megismerését.
- A tárgyak bemutatásának a tanulóknak megfelelő képzetek és fogalmak kialakítását kell eredményeznie, ehhez a pedagógus irányítása, kérdései, magyarázata és összefoglalása szükséges.

#### 4./ A hallgatók önálló megfigyelései, laboratóriumi és gyakorlati munkái

Egyéni vagy csoportos megfigyeléseket csak akkor végezhetünk, amikor már a rendszeres oktatómunkában megteremtettük azokat a feltételeket, kifejlesztettük a hallgatóknál azokat a képességeket, amelyek biztosítják a feladatok eredményes megoldását.

Megfigyelésről beszélünk, ha a jelenségek tanulmányozását természetes helyzetben, külön felszerelés nélkül végeztetjük.

Laboratóriumi munkáról vagy kísérletről beszélünk, ha megfigyelést műszerek és más felszerelések segítségével végezhetünk, valamely jelenséget mesterségesen idézhetünk elő. A megfigyeléseket a tanulók a pedagógus utasításai szerint végzik, előre megadott szempontok alapján. A megfigyelések célja elsősorban a gondolkodás fejlesztése, s a jelenségek mélyebb, behatóbb megismerése.

#### A megfigyelés folyamata:

- meghatározzuk a célt, a feladat lényegét,
- megadjuk a megfigyelés szempontjait, s megbeszéljük a hallgatókkal azokat a kérdéseket, amelyekre a megfigyelés alapján választ kell kapniuk,
- a hallgatók önállóan vagy csoportosan elvégzik a megfigyelést,
- a megfigyelések eredményeit közösen értékeljük,
- laboratóriumi munkát minden esetben megbeszéléssel és rögzítéssel kell lezárni.

A laboratóriumi munka nagy pedagógiai értéke, hogy a tanulók tevékenyvé válnak, fejlesztjük önállóságukat. A különböző felszereléseket, műszereket, eszközöket, szerszámokat kezelve nem csak ismeretekhez jutnak, hanem készségeket is elsajátítanak. A kísérlet szaktanteremben, műhelyben, gyakorló teremben, esetenként osztályteremben is folyhat.

A gyakorlati munkák módszere épp olyan, mint a laboratóriumi munkáé. Ezen munkák végzésének célja lehet új ismeretek szerzése éppúgy, mint készségek kialakítása.



## 5./ Önálló tananyag-feldolgozás tankönyvek segítségével

A tankönyv nem csak ismeretforrás, hanem a könyvből való ismeretszerzés megtanulásának eszköze is. A tankönyv strukturálisan célszerűen egyesíti magában az oktatás tartalmát, módszerét és eszközeit, szervezi és irányítja a megismerő tevékenységet. lehetővé teszi a tanulóknak, hogy elsajátítsák az ismeretek rendszerét. Minden tantárgy esetében meg kell beszélnünk a hallgatókkal a tankönyvből való tanulás menetét, külön ki kell térnünk a munkatankönyvek használatára. A szaktanárok feladata, hogy az egyes tantárgyak elsajátításának módját ismertessék.

Az oktatási folyamat szerves része az otthoni tanulás, melyet célszerű irányítani, megbeszélni. A programozott tanulást külön is tanulni kell, akár kiegészítendő kérdésekkel, akár alternatív válaszokból való választással dolgozik a tankönyv. A tanulóknak gyakorlati időt kell biztosítani az elsajátításhoz, s ez idő alatt mellőzni kell a teljesítmény számszerű értékelését.

### A tanulásnál használt módszerek:

- az egész - részenként való tanulás, végül az egész átismétlése;
- a tanulás, olvasás és elmondás összekapcsolása, többszöri ismétlése;
- nem megértésen alapuló bevésés értéktelenségének tudatosítása;
- a tankönyv és a tanórán készített vázlat összedolgozása;
- a tanulás és a gyakorlati alkalmazás összekapcsolása;
- a tankönyv tipográfiájának felhasználása;
- a segédeszközök használata;
- önellenőrzés.

## 6./ A gyakorlás

A gyakorlásnak mint módszernek az a célja, hogy a hallgatók szükséges jártasságai, készségei kialakuljanak, megerősödjenek. A gyakorlás mechanizmusának lényege valamely cselekvés tudatos többszöri ismétlésében, vagy valamely törvény, szabály gyakorlatban való sűrű alkalmazásában rejlik.

### A gyakorlás eredményessége a következő feltételektől függ:

- a hallgatók tudatosságától és érdeklődésétől,
- a tanulók figyelmétől,
- a gyakorlás rendszerességétől,
- a gyakorlás változatosságától,
- a gyakorlás állandóságától,
- a helyes időbeosztástól.

A tudatos megalapozottság nélkül a készség csak vak mechanizmus. A hallgatóknak világosan kell látniuk, hogy mit kell tenniük, mit kell elérniük. A gyakorlati munkajártasságok kialakításánál magyarázzuk meg a tanulóknak a gyakorlat célját, a végrehajtás módját, esetleges fázisait. A gyakorlás legértékesebb formája az ismeretek alkotójellegű alkalmazása (pl. feladatok megoldása, térképvázlatok készítése, rajzok

megalkotása, önálló kísérletek végzése, stb.). Az alkotó gyakorlásban már a tanulók önállóságának különböző megnyilvánulásait tapasztalhatjuk.

A gyakorlással szerzett készségek nem öncélú jelenségek, hanem azért szükségesek, hogy a magasabb szintű műveleteket, a produktív alkalmazást lehetővé tegyék. Az ismeretlen jövőre való felkészülés az egyszerű készségeket könnyedén működtető alkotó gondolkodással látszik megoldhatónak.

## 7./ Az ismétlés

A rendszerezés-rögzítés egy viszonylag nagyobb tananyagrészt átfogó szempontok szerinti, minőségileg magasabb szintű, mennyiségileg tömörített formájú tárgyalása. Míthogy a szintézisre való törekvésen van a hangsúly, a fő teendő az ismétlendő tananyagban foglalt alapelvek, alapvető tények és általánosítások kiemelése. A rendszerezés-rögzítés szempontjából ezért kétségtelenül a legfontosabb tényező az ismétlésre kerülő téma központi fontosságú kérdéseinek összessége és ezen kérdéseknek tartalmilag logikus sorrendje. Ismétléshez nemcsak a hagyományos rendszerező beszélgetést lehet használni, hanem a téma tartalmától függően kapcsolódhat hozzá szemléltetés, pl. üzemiátogatás, filmvetítés, televízióközvetítés, grafikus módszerek, stb. Nagybobb tananyag áttekintése, alapvető kérdéseinek megválaszolása történhet szeminárium keretében is. Ez a megoldás mind az egyéni teljesítmények regisztrálása, mind a tanulócsopórt nagybobb aktivitása szempontjából igen jelentős lehet. ha a pedagógus rugalmasan vezeti a szemináriumszerű feldolgozást, és módot ad a kiegészítésekre, korrekciókra, valódi megvitatásra. Történhet az ismétlés, rendszerezés feladatlapokkal végzett önálló tanulói munkával is, ennek során a tanulók olyan feladatsorokat kapnak, amelyek bizonyos rendszerezési műveletekben szisztematikusan vezetik őket.

A pedagógiai gyakorlatban szerzett tapasztalatok alapján az oktatásmélet a tananyag ismétlésének következő változatait különbözteti meg:

- tanév eleji ismétlés,
- folyamatos ismétlés,
- tematikus ismétlés,
- általánosító ismétlés,
- befejező ismétlés.

A tanév eleji ismétlés annak megállapítására irányul, hogy az egyes témakörökben milyen mértékű feledés következett be. Részbén szóbeli ismétlés, részbén gyakorlati feladatmegoldás útján igyekszünk olyan információhoz jutni, amely eligazít a további teendőket tekintetében.

A folyamatos ismétlés azt jelenti, hogy az egyes új anyagrészek feldolgozásába rendszeresen bekapcsoljuk azokat az előzetesen már elsajátított ismereteket, amelyek az újnak a megértéséhez és megszilárdításához szükségesek. Így nemcsak az új anyag könnyebb megértését segítjük elő, hanem a régebbi anyagot is új összefüggésekbe helyezzük.

Tematikus ismétlés esetén az egyes tantárgyak nagyobb témáinak befejezésekor meghatározott szempontok szerint az egészet ismételteti áttekintjük, a leglényegesebb összefüggéseket kiemeljük, s ezáltal biztosítjuk a nagyobb anyagrész biztonságosabb áttekinthetőségének didaktikai feltételeit.

Az általánosító ismétlés célja (hasonlóan a tematikus ismétléshez), hogy a tanulók megfelelő logikai sorrendben felidézzék a téma leglényegesebb, alapvető anyagát. Emellett olyan általánosításokhoz is eljutunk, melyeknek megfogalmazása csak a téma egészének áttekintése alapján lehetséges.

A befejező ismétlésre általában tanév vagy félév végén kerül sor. Feladata egyrészt az adott időszakban feldolgozott ismeretek rendszerezése, legfőbb szempontok szerinti áttekintése, másrészt a már feledésbe merült fontos részletismeretek felrészítése.

Az ismeretek megszilárdítása érdekében az ismétlésnek valamennyi formáját célszerű használni.

#### 8./ Az ismeretek ellenőrzése és értékelése

Mindaz a teljesítmény, melyet az új ismeretek szerzése, a képességek fejlesztése, az alkalmazások és az ismétlések fejlesztése, az alkalmazások és az ismétlés módszerei kapcsán említettünk, természetesen rendszeres ellenőrzést és értékelést igényel. Régi elv, hogy a tananyagban nem lehet továbbmenni addig, amíg tanítványaink (többsége) azokat az előismereteket nem tudják biztonságosan, amelyekre az új felépül.

Az ellenőrzés funkciója: információk szerzése a hallgatók teljesítményéről. Ezen adatok ismeretében valósíthatjuk meg a pedagógiai folyamat következő szakaszának célravezető irányítását.

A számonkérés segíti a tanulókat eredményeik helyes értékelésében, de a pedagógusnak is támaszt nyújt ahhoz, hogy hol vannak hiányosságok, és mire kell figyelmet szentelnie az új anyag tanítása előtt, vagy az ismétléskor.

#### Az ellenőrzés módszerei:

- megfigyelés,
- szóbeli ellenőrzés (feleltetés),
- írásbeli ellenőrzés (dolgozatírás, feladatlap-kitöltés, ...),
- gyakorlati munkák ellenőrzése.

Fontos, hogy az ellenőrzés funkcionálásával együtt törekedjünk a tanulók önellenőrzési képességének a pedagógiai folyamat egészében történő kialakítására is. Ez aktuálisan az önálló tanulásra, perspektívakusan a permanens művelődésre való képesség érdekében szükséges.

Pedagógiaiilag fontos szabálynak tesszünk eleget, ha törekszünk a folyamatos ellenőrzésre és az önellenőrzésre jól megszervezett alkalmainak biztosítására.

Az értékelés a hallgató megnyilvánulásainak viszonyítása az elérendő, a pedagógiai tervekben rögzített célokhoz, követelményekhez.

## A TANÍTÁSI ÓRÁK ELEMZÉSE

Minden pedagógus, de különösen a kezdő oktató számára jelentős a tanítási órák elemzésében való jártasság. Jelentős, mert az egyik legjobb eszköz az elmélet és a gyakorlat kapcsolatának tudatosításában. A sikeres óraelemzés világossá teszi a tanítási óra célját, tartalmát, felépítését és módszereit. Kiemeli az óra pozitív és negatív oldalait, és segíti a pedagógust, hogy oktató-nevelő munkáját tudatosabban, alaposabban, hibáinak kiküszöbölésével és eredményeinek megszilárdításával végezze a jövőben. Szükséges, hogy minden oktató az óraelemzésben nagy gyakorlatra tegyen szert, ezért meg kell ismernie az óraelemzés szempontjait.

### Szempont-csoportok:

- I. Az óra tartalma (a tananyag mennyisége és minősége).
- II. Az órán használt oktatási módszerek.
- III. Az óra megszervezése és felépítése.
- IV. Az oktató és a hallgatók viselkedése.
- V. Az óra eredményeinek összefoglalása és javaslatok tétele.

Ezek közül az oktatás módszereit tekintve az általános óraelemzés szempontjai a következők:

- 1./ Milyen módszereket alkalmazott az oktató és helyesen választotta-e meg azokat
  - a tartalomnak,
  - a didaktikai feladatnak,
  - a hallgatók életkori sajátosságainak és meglévő ismereteinek megfelelően?
- 2./ Érvényesült-e az órán a módszerek kombinálása, és hogyan?
- 3./ Mennyiben biztosította a módszerek megválasztása az oktató vezető szerepét, illetve a hallgatók aktivitását?
- 4./ Az oktató hogyan alkalmazta az egyes módszereket?
  - A magyarázat elősegítette-e a világos fogalmak kialakulását?
  - A beszélgetés kérdései helyesek voltak-e?
  - Milyen volt a bemutatás, szemléltetés?
  - Alkalmazta-e az oktató a megfigyelést és az önálló munka módszereit?
  - Milyen volt a tankönyvekkel és a füzetekkel végzett munka?
  - Milyen volt a táblai vázlat?
  - A gyakorlás elősegítette-e a szilárd készségek kialakulását?
  - Szem előtt tartotta-e az oktató a szaktárgy sajátos módszertani elveit?

Az általános szempontok bővíthetők, de egyik sem szemléltethető külön, elszigetelten a másiktól. (Pl. az óra tartalma szoros kapcsolatban áll a felépítéssel, a célja a tartalmával, és valamennyi a módszerekkel, stb.)

Az óraelemzés általános szempontjain túl néha szükségessé válik egyes kérdések speciális elemzése is. A speciális óraelemzés alkalmával vizsgálat alá vehetjük az általános óraelemzés egy-egy szempontcsoportját részletesebben. Vizsgálhatjuk az órát abból a

### A helyes kérdés-technika elsajátításának szabályai:

- Minden kérdésnél logikai helyességre kell törekedni.
- A helytelen válasz feltételezi a helytelen kérdést.
- Minden helytelen kérdésben fellelhetők az alapvető logikai hibák.
- A helyes kérdéshez tanulmányozzuk a logikát!

### Helytelen kérdéstípusok:

- tartalmában pontatlan,
- bonyolult,
- határozatlan,
- nyelvtani szempontból kifogásolható,
- szuggesztív,
- alternatív,
- megtévesztő vagy ugrató,
- amelyik egy szó után érdeklődik.

### **3./ A szemléltetés**

A szemléltetés (demonstráció a tárgyakkal, jelenségekkel, folyamatokkal, tehát a tényekkel való megismertetés módszere. Csak a tények megismertetésére alkalmas, ezért előadásnak, beszélgetésnek, magyarázatnak kell hozzá kapcsolódni. A szemléltetés a tiszta és világos fogalmak kialakításának eszköze. Ebből következik, hogy sohasem a szemléltető eszközök mennyisége, hanem mindig azok minősége és felhasználásuk módja a legfontosabb, valamint csak addig van helye és szerepe, amíg alá van rendelve az absztrakciónak.

### A szemléltetés módjai ill. eszközei:

- a tárgyak bemutatása,
- modell és makett,
- képek (plakátok), térképek bemutatása,
- kartogram, diagram, applikáció,
- írásvetítő, diapozitív,
- táblai rajz, vázlat,
- kísérlet,
- film, magnetofon, hanglezem, televízió,
- számítógép, video.

A demonstráció nem csupán a tárgyak és jelenségek bemutatása, hanem a figyelem irányítása.

### A szemléltetés általános szabályai:

- A szemléltetést jól elő kell készítenünk, hogy a hallgatók ne csak tudomásul vegyék a tényeket, hanem fel is dolgozzák.
- Minél több érzékszervet foglalkoztassunk (látás, hallás, tapintás - sokoldalúság).

### Az értékelés funkciói:

- Tájékoztatja az oktatót a munkája eredményéről.
- Tájékoztatja a hallgatót az elért eredményeiről.
- Alakítja a közösség mércéjét.

Az oktatási folyamatban elfoglalt helyzete és szerepe szerint az értékelés lehet folyamatos (ún. formáló-segítő) és összegző-lezáró. A formáló-segítő értékelés alkalmazásának célja, hogy az oktatási folyamat minél több pontján, minél több tanulóra kiterjedően kapjunk képet az előrehaladás mértékéről, a tipikus és egyéni hibákról - a célszerű továbblépés, a szükséges korrekciók elvégzése érdekében. Az összegző-lezáró értékelésre az oktatási folyamat egy-egy tematikus egységének vagy hosszabb szakaszának befejezésekor kerül sor, minősítő jelleggel.

Az értékelés mindkét változata akkor felel meg alkalmazási céljának, ha kedvező pedagógiai feltételek között zajlik le. Az általános feltételek között kell számon tartani a pontos, a hallgatók által is megértett követelményeket és a kiegyensúlyozott tanítási-tanulási folyamatot. A kedvező pedagógiai feltételek biztosítása érdekében speciális szempontokat is figyelembe kell venni attól függően, hogy szóbeli vagy írásbeli teljesítményformáról van szó.

Az értékelés módszerei, a pedagógus értékelő eljárásai külön fejezetet igényelnének.

### A módszerek alkalmazása

Régebben a pedagógia egyes képviselői az oktatás abszolút "egvedűli" módszerét keresték. Olyan módszer után kutattak, amelyik független a körülményektől, a nevelés céljától, stb. és mindig eredményes. Ilyen "abszolút módszert" azonban a pedagógiában nem találhatunk, mert a valóság ellentmond ennek. A nevelésre és az oktatásra egyaránt érvényes a dialektika alapvető törvénye, hogy minden a helytől, az időtől és a körülményektől függ. Ugyanaz a módszer bizonyos körülmények között lehet jó, más körülmények között viszont rossz.

Az oktatásban is találunk törvényszerűségeket, mint az élet minden területén. Ha ismerjük az oktatás folyamatában végbemenő törvényszerűségeket, továbbá az összes körülményeket, akkor meghatározhatjuk az adott esetben legcélravezetőbb módszert.

Az oktató személyisége igen lényeges szerepet játszik a nevelésben és oktatásban. A pedagógus feladata, hogy az egyes meghatározó tényezőket felismerje, és önállókezdeménnyezéssel meghatározza az alkalmazásra kerülő módszereket, valamint a pedagógus egyénisége adja meg a tanítás "zamatát", a módszerek alkalmazásának egyéni színét, ízét, változatosságát. A pedagógusnak módja nyílik arra, hogy ha egy módszert használ, azon belül a különböző fogások között egyénisége szerint válogasson.

szempontból is, hogy az egyes didaktikai, illetőleg nevelési alapelvek mennyiben érvényesültek a tanítás alkalmával.

Fontos, hogy az óraelemzésnél az objektivitást megőrizzük, törekedjünk a szubjektív megjegyzések elkerülésére. Ne tegyünk túlzottan általános jellegű megjegyzéseket sem.

Az óraelemzés a bírálótól nagy figyelmet, az elméleti anyagban való jártasságot és sok gyakorlatot kíván.

### Felhasznált irodalom

- Dr. Szintó Károly: Oktatáselmélet  
Tankönyvkiadó, Bp., 1966.
- Nagy Sándor: Az oktatáselmélet alapkérdései  
Tankönyvkiadó, Bp., 1986.
- Orosz Sándor: Az oktatás mint a tanulás szabályozása  
Országos Oktatástechnikai Központ, Veszprém, 1986.
- Nagy Sándor: Az oktatás folyamata és módszerei  
Bp., 1993.



Lengyel János  
egyetemi tanársegéd  
ZMNE, Haditechnikai Tanszék

## A GAZDASÁGMOZGÓSÍTÁS KAPCSOLATA A HONVÉDELEMMEL

A gazdaságmozgósítás feladata a minősített időszakai ellátás biztosítása és a felkészítési időszakai tervezés végrehajtása. A cikk fogalni meghatározáson, feladatrendszeren és tervezési módszeren keresztül mutatja be a gazdaságmozgósítás helyét az igazgatási rendszerben és kapcsolatát a Magyar Honvédséggel.

Napjaink rohamosan változó nemzetgazdasági viszonyai között a gazdaság és a honvédség kapcsolati rendszere alapvető változásokon megy keresztül. Az elmúlt társadalmi rendszerben a tervutasításos gazdaságirányítás esetében az Országos Tervhivatal feladata volt a honvédelem erőforrás igényeinek beépítése a hosszú, közép és rövid időtartalmú tervciklusokba. A politikai és gazdasági függőség a Varsói Szerződés és a KGST meghatározta ipari, gazdasági irányultságunkat, fejlődési trendünket. A tervezésnek és az erőforrások biztosításának nem volt elvi akadály, de a gyakorlatban a finanszírozást az állam a rendelkezésére álló forrásokból nem tudta volna megfelelően biztosítani. A tervezés és a gyakorlati megvalósíthatóság kettőssége volt jellemző. Azonban 1989-től a politikai változások következtében az addigi tervezési rendszer megszűnt, gazdaságunkban a csökkenő állami tulajdon mellett megjelentek az új szervezeti egységek, gazdálkodó szervezetek, amelyek piaci helyzetük stabilizálásával, részesevé váltak megtartásával, gyakran az életben maradással küzdenek. Jelenleg ilyen körülmények között kell a Magyar Honvédséget működésben tartani, a honvédelmi törvényben meghatározott feladatokat biztosítani, valamint a honvédség és a gazdasági élet közötti kapcsolati rendszert átalakítani. Ez jelentős feladatot jelent a honvédelem és ezen belül a honvédség vezetői számára. A gyorsan változó piaci környezetben a csökkenő értékű finanszírozás mellett a feladatok végrehajtása fokozatosan nehezebbé válik és nagyon félé, hogy egy határérték átlépését követően a Magyar Honvédség feladatait nem lesz képes az elvárt szinten ellátni.



E kissé hosszúra nyúlt bevezetőt követően fogjunk bele a gazdaságmozgósítás elméleti ismeretek tárgyalásába.

Először felmerül bennünk a kérdés, tulajdonképpen mi a gazdaságmozgósítás, milyen időszakban és miért van szükség rá, milyen kapcsolata van a honvédséggel? A már meglévő ismereteink és tapasztalataink alapján többé-kevésbé meg tudnánk felelni a feltett kérdésekre, de legtöbbünk szakterületeinkből adódóan a katona szemszögéből próbálna a kérdésekre megválaszolni. Ezért javaslom, hogy a honvédelemről szóló 1993. évi CX. törvény és a 1041/1994 (V.31.) nemzetgazdaság védelmi felkészítésének tervezéséről és a védelmi célú tartalékolási tevékenységről szóló kormányhatározat fogalmait és útmutatásait követve próbáljuk feltérképezni a gazdaságmozgósítás rendszerét.

A honvédelmi törvény pontokba szedve határozza meg a Magyar Honvédség és a közigazgatási szervek védelmi felkészítéssel és védelemmel kapcsolatos feladatait mind béke mind pedig minősített időszakban. Ezeknek a feladatoknak a végrehajtása az országmozgósítás rendszerének működését biztosítja, amelynek feladata az ország összes forrásainak (nemzetgazdaság, humán erőforrások, anyagi javak, különböző tartalékok) felmérése, nyilvántartása és szükség esetén igénybevételeinek biztosítása. Ennek a hatalmas intézménynek meghatározó fontosságú ága a gazdaságmozgósítás.

A törvény I. fejezetét pontról-pontra követve fokozatosan egymásra épülve találjuk meg a meghatározott feladatok végrehajtásáért felelős közigazgatási szerveket. Mielőtt azonban a végrehajtó szervekről beszélnénk, ismerkedjünk meg a gazdaságmozgósítás fogalmával, feladataival, tervezési módszerével és a tervezésben érintettekkel.

A gazdaságmozgósítás kormánydöntéssel elrendelt nemzetgazdaság minősített időszaki működését biztosító rendszer, amelynek célja minősített időszakban a gazdaság működőképességének fenntartása, a honvédelemben résztvevő szervek és a

lakosság ellátásához szükséges mennyiségű erőforrások ( anyagi javak, humán erőforrások, tárgyi és pénzeszközök) biztosítása. A cél magában foglalja a feladatokat is, amelyek fontossági sorrendben a következők:

1. központi és regionális irányítás, vezetés minősített időszakai biztosítása,
2. a nemzetgazdaság minősített időszakai működőképességének fenntartása,
3. a minősített időszakai feladatok végrehajtásában résztvevő szervezetek, kiemelten a Magyar Honvédség működőképességéhez szükséges anyagi javak és szolgáltatások többletének biztosítása,

4. a lakosság minősített időszakai ellátása, életének és biztonságának védelme,

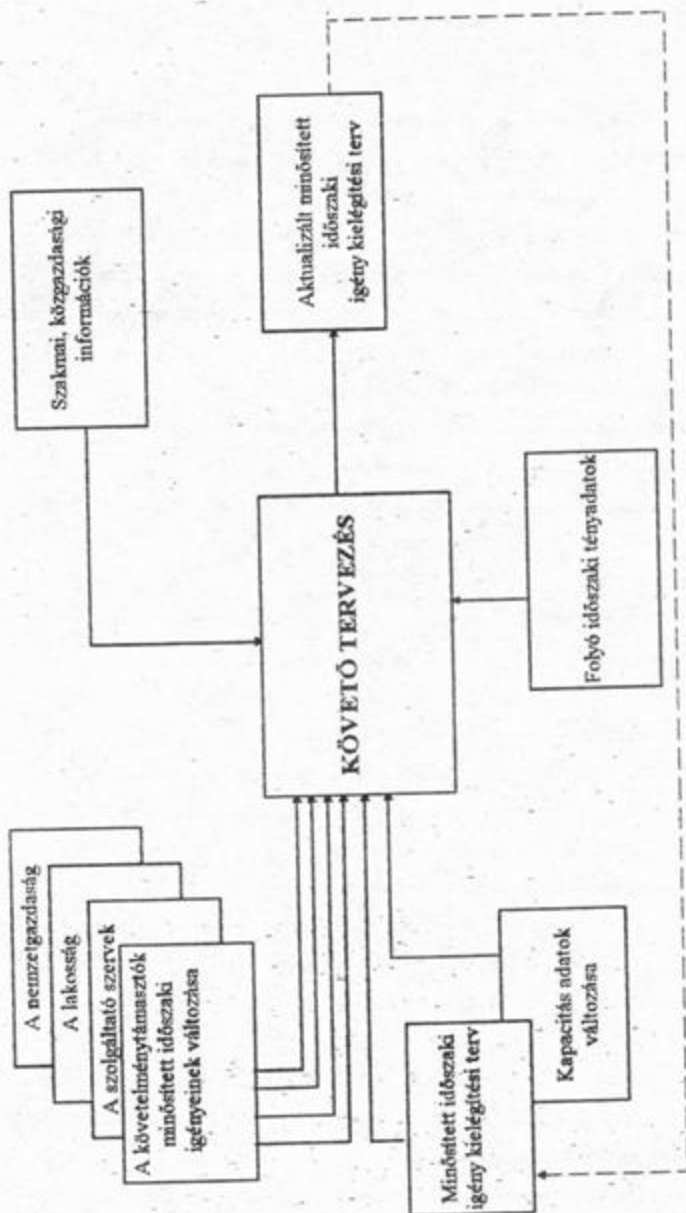
5. nemzetközi gazdasági kapcsolatok lehetséges szintű fenntartása.

A fontossági sorrendből azt is láthatjuk, mely az a feladat, amelynek teljesítése meghatározza a soron következő célok elérhetőségét.

A gazdaságmozgósítás feladatainak tervezése alapvetően a követő tervezés útján valósul meg (1. ábra). Ez azt jelenti, hogy a tervezés időpontjában rendelkezésre álló adatbázisok és a minősített időszakra beérkezett igények ismeretében kell megteremteni és összehangolni a szükségletek kielégítésének módjait. Mivel jelenleg még azonban a tervezés alapját szolgáló adatbázis egy-másfél éves lemaradásban van a nemzetgazdaság pillanatnyi teljesítőképességéhez képest, ezért gazdaságunkat jellemző gyors ütemű szerkezetváltások nem követhetők naprakészen. A jövőben, ha létrejön egy megfelelő teljesítményű és kiépítésű adatátviteli rendszer és a nemzetgazdaságunk stabilitása is nagyobb lesz, akkor a tervezés biztonsága is várhatóan nőni fog. Természetesen ezek kormányzati szintű feladatok, ennek boncolgatása helyett nézzük meg inkább, hogy a védelmi felkészítés tervezése tulajdonképpen mit is foglal magában:

- a nemzetgazdaságtól minősített és azt megelőző felkészülési időszakban igényelt erőforrások felmérését, kielégítés módjainak meghatározását az előzőekben említett követő tervezés módszereivel,

- a felmerülő igényekhez szükséges költségvetési kiadások fedezetének biztosítását, amely a minősített időszakai költségvetési átcsoportosítási javaslatok



1. ábra: A követő tervezés logikai vázlata

elkészítését, valamint a védelmi felkészítés folyó időszakai ráfordításainak tervezését foglalja magában.

A tervezés különböző helyi, megyei és országos hatáskörű szerveknél folyik egyidejűleg eltérő mélységben és részletességgel. Általánosságban elmondható, hogy helyi (önkormányzati) szinten teljes részletességgel elemi lebontásban (személyre, tárgyi eszközre), míg magasabb szinteken területi, országos átfedéssel készülnek az igény és kielégítési számvetések.

A tervezésben résztvevő szerveket a következőképpen lehet csoportosítani:

- követelménytámasztó szervek, amelyek elsődlegesen felelősek a minősített időszakok feladatainak végrehajtásáért. Ebbe a csoportba tartozik a Pénzügyminisztérium, az Igazságügy Minisztérium és a Belügyminisztérium mellett a Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Honvédség mint fő követelménytámasztók,

- a második kategóriába tartoznak a felelős teljesítő szervek, amelyek a szakirányukba tartozó termékek és szolgáltatások biztosításáért elsődlegesen felelősek és más tervező-szolgáltató szervezetek felé követelménytámasztóként szerepelnek. Ide tartoznak a Földművelésügyi Minisztérium, Ipari és Kereskedelmi Minisztérium, Népjóléti Minisztérium, Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, Művelődésügyi és Közoktatási Minisztérium, Közlekedési és Hírközlési Minisztérium, valamint a tervezést regionális szinteken megvalósító fővárosi, megyei, fővárosi kerületi, és helyi védelmi bizottságok,

- a harmadik csoportba azokat a szolgáltató szerveket soroljuk, amelyek területi vagy ágazati ellátás folytán a felelős teljesítő szervek részére a kiegészítő források szolgáltatását biztosítják. Ebbe a kategóriába ugyancsak a szakminisztériumokat soroljuk, azonban ebben az esetben a saját szakterületük oldaláról nyújtanak segítséget a feladatszabó minisztériumoknak (pl.: az ipari tárca a mezőgazdasági tárcanak nyújt segítséget a termeléshez, raktározáshoz szükséges eszközök biztosításának területén).

Végeredményképpen tehát az országos hatáskörű szervek egyszer követelménytámasztóként, más esetben pedig szolgáltatóként szerepelnek.

A minősített időszakai ellátási felelősség oldaláról vizsgálva az erőforrások biztosításának tervezése két szinten, ágazati és területi szinteken történik, ezért ebből a szemszögből vizsgálva megkülönböztetünk ágazati és területi tervező szerveket.

Az ágazati tervező szervekhez soroljuk azokat a miniszteriális és országos hatáskörű szervezeteket, amelyek vezetői felelősek a közvetlen irányításuk és felügyeletük alá tartozó gazdálkodó szervek, szakágazatok gazdaságmozgósítási feladatainak végrehajtásának biztosításáért.

Térületi tervező szervek pedig az előzőekben a tervező szintek elemzésénél a felelős teljesítő szervek csoportjába sorolt fővárosi és megyei védelmi bizottságok.

Ez a kétszintű tervezési rendszer összefüggő egészet alkot, mivel a területi szintről érkező igények összesítését az ágazati tervező szervek (szaktárca) végzik, az ágazati szintű erőforrások (különböző termékek, szolgáltatások) igény kielégítési terveit pedig maguk az ágazati tervező szervek bontják le területi igényekre. Az ágazati és területi vonatkozásban összeállított tervezetek nemzetgazdasági szintű összesítésével a Pénzügyminisztérium mint fő koordinátor készíti el az erőforrások minősített időszakai igények kielégítési tervét.

Ezt az első nekifutásra kissé bonyolultnak tűnő szerkezeti kialakítást átgondolva világossá válik számunkra a feladatok összetettsége és nagyságrendje. Mindenképp fontos azonban, hogy az előzőekben tárgyaltakról alapvető ismereteink legyenek, hiszen ezek fognak segítségünkre lenni a későbbiek során a gazdaságmozgósítás és a honvédség kapcsolatának meghatározásánál.

A tervezési rendszer tömör ismertetését követően elemezni célszerű az igények kielégítésének lehetséges módjait, már csak azért is, mert a Magyar Honvédség is ezekből a forrásokból tudja biztosítani minősített időszakai működési feltételeit.

Még mielőtt azonban a források tárgyalásába kezdenénk eddigi hiányosságot pótolva célszerű összefoglaló jelleggel a minősített időszakokról is beszélnünk.

Az Alkotmány a minősített időszakok három típusát különbözteti meg, amikor is lehetőség nyílik a kivételes jogrend és a fegyveres erők alkalmazására. Természetesen a minősített időszak kihirdetésének az oka döntő mértékben meghatározza a megteendő intézkedéseket is.

A következő időszakokat különböztetjük meg:

- veszélyhelyzet, amelyet általában természeti vagy ipari katasztrófa esetén az Országgyűlés jóváhagyásával a Kormánynak van joga elrendelni,

- szűkségállapot, amelyet az ország nagyobb területi egységét érintő katasztrófa vagy polgárháború kitörésének fenyegetettsége esetében a köztársasági elnök rendelheti el kihirdetését.

- rendkívüli állapot, amelyet háborús fenyegetettség fennállása esetében az Országgyűlés rendelhet el. Akadályoztatásakor pedig az alkotmánybíróság elnöke, a miniszterelnök és a köztársasági elnök együttes véleménye alapján hirdethető meg. Ezt követően megalakul a Honvédelmi Tanács, amely egy személyben átveszi a jogalkotói és végrehajtói szerepkört. A rendkívüli állapot elrendelését rendszerint megelőzi egy körülbelül hat hónap időtartalmú veszélyeztetettségű időszak, amikor is az országnak fel kell tudnia készülnie a fegyveres küzdelemre. A rendkívüli állapot visszavonását pedig egy ugyancsak hat hónap intervallumú helyreállítási időszak követi, amely hazánkat ért támadás nagyobb kárainak felszámolására, a bel- és külpolitikai helyzet stabilizálásának megkezdésére szolgál.

Miután már fogalmat tudunk alkotni a minősített időszakokról a gazdaságmozgósítással foglalkozó szervekről és az előttünk álló feladatokról, nézzük meg, hogy a felmerülő igények milyen forrásokból biztosíthatóak.

Az igények kielégítése négy alapvető módon történhet:

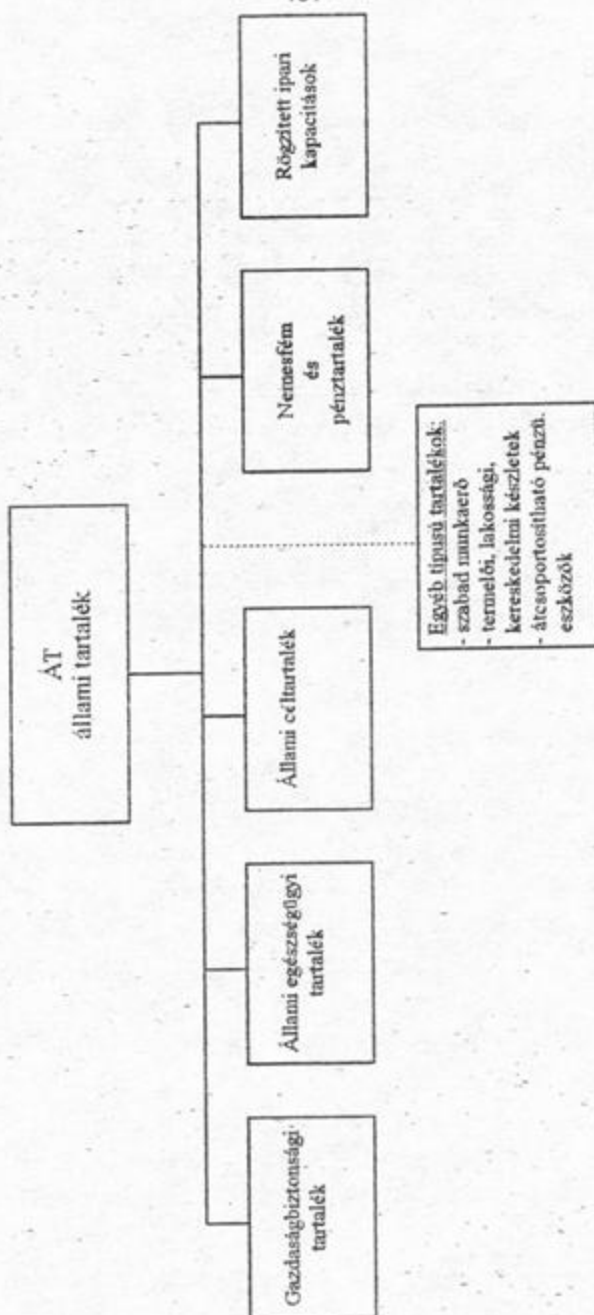
1. Objektumok, épületek, tárgyi eszközök és szakemberek igénybevétele. Ide sorolhatjuk az előzőeken kívül minősített időszakban munkakörükben vagy szakterületükön meghagyásban reszesített szakembereket, tartalékos katonákat, a Magyar Honvédség által igényelt technikai eszközöket, bázisokat is. Ebben a kategóriában konkrétan tudjuk vizsgálni, hogy a fennálló igények kielégíthetők-e a nemzetgazdaságból és a lakosság köréből. Katonai vonatkozásban a kiegészítéssel foglalkozó katonai szervek felméréseik és nyilvántartásaik alapján ezeket az igényeket próbálják biztosítani, a velük párhuzamosan működő védelmi koordinációs irodákkal, amelyek a védelmi közigazgatás regionális szervei.

2. Folyó termelésből és meglévő készletekből történő igény kielégítés, azokat az üzemelő hazai rész vagy teljes tulajdonosi hányadú termelő vagy szolgáltató gazdasági egységeket jelenti, amelyek képesek a minősített időszakban felmerülő szükségletek részleges vagy teljes nagyságrendű kielégítésére. Ebbe a kategóriába soroljuk az ipari, mezőgazdasági termékeket, energiahordozókat, gyógyszereket, védelmi célú termék előállításához szükséges alapanyagokat, forgalmazónál tárolt kötelező készletezésű anyagokat, alapvető fogyasztási cikkeket.

Célszerű a szükséges kapacitásokat előszerződéses megkötésével biztosítani, hiszen a már aláírt szerződések stabilan működő gazdálkodó szervek esetében garanciát jelentenek a megbízó számára a szükségletek kielégítésére a meglévő kapacitások lekötésével, a megbízott számára pedig a minősített időszakban a gazdálkodás folytatására. Ez azonban már a megállapodások megkötését követően kiadásokat jelent a honvédelmi közigazgatás számára, amelynek előnyeit csak a minősített időszak kihirdetését követően lehet igazán felmérni.

3. Ha azonban a minősített időszaki igények a politikai, gazdasági helyzet következtében nem biztosíthatók az előzőekben ismertetett módokon, akkor a védelmi célú állami tartalékokat kell mozgósítanunk (2. ábra). Ezek bázisát a múlt társadalmi rendszer teremtette meg, hiszen az akkori szövetségi rendszer katonai alapelvei a folyamatosan meglévő nagy állami készletek meglétét követelték meg,





2. ábra: Állami tartalékok rendszere



mert a hidegháború korszakában egy rövid előkészítést követően megindított támadást sikeres végrehajtásához nem lett volna elég idő a kapacitások felfuttatásához. A politikai változásokat követően az ellenséggép átértékelődött, katonapolitikánk gyökeres változásokon ment keresztül. Jelenleg ismételten igyekszünk egy nagyobb és erősebb katonai és gazdasági szervezetbe integrálódni, amelyek a jövőben segítséget tudnak nyújtani egy esetleges nemzetközi konfliktus számunkra megfelelő rendezésében.

A védelmi célú tartalékból történő igény kielégítés egyik formája az igényelt erőforráselemek különböző előállítási fázisokban történő tartalékolása. Ez nem jelent mást, mint szükség esetén ezen különböző készleteti fokban lévő termékek, alapanyagok meglévő kapacitásokon, megfelelő időpontban való átfuttatását, készre gyártását. Tehát végeredményben egyes termékek (alapellátási cikkek, ipari és mezőgazdasági termékek) minősített időszak előállítása rögzített ipari kapacitások felhasználásával történik. Valójában ezek a védelem biztosításához alapvetően szükséges termékek mellett, olyan szolgáltatások és objektumok, amik békeidőszakban a minősített időszak követelményeire képest eltérően funkcionálnak.

Az ipari kapacitás vegyes, de napjainkban főként már vállalkozói tulajdonban lévő tartalékolási forma, amelynek fenntartása ugyancsak a védelmi közigazgatás költségvetéséből fedezhető, hasonlóan a folyó termelési kapacitások lekötéséhez. Szerződés kötése esetében természetesen a védelmi felkészítést végző szervnek kell eldöntenie, hogy a készterméket készletezzék és tárolják, vagy a gyártó kapacitásokat rögzítsék, illetve a kettő kombinációját együttesen alkalmazzák. Könnyen belátható, hogy a kapacitások lekötésének fő problémája a finanszírozhatóság, amely szükségességét alapos közgazdasági és biztonságpolitikai elemzésekkel alá kell tudni támasztani, figyelembe véve az adott erőforrásra eső importhányadot és ennek kiváltási lehetőségeit is.

Az állami tartalékolási rendszer további formái:

- a gazdaságbiztonsági tartalék, amely ugyancsak a nemzetgazdaság minősített időszakai működtethetőségét hivatott biztosítani. Ide soroljuk az energiahordozókat (olaj és olajszármazékok, földgáz, villamos energia előállításához szükséges alapanyagok), import alapanyagok (amelyekkel nem vagy csak kis mennyiségben

rendelkezünk pl.: gyógyszeripari, nehézipari, energetikai anyagok), élelmiszeripari alapanyagok és termékek,

- az állami egészségügyi tartalék a Népjóléti Minisztérium kezelésében lévő, minősített időszakai járványok, tömeges megbetegedések, sebesülések kezeléséhez, megelőzéséhez és ellátásához szükséges anyagok és eszközök,

- az állami céltartalék a szakminisztériumok kezelésében lévő saját feladataik ellátásához szükséges anyagok, eszközök, félkész és késztermékek, amelyeket külön nyilvántartásokon kezelnek és a szaktárcák saját költségvetési forrásaikból tartanak fenn.

- deviza és pénztartalék a Pénzügyminisztérium kezelésében lévő tartalékolási forma, amely a minősített időszakban a védelem előkészítését és fokozását elősegítő termékek, szolgáltatások importjának fedezetére szolgál.

Mint látható az állami tartalékok rendszerét a szakminisztériumok kezelik, gazdálkodnak vele a lehetőségeikhez képest kihasználva a piacgazdaság nyújtotta lehetőségeket a készletek fokozatos cseréjében frissítésében a mindenkor meghatározott minimális készlet szint fenntartása mellett. A szaktárcák eredményes gazdálkodása esetén, pedig lehetőség nyílik az elért nyereségek tervszerű visszaforgatására, a védelmi felkészültség szintjének emelésére.

4. Ha azonban a minősített időszakai igények az eddig ismertetett módokon nem elégíthetők ki kellő mértékben, csak abban az esetben kerülhet sor az importból történő beszerzésre. Ennek a biztosítási módnak a lényege, a megfelelő (veszélyeztetettségi időszakban vagy azt megelőzően) megrendelt behozatal tervezése, amelynek előnye, hogy nem igényel folyamatos költségráfordítást, de sajnos azonban növeli az ország függőségi viszonyát. A nagyfokú függőség veszélyének eredménye szélsőséges esetben a teljes kiszolgáltatottság lehet. Ennek bekövetkezését mindenképp el kell kerülnünk, ezért olyan megoldásokat kell keresnünk, amelyek számunkra megfelelő garanciát nyújtanak területi egységünk megvédéséhez.

Miután már röviden végignéztük a minősített időszakai tervező szerveket, feladataikat, igény kielégítés lehetséges módjait a következő következtetést mindenképp levonhatjuk. A felkészítési és minősített időszakok tervezése az ország

törvényhozó és végrehajtó szerveinek folyamatos szervező munkáját jelenti, amelyek költségvetési időszaki lebontásban, éves tervekben jelennek meg, majd ezek alapján realizálódhatnak. A Magyar Honvédség ennek a rendszernek egy szereplőjét, megpedig mint ahogy már korábban meghatároztuk, egyik fő követelménytámasztóját testesíti meg. Nem mellékes tehát a honvédség vezetésének, logisztikai és szervezéssel foglalkozó szakembereinek napra kész információkkal rendelkezniük a szükségletek és kielégíthetőségi lehetőségeik területén. Az államigazgatási szervekkel állandóan fenntartott párbeszéd eredménye, a közös munka sikere vagy sikertelensége alapvetően fogja meghatározni a honvédség védelmi képességeit.

Ezen ismeretek birtokában már mélyrehatóbban láthatjuk a közigazgatás és a katonai igazgatás összefüggését, a felkészítésben és minősített időszakban végzendő közös munka alapjait. Magának a tervező-szervező struktúrának gyakorlati működése begyűjtött információk és kiadott kérdőívek különböző rendezőelvek szerinti feldolgozásán és továbbításán alapul, amelyet a cikk terjedelme miatt az információs rendszerhez hasonlóan, ahhoz kötődően a későbbiek során tartok célszerűnek ismertetni.

Végezetül a sok száraz fogalmi leíráson belül adós vagyok még egy utolsó meghatározással, amelyre az előző oldalakon többször is utaltam, de eddig magyarázatot még nem adtam. Ez a honvédelmi igazgatás rendszere.

A honvédelmi igazgatás rendszere tulajdonképpen azokat a gazdálkodó szerveket takarja, amelyek részt vállalnak a védelmi felkészítés tervező-szervező munkájában. Ez rendszer két különálló szervezeti kategóriára osztható, a közigazgatás szerveire és a katonai igazgatás szerveire. A részletesebb tárgyalás megkezdése előtt azonban következő dologra fel kell hívni a figyelmet. Az ország védelme a közigazgatásban szerveződik, a honvédség "csak" a fegyveres küzdelmet vívja.

Az ország védelmi felkészítésében résztvevő közigazgatási szervek azok a centralizált, igazgatási feladatok mellett honvédelmi igazgatási jogköröket is gyakorló

kormányzati és közigazgatási regionalis és helyi szervek, amelyeket az előzőekben már megismerhettünk. Ide soroljuk tehát az Országgyűlést, a Kormányt, a minisztériumokat, a Köztársasági Elnököt, a védelmi bizottságok rendszerét és a polgármesteri hivatalok rendszerét és minősített időszakban a Honvédelmi Tanácsot is.

A katonai igazgatási tevékenységet azok az igazgatási feladatokat is végrehajtó katonai szervek végzik, amelyek hatósági igazgatási módszerekkel igyekeznek hozzájárulni a fegyveres konfliktus sikeres megvívásához szükséges feltételek megteremtéséhez. A katonai igazgatás külső és belső feladatrendszerekben realizálódik.

A külső feladatrendszer, amely polgári területről igényelt a harc megvívásához alapvetően szükséges erőforrások (hadkötelesek, technikai eszközök) biztosítása a hadkiegészítéssel foglalkozó különböző szintű parancsnokságok feladatköre. Ők koordinálják a védelemhez szükséges erőforrások mozgósítását és igénybevételét.

A belső feladatrendszer, mint a nevéből is adódik a honvédségen belül a személyi állományra és technikai eszközökre irányuló a katonai igazgatási szervek által végzett szervező tevékenység. Ide tartoznak a Honvédelmi Minisztérium, Magyar Honvédség Vezérkar, Határőrség Országos Parancsnoksága, különböző szintű katonai parancsnokságok és parancsnokok.

E két igazgatási rendszer szoros együttműködése alapfeltétele a minősített időszakokban előforduló feladatok sikeres teljesítésének.

Úgy gondolom ennyi ismeret elegendő lehet a gazdaságmozgósítás és az abban résztvevő szervek feladatainak alapvető megismeréséhez. A továbbiak során a már beharangozott témakörökön túlmenően szeretnék egy összefoglaló elemzést közzé adni az 1995.-ben Győr városában megtartott többfokozatú közigazgatási rendszergyakorlatról, annak tapasztalatairól, amely egy kis gyakorlati segítséget nyújt a már megismert elméleti rendszerstruktúra elmélyítéséhez. Mindezt követően érdemes meg a katonai igazgatási szervek és a védelmi közigazgatási szervek közötti együttműködés mélyebb boncolgatása, kapcsolati szintjeik feltérképezése esetleges

fejlesztési lehetőségek meghatározása, ugyanis mint már tudjuk ez a meghatározója a honvédség feladatának teljesítésének, a sikeres alkalmazhatóságának.

Összintén remélem sikerült a gazdaságmozgósításról, annak feladatrendszeréről, szerepéről egy szűkebb tájékoztatást adva, néhány e téma iránt érdeklődő figyelmét a további átfogóbb ismeretanyag megszerzésére irányítani. Mindenképp fontosnak tartom azonban, hogy foglalkozzunk e témakörrel, hiszen e nélkül kissé talán egyoldalúan látjuk a minősített időszak. mozgósítási feladatokat, követelményeket és nehezen tudjuk érzékelni az országot terhelő feladatok mennyiségét, összetettségét.

#### Felhasznált irodalom

- [1] - Fenyvesi Károly alez.: A katonai és védelmi közigazgatás kapcsolódó feladatai, együttműködési területei. Katonai logisztika 3. évfolyam 1..2. szám
- [2] - PM. GM. osztály: A GM. új rendszerére vonatkozó elgondolás és megvalósítás helyzete 1995-ben. Tanulmány.
- [3] - A honvédelemről szóló 1993. évi CX.törvény
- [4] - A 1041/1994(V.31.)Kormányhatározat

Dr. POKORÁDI László  
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem  
Haditechnikai Tanszék

## MATEMATIKAI-DIAGNOSZTIKA ALKALMAZÁSA REPÜLŐGÉP FÉKRENDSZEREK ÜZEMELTETÉSENEK IRÁNYÍTÁSÁRA

a szerző

5th Mini Conference on Vehicle  
System Dynamics, Identification  
and Anomalies

konferencián előadásra kerülő

USING MATHEMATICAL DIAGNOSTICS  
FOR MANAGEMENT OF  
AIRCRAFT BRAKE SYSTEM OPERATION

előadása anyagának magyar nyelvű változata

A repülőgép rendszerei, berendezései üzemeltetésük során folyamatos és halmozott változásokon mennek keresztül. Adott rendszer vagy berendezés üzemállapotát az úgynevezett belső paraméterek ismeretében tudjuk azonosítani. Ezen jellemzők közvetlen meghatározása technikai okokból nem lehetséges. A vizsgált rendszer matematikai modellje felhasználható a belső paraméterek - azaz a rendszer pillanatnyi műszaki állapota - identifikációjára és üzemeltetésének optimális irányítására. A cikk egy, a matematikai modellre épülő, állapotbecslési eljárást és - a Mi-8 helikopter fékrendszerének példáján keresztül - annak alkalmazási lehetőségét mutatja be, az üzemeltetés irányításának optimalizálására.

### 1. Bevezetés

A repülőgép rendszereket, üzemeltetésük során, különféle sztochasztikus hatások érik [6]. Ezen hatások következtében műszaki állapotuk halmozottan és véletlenszerűen változik. Általában, használat során üzemállapotuk romlik, míg javítás, karbantartás során javul [4]. A vizsgált rendszer pillanatnyi üzemállapotát az úgynevezett belső paraméterek (például rugómerevség, elektromos ellenállás) határozzák meg. Ezért - matematikailag - a műszaki állapotot mint egy,

a belső paraméterek által meghatározott, többdimenziós tér egy pontja jellemezhetjük.

A diagnosztika feladata a rendszer állapotterben elfoglalt pillanatnyi helyének meghatározása, mozgási sebességének és irányának prognosztizálása.

A belső paraméterek közvetlen mérése, azaz a műszaki állapot meghatározása, technikai és anyagi okok miatt, nem oldható meg. Valamely állapotbecslési eljárás felhasználásával ezen belső paraméterek és változási sebességük meghatározható. A pillanatnyi üzemi állapot és annak változási sebessége ismeretében pedig dönthetünk az optimális üzemeltetési stratégiáról, a szükséges javítási, karbantartási munkákról [1].

## 2. Matematikai modellre épülő állapotbecslés

Egy jelenség legáltalánosabb, legtömörebb jellemzését a matematikai modell adja meg [10]. Matematikai modellen a rendszerben lejátszódó folyamat belső törvényszerűségeit tükröző matematikai egyenlet, vagy egyenletrendszert, illetve azok megoldását értjük.

A matematikai modell felállítását a rendszer részegységekre való bontásával kell kezdeni. A funkcionális egységeknél meg kell vizsgálni a be- és kimenő jellemzőket és matematikai formában fel kell írni a köztük lévő kapcsolatokat.

A műszaki gyakorlatban - SZABÓ [8] szerint - a matematikai modell felállításához alapvetően két út kínálkozik:

- WHITE BOX eljárás;

Az általános természettudományi ismeretanyagra támaszkodva, fizikai megfontolások alapján analitikus formában közvetlenül állítjuk fel a modellt.



— BLACK BOX módszer.

A berendezésben lejátszódó folyamat pontos ismerete nélkül, az ismert bemenő jellemzőkre adott válaszok ismeretében írjuk fel a modellt.

Az így felállított - legtöbbször nemlineáris - matematikai egyenletek alkotják a teljes,  $k$  részegységből álló, rendszer modelljét, amely általános esetben:

$$\begin{aligned} f_1(y_1; y_2; \dots; y_n) &= g_1(x_1; x_2; \dots; x_n) \\ f_1(y_1; y_2; \dots; y_n) &= g_2(x_1; x_2; \dots; x_n) \\ &\vdots \\ f_k(y_1; y_2; \dots; y_n) &= g_k(x_1; x_2; \dots; x_n) \end{aligned}$$

vagy, egyszerűbb alakban:

(1)

$$\underline{f(y)} = \underline{g(x)}$$

A rendszer matematikai modelljét - a diagnosztikai modell felállítása érdekében - linearizálni kell. Ekkor egy olyan lineáris egyenletrendszert kapunk, mely a be- és kimenő jellemzők, például

$$\delta x_1 = \frac{dx}{x_1} \quad , \quad (2)$$

relatív eltérései közti kapcsolatot írja le. Ez a modell az alábbi mátrixalakban adható meg:

$$\underline{A} \underline{\delta y} = \underline{B} \underline{\delta x} \quad (3)$$

A (3) egyenlet alapján, a mérhető külső jellemzők értékei, illetve az együtthatómátrixok ismerete alapján meghatározható a belső jellemzők pillanatnyi értéke, azaz a rendszer műszaki állapota. Ez a feladat két módon oldható meg:



- Ha a belső jellemzők együtttható mátrixa négyzetes, a

$$\underline{D} = \underline{A}^{-1} \underline{B} \quad (4)$$

diagnosztikai mátrix felhasználásával azaz a

$$\underline{\delta y} = \underline{D} \underline{\delta x} \quad (5)$$

egyenlet alapján kell megbecsülni a belső jellemzők relatív eltéréseinek értékét [9].

- Ha az  $\underline{A}$  mátrix nem invertálható, az

$$\underline{u} = \underline{A} \underline{\delta y} \quad (6)$$

segédvektor bevezetésével módosítható a (3) egyenlet. Ekkor azt a  $\underline{\delta x}$  vektort kell megbecsülni, amely a legkisebb eltéréssel teljesíti az

$$\underline{u} - \underline{B} \underline{\delta x} = 0 \quad (7)$$

egyenlőséget [5].

A különböző pillanatnyi műszaki állapotok könnyű, de egzakt összehasonlítása érdekében úgynevezett vezető paramétereket célszerű meghatározni. Vezető paraméter a rendszer felhasználásával, légi üzemeltetésével kapcsolatos legfontosabb jellemző lehet. Ez vagy az egyik belső jellemző vagy egy, azokból közvetlenül meghatározható paraméter. Például ilyen jellemző hajtóművek esetén a tolderő vagy a hasznos teljesítmény.

A vezető paraméter pillanatnyi értéke és változási se-

bességének ismeretében dönthetünk, hogy a következő ellenőrzésig szükséges-e karbantartást vagy javítást végezni a rendszeren. Ehhez a jellemző, meghibásodáshoz tartozó értékének ismeretében meg kell határozni annak az üzemképes működéshez megengedhető értékét és változási sebességét.

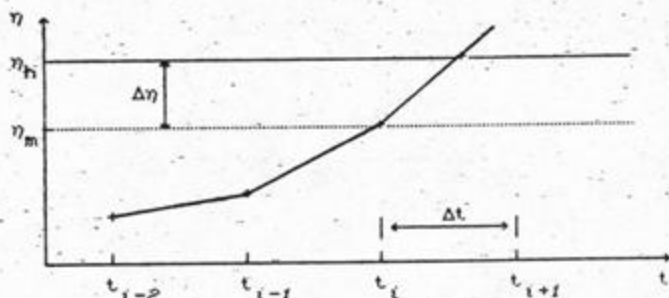
### 3. Üzemeltetési határértékek

Egy  $\eta$ -jeld paraméter meghibásodáshoz tartozó  $\eta_h$  értékének és az ellenőrzései közti  $\Delta t$  idő ismeretében az üzemképes működéshez megengedhető  $\eta_m$  értéke és  $\dot{\eta}_m$  sebessége meghatározásához feltételezzük, hogy

- az  $\eta$  paraméter változása  $\Delta \eta$  tartományban (1. ábra) lineáris;
- a paraméter változásának

$$\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$$

sebessége egy  $f(\dot{\eta})$  sűrűséggel jellemezhető, mely független a vizsgált rendszer üzemidejétől.



1. ábra  
Megengedhető határértékek meghatározása

Ha az  $i$ -edik ellenőrzésnél  $\eta$  eléri az  $\eta_m$  megengedett küszöböt és a paraméter ezt követően

$$\dot{\eta} > \frac{\Delta\eta}{\Delta t}$$

sebességgel változik, a jellemző a következő  $(i+1)$ -edik ellenőrzés előtt eléri az  $\eta_h$  meghibásodási értéket.

Ezért az üzemképes működéshez megengedhető paraméter-változási sebesség értéke:

$$\dot{\eta}_m = \frac{\Delta\eta}{\Delta t} \quad (8)$$

a meghibásodási valószínűség:

$$P_h(\Delta t, \Delta\eta) = P\left[\dot{\eta} > \dot{\eta}_h\right] = 1 - P\left[\dot{\eta} \leq \dot{\eta}_h\right] = 1 - \int_{-\infty}^{\dot{\eta}_m} f(\dot{\eta}) d\dot{\eta} \quad (9)$$

A  $Q$  kockázati - megengedhető meghibásodási - valószínűség ismeretében, azt a (9) egyenletbe behelyettesítve kapjuk

$$Q = P_h(\Delta t, \Delta\eta) = 1 - \int_{-\infty}^{\dot{\eta}_m} f(\dot{\eta}) d\dot{\eta} \quad (10)$$

Ha statisztikai illeszkedésvizsgálattal nem tudjuk meghatározni az  $\dot{\eta}$  paraméterváltozási sebesség sűrűségét, akkor valamely nevezetes eloszlástípust célszerű feltételeznünk. Ezek, a teljesség igénye nélkül:

- EGYENLETES eloszlás [3]:

$$f(\dot{\eta}) = \frac{1}{\eta_{\max} - \eta_{\min}} = \frac{1}{\Delta\eta} \quad (\text{ha } \dot{\eta}_{\max} \geq \dot{\eta} \geq \dot{\eta}_{\min}) \quad (11)$$

Ekkor:

$$Q = 1 - \frac{\dot{\eta}_m}{\Delta \dot{\eta}} = 1 - \frac{\Delta \eta}{\Delta t \Delta \dot{\eta}} \quad (12)$$

azaz:

$$\Delta \eta = (1 - Q) \Delta t \Delta \dot{\eta} \quad (13)$$

- EXPONENCIÁLIS eloszlás [7]:

$$f(\dot{\eta}) = \lambda e^{-\lambda \dot{\eta}} \quad (\text{ha } \dot{\eta} > 0) \quad (14)$$

Ekkor:

$$Q = 1 - e^{-\lambda \dot{\eta}_m} \quad (15)$$

illetve:

$$\Delta \eta = - \frac{\ln(1 - Q)}{\lambda} \Delta t \quad (16)$$

- NORMÁLIS (GAUSS) eloszlás [7]:

$$f(\dot{\eta}) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\dot{\eta} - m)^2}{2\sigma^2}} \quad (17)$$

Ebben az esetben, a fentiekhez hasonló, algebrailag könnyen levezethető megoldást nem találunk. Ezért a statisztikailag meghatározott, vagy felvett eloszlási adatok alapján, azokat standard normál eloszlásban kifejezve, határozhatjuk meg a megengedhető paraméterváltozási sebesség és a  $\Delta \eta$  tartomány nagyságát:

Az Üzemképes működéshez megengedhető paraméter érték:

$$\eta_m = \eta_h - \Delta\eta \quad (18)$$

Ha az  $\eta$  és az  $\dot{\eta}$  értékek kisebbek a (18), illetve a (8) egyenletekkel meghatározott értékeknél, akkor a rendszer a következő ellenőrzésig, karbantartásig legkevesebb 1-Q valószínűséggel nem hibásodik meg.

#### 4. Az eljárás alkalmazása

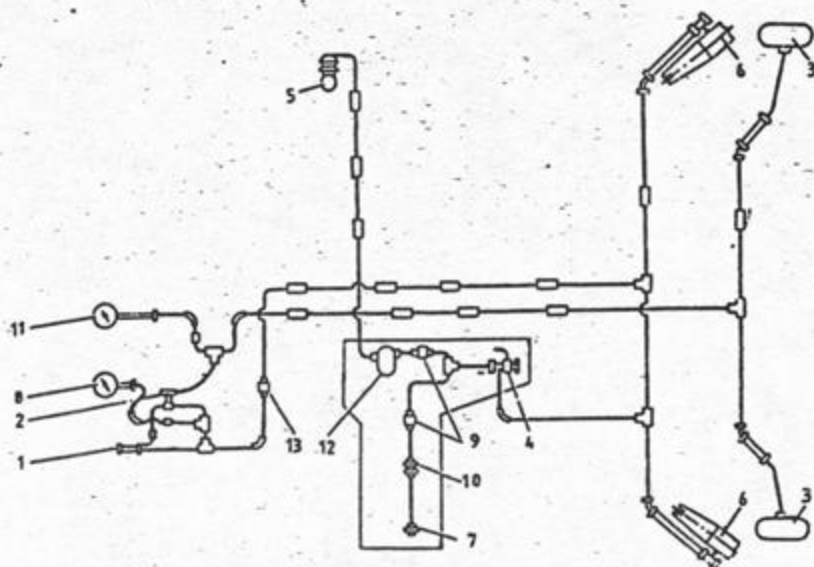
A diagnosztikára épülő Üzemeltetés-irányítási módszer kidolgozását és alkalmazásának lehetőségét a Mi-8 helikopter fűklévegő-rendszer állandósult matematikai modelljének felállításával és felhasználásával mutatjuk be [5].

A Mi-8 közepes szállító helikopter levegőrendszerének feladata a főfutómű kerekeinek fékezése, valamint tábori üzemeltetési körülmények között a futóballonok feltöltéséhez, illetve a futómű rugóstagok egyszeri utántöltéséhez szükséges sűrített levegő biztosítása [2]. A rendszer - a repülőműszaki gyakorlatban alkalmazott - elvi rajzát a 2. ábra szemlélteti.

Üzemi nyomástartomány:	$(p_t)$	40 - 50 <sup>+4</sup> atm
a tartályok térfogata:	$(V_t)$	10000 cm <sup>3</sup>
a munkahengerek üzemi nyomása:	$(p_f)$	0 - 31 <sup>+3</sup> atm
megengedett fékrés:	$(z_f)$	0,3 - 0,4 mm

1. Táblázat<sup>1</sup>  
A rendszer főbb adatai

A nyomásértékek megadásánál azért használunk nem SI mértékegységet, mert a [2] irodalom is így adja meg, illetve a rendszerbe beépített műszerek is ilyen beosztásúak. Ez a modell alkalmazásakor fontos.



2. ábra

A levegőrendszer elvi rajza

1 - PU-7 nyomáscsökkentő szelep; 2 - UPO-3/2 redukciós gyorsító; 3 - fékmunkahengerek; 4 - AD-50 nyomásautomata; 5 - AK-50T légszűrő; 6 - tartályok; 7 - földi csatlakozó; 8 - MVU-100 nyomásmérő; 9 - egyirányú szelep; 10 - levegőszűrő; 11 - MV-60 nyomásmérő; 12 - Ulepítőszűrő; 13 - levegőszűrő.

A rendszer funkcionális egységekre való bontása után a bennük lejátszódó fizikai folyamatokat - a fent említett WHITE BOX eljárással - leírjuk matematikai formában. Ekkor az alábbi egyenleteket kapjuk:

- Nyomáscsökkentő szelep:

$$P_v = \frac{F_{r1} - F_{r2} + A_d P_H - A_k P_u}{A_d - A_k} \quad (19)$$

- Redukciós gyorsító:

$$p_f = \frac{p_v A_1 - p_H A_2 - F_{r3}}{A_3} \quad (20)$$

- Fékpofa ( $j$ -edik):

$$F_j = (p_f - p_H) A_{fj} i_{fj} - \frac{i_{fj}}{i_{fj}} \left[ \frac{i_{fj}}{i_{fj}} z_j + x_o \right] s_j \quad (21)$$

- Tartály (adiabatikus expanziót feltételezve):

$$p_u = \left[ p_t - \frac{V_v(p_v - p_H) + \left[ V_{cs} \sigma + \sum_{j=1}^4 i_{fj} z_j A_{fj} \right] (p_f - p_H)}{V_t} \right] \cdot \left[ 1 - \frac{V_v(p_v - p_H) + \left[ V_{cs} \sigma + \sum_{j=1}^4 i_{fj} z_j A_{fj} \right] (p_f - p_H)}{V_t p_t} \right]^{n-1} \quad (22)$$

A felállított egyenletek logaritmikus linearizálása után

- a (19) egyenletből a:

$$\delta p_v = K_1 \delta F_{r1} - K_2 \delta F_{r2} - K_3 \delta p_u + K_4 \delta p_H \quad (23)$$

- a (20) egyenletből a:

$$\delta p_f = K_5 \delta p_v - K_6 \delta F_{r3} - K_7 \delta p_H \quad (24)$$

- a (21) egyenletből a:

$$\delta F_j = K_8 \delta p_f - K_9 \delta p_H - K_{10} \delta z_j - K_{11} \delta s_j \quad (25)$$

- a (22) egyenletből a:

$$\delta p_u = K_{12} \delta p_t - K_{13} \delta p_v - K_{14} \delta p_f + K_{15} \delta p_H + \sum_{j=1}^4 K_{16} \delta z_j \quad (26)$$

egyenletet kapjuk.

A szétválasztott mérhető, külső ( $\delta y$ ), illetve a nem mérhető, belső ( $\delta x$ ) paramétereket az alábbi két vektorba rendezzük:

$$\delta y = \begin{bmatrix} \delta p_H \\ \delta p_f \\ \delta p_u \\ \delta z_1 \\ \delta z_2 \\ \delta z_3 \\ \delta z_4 \\ \delta p_t \end{bmatrix} \quad (27)$$

$$\delta x = \begin{bmatrix} \delta p_v \\ \delta F_{r1} \\ \delta F_{r2} \\ \delta F_{r3} \\ \delta s_1 \\ \delta F_1 \\ \delta s_2 \\ \delta F_2 \\ \delta s_3 \\ \delta F_3 \\ \delta s_4 \\ \delta F_4 \end{bmatrix} \quad (28)$$

A fentiekben meghatározott vektorok együtthatómátrixait a (29) és a (30) egyenletekkel adjuk meg.

$$A = \begin{bmatrix} -K_4 & 0 & K_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ K_7 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -K_9 & -K_8 & 0 & K_{10} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -K_9 & -K_8 & 0 & 0 & K_{10} & 0 & 0 & 0 \\ -K_9 & -K_8 & 0 & 0 & 0 & K_{10} & 0 & 0 \\ -K_9 & -K_8 & 0 & 0 & 0 & 0 & K_{10} & 0 \\ -K_{15} & -K_{14} & 1 & -K_{16} & -K_{15} & -K_{16} & -K_{16} & -K_{12} \end{bmatrix} \quad (29)$$



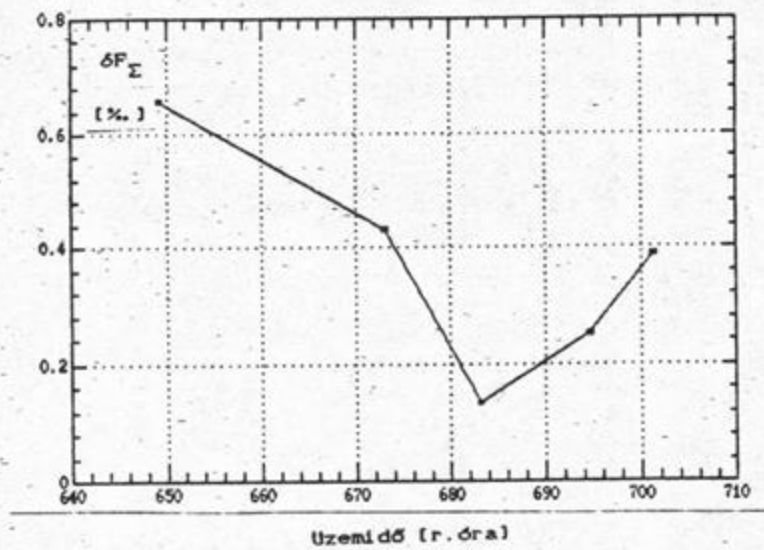
$$B = \begin{bmatrix} -1 & K_1 & -K_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ K_5 & 0 & 0 & -K_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{11} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{11} & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{11} & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{11} & -1 \\ -K_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (30)$$

Feltöltjük az együtthatómátrixokat, illetve - a mérési eredmények alapján - meghatározzuk a  $\delta y$  vektort. Mivel az  $A$  mátrix nem négyzetes, a belső jellemzők relatív eltéréseinek vektorát a (6) és a (7) egyenletek felhasználásával becsülhetjük meg.

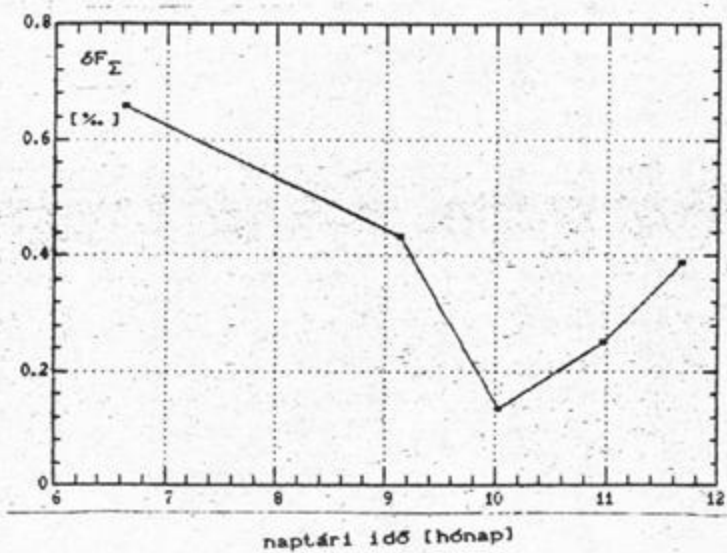
Vezető paraméternek az összfékhatás csökkenését célszerű választani.

Mivel statisztikai illeszkedésvizsgálathoz nem rendelkezünk elegendő számú mérési eredménnyel, az Üzemeltetési határértékek meghatározásához a paraméter változási sebesség sűrűségét egyenletes eloszlásuként kezeljük - lásd a (11); (12) és (13) egyenleteket.

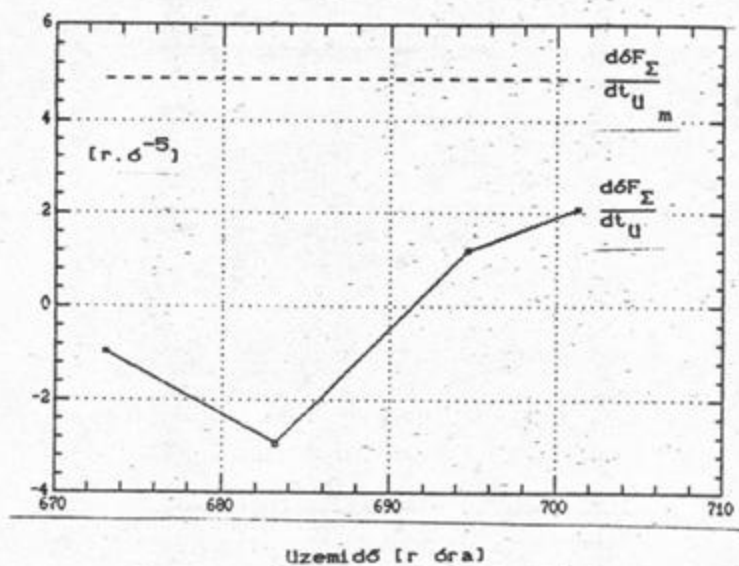
A mérések elvégzésére kiválasztott helikopter Üzemideje az 1995. június 19. és november 20. közötti időszakban 52 óra 06 perc (649.10 - 701.16) volt. Az összfékhatás csökkenés meghatározott értékeit szemlélteti a 3. és a 4. ábra, az Üzemidő, illetve a naptári idő függvényében. Az 5. és a 6. ábra az utóbbi négy méréshez tartozó változási sebességeket mutatja be az Üzemidő és a naptári idő függvényében.



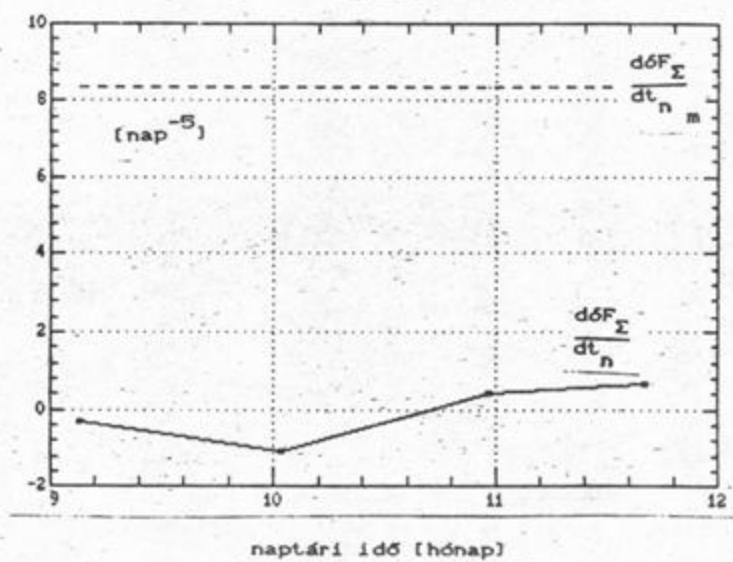
3. ábra



4. ábra



5. ábra



6. ábra

### 5. Összefoglalás

Jelen tanulmányban egy repülőgép pneumatikusrendszer üzemeltetési folyamatának - mint egy Markov-folyamatnak - állapotbecslési eljárásra épülő, irányítási módszerét dolgoztuk ki.

A kidolgozott módszer bevezetéséhez, alkalmazásához szükséges adatok a jelenlegi kiszolgálási technológia által megengedett módon a helikopter fedélzeti műszereinek, valamint a műszaki kiszolgáló századok eszközeinek felhasználásával is beszerezhetők.

A matematikai-diagnosztika alkalmazására épülő üzemeltetési folyamatirányítási módszer alkalmas a földi üzemeltetési (üzembentartási) munka minimalizálására, a rendszer megfelelő üzemképességi szintjének biztosítása mellett.

A bemutatott eljárás gyakorlati alkalmazási lehetőségét egy harcrendben lévő helikopteren végzett mérések végzésével, illetve azok kiértékelésével igazoltuk.

### 6. Alkalmazott jelölések

$A_d$	- nyomáscsökkentő dugattyú felülete;
$A_j$	- redukciós gyorsító $j$ -edik dugattyú felülete;
$A_k$	- nyomáscsökkentő kis beeresztő szelepnél felülete;
$F_{r1}$	- nyomáscsökkentő redukciós rugójának ereje;
$F_{r2}$	- nyomáscsökkentő "2" rugójának ereje;
$F_{rgy}$	- redukciós gyorsító rugójának ereje;
$F_{\Sigma}$	- összfékerő;
$i_{fj}$	- a $j$ -edik fékpofa "dugattyú-fékpofa" áttétele;
$i_{rj}$	- a $j$ -edik fékpofa "dugattyú-rugó" áttétele;
$K_j$	- együttható mátrixok $j$ -edik konstansa;
$m$	- várható érték;

$P$	- valószínűség;
$P_h$	- meghibásodási valószínűség;
$P_f$	- féklevégő nyomás;
$P_H$	- környezeti nyomás;
$P_t$	- tartálynyomás a fékezés előtt;
$P_u$	- tartálynyomás a fékezés után;
$P_v$	- vezérlő nyomás;
$Q$	- kockázati valószínűség;
$s_j$	- a $j$ -edik fékpofa visszatérítő rugójának merevsége;
$t$	- idő;
$t_n$	- naptári idő;
$t_u$	- üzemidő;
$V_{cső}$	- csővezeték térfogata;
$V_v$	- vezérlőnyomású rendszer rész térfogata;
$V_t$	- a tartály térfogata;
$x$	- általános belső jellemző;
$y$	- általános külső jellemző;
$z_j$	- a $j$ -edik fékpofa rése;
$\eta$	- általános jellemző;
$\eta_h$	- $\eta$ jellemző meghibásodáshoz tartozó értéke;
$\eta_m$	- $\eta$ jellemző üzemképes működéshez megengedhető értéke;
$\dot{\eta}$	- $\eta$ jellemző változási sebessége;
$\dot{\eta}_m$	- $\eta$ jellemző üzemképes működéshez megengedhető változási sebessége;
$x$	- levegő adiabatikus kitevője;
$\sigma$	- szórás;
$A$	- külső jellemzők együttható mátrixa;
$B$	- belső jellemzők együttható mátrixa;
$D$	- diagnosztikai mátrix;
$u$	- segédvektor;
$0$	- nullvektor.

## 7. Felhasznált irodalom

- [1] - Abdel-Fattah, A. Engine Maintenance Cost Management, TU of Budapest, Budapest, 1995.
- [2] - Данилов, В. А., Вертолет Ми-8, устройство и техническое обслуживание, Транспорт, Москва, 1988.
- [3] - Detreköi, Á. Kiegyenlítő számítások, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- [4] - Gyurkovics, I., Mezőgazdasági repülőgépek diagnosztikai vizsgálatokra épülő üzemeltetési és javítási rendszere, BME. Közlekedésmérnöki Kar, Budapest, 1978.
- [5] - Pokorádi, L., On-Condition Operation of Aircraft Pneumatic System Based on Mathematical Diagnostic, Proc. of the 11. Hungarian Days of Aeronautical Sciences, Budapest, 1996, 259-269.
- [6] - Pokorádi, L., Üzemeltetési rendszerek vizsgálata a Markov-folyamatok elméletének alkalmazásával, X. Magyar Repüléstudományi Napok, Szolnok, 1993, I. kötet 154-165.
- [7] - Prékopa, A., Valószínűségelmélet műszaki alkalmazásokkal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [8] - Szabó, I., Gépészeti rendszertechnika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- [9] - Синдеев, И. М., Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования, Транспорт, Москва, 1984.
- [10] - Szűcs, E., Hasonlóság és modell, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.



Ribárszki István alezredes  
egyetemi adjunktus

## A repülőgép vezetők téri tájékozódási zavarairól

Benson (1988) figyelemre méltó kutatási eredményre jutott. 242 F-16-os amerikai vadászpilótát kérdezett meg, hogy repülés közben fellép-e náluk a téri tájékozódás zavara. A válaszok: 2 % soha, 38 % nagyon ritkán, 46 % néha, 12 % gyakran, 2 % szinte mindig. A tények ismeretében indokoltnak látszik megvizsgálni a jelenség hátterét, megkeresni a téri tájékozódási zavarok lehetséges okait, hatásuk csökkentésének lehetőségeit.

A téri képesség közismerten az intelligencia egyik alapvető dimenziója, világosan elkülönül a verbális intelligenciától vagy az általános gondolkodási képességtől. Több megfogalmazása ismert. A téri képesség a „téri objektumok - azok egymáshoz viszonyított elhelyezkedése, téri pozíciója - belső reprezentációjának kódolásában, átalakításában, létrehozásában és felidézésében mutatott kompetencia” (Cooper, Regan, 1982); „az egyén képessége egy objektum helyét meghatározni a térben, gondolatban átrendezni az objektumokat, felismerni formájukat ...” (Lips, Meyers, Colwill, 1978); „vizuális érzékeletekről való gondolkodás képessége” (Pellegrinó, Hunt, 1989). Valamennyi megfogalmazásban közös, hogy a téri képesség a gondolkodás része, téri adatokkal végzett műveletek végrehajtásának képessége, a kognitív gondolkodás egy formája.

Boer (1991) szerint a téri képesség három összetevőre bontható: A téri viszonylatok, a vizualizáció és a tájékozódás. A *téri viszonylatok* jelenti azt a képzelő képességet, hogy hogyan fog egy objektum megjelenni, ha a térben elforgatjuk. (Mérlik az amerikai és a dán pilóták kiválasztása során.) A *vizualizáció* az a képzeti művelet, amelyben a téri elemeket egy nagyobb egységgé állítjuk össze. Átfogóbb és rugalmasabb gondolkodást igényel, mint a másik két részképesség (Egyedül a német légierőben mérték néhány éven keresztül.) A *téri tájékozódás* annak elképzelése, hogy az ingerek milyen elrendezésben fognak megjelenni egy más perspektívából. Feltételezi a viszonyítási keretek átrendezésének képességét, az új nézőpontból hozott számos viszonyítás, döntés meghozatalát. (Téri tájékozódás tesztek Hollandiában, Belgiumban, Németországban használnak.)

Mindhárom részképesség tesztelésénél a kognitív teljesítményt mérik. A tesztek ábrái sematikusan ábrázolt téri formák, jól kivehető kontúrokkal, amelyek érzékelése semmi gondot nem okoz. Így a téri képességeket mintegy azonosítják a téri gondolkodással, a tesztek „kirekesztik” az érzékelési és az észlelési folyamatok vizsgálatát, azokat adottnak, jól működőnek veszik. A valós repülési körülmények között ez azonban nem mindig igaz. A pilóta kerülhet olyan helyzetbe, amikor a szenzoros input és a téri gondolkodás (helyzetének megítélése) ellentmond egymásnak, és ez téri illúziókat, tájékozódási zavart okoz. Sőt, ha tudatában is van a tájékozódási zavarának, a meggyőző (szemmel látható!) téri érzékeletek megakadályozzák a valós helyzet szerinti tájékozódás visszanyerésében. Mindez folyamatos változásban, tájékozódási folyamatban történik, ami még inkább megnehezíti a pontos eligazodást. Tehát célszerű részletesebben megvizsgálni az érzékeletek szerepét a tájékozódási



folyamatban, majd hogy hogyan jön létre a tájékozódási zavar, végül a tájékozódási zavar és a téri képességek összefüggését.

**Az érzékek szerepe.** A tájékozódási információk egyrészt a természetes környezet hatásai által keltett vizuális, kinesztetikus és vestibuláris érzékek értelmezéséből, másrészt a pilótafülkében elhelyezett műszerek jelzéseinek (irányjelző, műhorizont, stb.) vagy a földi irányítás jelzéseinek értelmezéséből hozhatók létre. Az ember nagy kapacitással rendelkezik a különféle típusú téri adatok befogadására, a téri tájékozódást biztosító összefüggő kép kialakítására. Fontos, hogy csak a természetből jövő információkra jellemző az azonnali előhívhatóság. A természetes információ automatikusan és azonnal megjelenik, nem igényel tudatosságot tájékozódási képpé szerveződése. Akkor is előjön, ha az egyén más tevékenységgel van elfoglalva. A mesterséges úton érkező információ nem azonnali megjelenésű, valamilyen szintű értelmezést, átalakítást igényel. A pilótafülkében nagy számban vannak tájékozódást segítő műszerek, amelyek leolvasása gyakorlással gyorsítható, automatikussá tehető, de sohasem éri el a természetes információk azonnali megjelenését (Shiffrin, Shneider, 1973).

A mesterséges információ értelmezésének szükségessége fokozza a pilóta veszélyeztetettségét. Nem csak a félelem és a stressz csökkentéséhez szükséges kapacitásból vonhat el, hanem egy regresszív folyamatban egyre alacsonyabb szintű tevékenységet eredményez. Tapasztalt pilóták számoltak be arról, hogy erős veszélyeztetettség esetén tévesen értelmezték a műszeren a horizont és a gép jelét, a horizontot „akarták” a gép helyzetéhez igazítani, nem a gépet a horizonthoz. A tévedés abból a természetes tendenciából ered, hogy az egyén a környezete alapján tájékozódik, amely az adott esetben maga a pilótafülke. A viszonyítási keret kialakításában a pilótafülke nagyobb szerepet játszik, mint a kis jel a műszeren.

A jelenség összefügg a látás kettős természetével. A látás két, funkcionálisan elkülönülő rendszerből áll: a környéki látásból és a fókális látásból. A környéki látás a téri lokalizációra és a tájékozódásra specializálódott. Széles látómezőből a retina periférikus területeire érkező ingereket dolgozza fel. Nem képes a részletek megkülönböztetésére, de a mozgásra nagyon érzékeny, és a „hol” kérdésre ad választ. A fókális látás a tárgyak felismerésére és azonosítására szolgál, a „mit” kérdésre ad választ.

Normális esetben a környéki látás együttműködik a kinesztetikus és a vestibuláris érzékeléssel. A hallás általában kevés szerepet játszik a téri tájékozódásban a repülés során.

**A tájékozódási zavar** esetünkben úgy definiálható, mint az egyén a föld felszínéhez és a függőlegeshez viszonyított helyzetének téves megítélése. A tájékozódási zavar két típusát különböztethetjük meg. Az egyik, amikor az objektív és a szubjektív téri helyzet nem azonos, és úgy nevezhetjük, hogy téves tájékozódás. Úgy is tekinthetjük, mint elfogadott tájékozódási illúzió. A másik, amikor az egyén bizonytalan, nincs határozott képe térbeli helyzetéről, és ezt nevezhetjük elégtelen tájékozódásnak.

Mindkét esetben a tájékozódási zavar fő oka a korlátozott vizuális kapcsolat a földdel. A korlátozottságot okozhatja a nagy repülési magasság strukturálatlan terület felett (sivatag, nyugalmas tengerfelszín, a nap irányába repülés, a köd, füst, felhő, eső,

sötétség). Az ilyen esetekben az elégtelen tájékozódás a gyakoribb. A téves tájékozódás inkább olyankor áll elő, amikor van némi külső támpont, de az bizonytalan, nehezen azonosítható, összetéveszthető valami mással (például a pilótának egy ferde szögbe eső egyenes partvonal, amit összetéveszthet a horizonttal).

A tájékozódási érzékek között a látás a meghatározó. Am rossz látási viszonyok között jelentősége csökken, a vizuális információk könnyen a vesztibuláris érzékek hatása alá kerülhetnek. A tájékozódási illúziók aszerint is osztályozhatók, hogy látási hibából avagy vesztibuláris hibából származnak. A vesztibuláris rendszer a földi viszonyok közötti rövid idejű gyorsulások érzékelésére alakult ki, néhány másodperc alatt adaptálódik a gyorsuláshoz. Így a repülés során ha egy állandó sebességű forgó vagy forduló mozgás hirtelen megszakad, az adaptálódott vesztibuláris rendszer ellenkező irányú mozgást jelez. Ráadásul az adaptálódott körülmények között végzett fejmozgás tovább bonyolítja az érzékelést. A fejnek a forgás vagy a forduló sugara mentén történő elmozdulása (például a reülógép hossz tengelye körüli forgásakor a pilóta "kihúzza magát" vagy lehajtott helyzetből erősen felemeli a fejét, illetve egy vízszintes fordulóban jobbra vagy balra dönti a fejét, felsőtestét) egy úgynevezett koriolisz hatást eredményez, illetve a fej elmozdulása (megváltozott térbeli helyzete) a vesztibuláris rendszer három dimenzió mentén elrendezett félkörös ívjárait a forgási tengelyhez képest új pozícióba hozza.

A vesztibuláris rendszer hasonlóan adaptív a gravitációra és az egyenes vonalú gyorsuló mozgásra. Például egy nagyívű tartós forduló során a bedöntött gépben ülő pilótára ható, egymásra merőleges gravitációs és centrifugális erők eredője a pilóta gerincével párhuzamos, tehát a megdöntött irányt érzi „függőlegesnek”.

A kinesztetikus érzékelésnek is hasonló korlátai vannak. A receptorok a nyomás változására érzékenyek, jobban jelzik a nyomás megváltozását, mint az állandósult nyomást, amely a repülés során gyakori.

A tájékozódási zavarhoz vezető megtévesztő érzékelés összetett folyamata jól bemutatható a repülésben gyakran előforduló esetén. A pilóta hosszabb ideig egyenes útvonalon repül, nem figyel állandóan a műszerfalat. A légmozgások korrigálására tett apróbb, pontatlan kormánymozdulatok hatására a repülógép egy nagyívű, tartós balfordulóba mehet át, miközben a pilóta azt hiszi, hogy továbbra is egyenes irányban, vízszintesen repül, hiszen a periférikus látómezőjébe eső szárnyak testhelyzetéhez képest továbbra is vízszintesek. A műszerfalra pillantva először nem hisz a szemének. A vesztibuláris rendszer nem jelez fordulót, mert az apró eltérések hatására észrevétlenül adaptálódott, a gravitációs és a centrifugális erők eredője a „valós” függőleges irányt erősítik meg. Tegyük fel, hogy a pilóta a műszernek hisz, a gépet ki akarja hozni a balfordulóból, tehát jobbra mozdítja a botkormányt. Mivel a pilóta adaptálódott, a balforduló csökkentése már azt a vesztibuláris érzékletet kelti, hogy jobbra fordul. Sőt, a repülógép hossz tengelye körüli elfordulás és a fej sugárirányú elmozdulása következtében fellépő koriolisz hatás az emelkedés vagy süllyedés érzetét is keltheti. Az együttes téri tájékozódási érzékek hatására a pilóta visszakorrigál és újból, most már emelkedő, vagy süllyedő bal fordulóból meg át. A hamis érzékek nem csak a kezdőknek okoznak problémát, hanem a tapasztaltaknak is, akik tudják, hogy a tájékozódási zavar állapotába kerültek, és ennek tudatában próbálják visszanyerni helyes tájékozódásukat.

A kérdés, hogy egyes pilóták hajlamosabbak-e a tájékozódási zavarra, mint mások, elméleti és gyakorlati szempontból is nagy fontossággal bír. Ha létezik a tájékozódási zavarra való hajlam, akkor kívánatos lenne mielőbb figyelembe venni a pilótajelöltek kiválasztásában. A cikk elején említett, Benson által végzett felmérés azt mutatja, hogy az egyének között van különbség, mert vannak akik gyakran és vannak akik egyáltalán nem kerülnek tájékozódási zavarba.

*A tájékozódási zavar és a téri képességek összefüggése.* A tájékozódási zavarra való hajlamban tapasztalt különbségek lehetséges magyarázatát a figyelemmel és a téri képességekkel összefüggő pszichológiai jellemzőkben kereshetjük. Valószínűnek látszik, hogy a figyelemnek a tájékozódást szolgáló információ forrásokra történő óvatos és következetes ráirányításával megelőzhető az elégtelen tájékozódás, illetve a téves tájékozódás elkerülhető a műszerfal rendszeres ellenőrzésével. Továbbá a műszerfalra és a váratlan, különös tájékozódási információkra fordított figyelem növeli annak esélyét, hogy a tájékozódási zavart már a legkorábbi stádiumában felismerhessük.

A specifikus téri képességek a tájékozódási zavarból való visszatérésben lehetnek fontosak. A visszatérés biztosítható tisztán kognitív úton, az egyén - föld viszonylatú tájékozódási megfontolások újrakonstruálásával. Bár az érzékek akadályozhatják a visszatérést, mégis a szilárd kognitív „téri gondolkodás” képes legyőzni az érzékek sugallta következtetéseket. A másik specifikus tényező az a képesség, hogy a pilóta milyen könnyen, milyen kevés kapacitás lekötésével tudja a téri tájékozódást fenntartani, az újratájékozódást végrehajtani. Amíg a tájékozódási zavarra hajlamos pilóta alacsony munkaterhelés alatt pótlólagos erőforrásokat tud mozgósítani képességhiányának kompenzálására, addig nagy munkaterhelés alatt erre nincs lehetősége, a tájékozódási zavar bekövetkezik. A harmadik tényező lehet a téri tájékozódási információk ellentmondásosságának felismerésére való érzékenység. Ennek méréséhez azonban még pontos fogalmaink nincsenek. A tájékozódási zavar jelenlegi definíciója elégtelen arra, hogy a tájékozódási illúziót a tájékozódási zavar eseteként vagy valami más minőségként határozhassuk meg. Például egy pilóta mondhatja azt, hogy tájékozódási zavarban szenved, mert érzékei alapján tájékozódási illúziói vannak, bár egész idő alatt a műszerek alapján tudatában van annak, hogy valójában milyen helyzetben repül. Más pilóta ugyanebben a helyzetben tagadhatná, hogy egyáltalán fellépett a tájékozódási zavar lehetősége. *Ez módon a tájékozódási zavar megállapítása szubjektív, kérdőíves vizsgálatnál nem kaphatunk értékelhető eredményt.*

Összefoglalásként azt mondhatjuk, hogy a pilótának nem csak azért kell jó téri képességekkel rendelkeznie, mert a feladatainak végrehajtása (navigáció, manőverek, légiharc) ezt megköveteli, hanem azért is, mert a jó téri képességek mentális kapacitásokat szabadítanak fel más feladatok végrehajtásához, csökkentik a mentális túlterheltséget, a hibák bekövetkezésének valószínűségét. Ennek ellenére a pilótajelöltek téri képességeinek felmérése csak részleges. Az alkalmazott tesztek arra irányulnak, hogy a téri tájékozódásban alkalmazott mentális folyamatokat ellenőrizzék. Nem teszik igazán próbára az érzékelést, mert ezek a tesztek az intelligencia méréséhez kapcsolódó céllal készültek. A pilóták kiválasztására készített speciális tesztek a repülő kiképzés kezdeti szakaszára jellemző elemi követelmények szerint szűrik a jelölteket. Mivel a kiképzés kezdeti szakaszában a téri képességekkel szembeni követelmények közel sem olyan magasak, mint a későbbi, a harc kiképzés körülményei közepette, így az elemi követelményeknek való megfelelés nem jelenti automatikusan a magasabb

követelményeknek való megfelelést is. Ajánlatos volna, ha a légtérben mutatott téri hatékonyság alapvető kritérium lenne, például a kiképző által, vagy a légiharc gyakorlása során az „ellenfél” által kiállított minősítés. A közismerten tájékozódási zavar veszélyes helyzeteket, mint az éjszakai kötélelfelszállás, fel kellene használni a tájékozódási zavarral szembeni ellenálló képesség mérésére.

A pilóták téri képességeinek tesztelését olyan feltételek között kellene végrehajtani, amely leginkább hasonlít a valós repülési helyzetekhez. Az egyik lehetőség a pilótajelöltek tesztelésénél, hogy olyan egyéb feladatokkal terheljük, amely csak csökkentett figyelmi kapacitást enged a tájékozódáshoz. Továbbá, a teszteket ki lehetne terjeszteni a tájékozódást biztosító érzékek ellentmondásos eseteiben mutatott viselkedés mérésére. Ezáltal nagyobb hangsúlyt kapna az érzékelési folyamat által befolyásolt kognitív gondolkodás képessége a kiválasztásban.

#### Irodalom:

- Benson, A. J. (1988) Disorientation - general aspects, In: Ernsting, J., King, P. (szerk.) Aviation medicine, London: Butterworths 227-296. old.
- Boer, L. C. (1991) Spatial Ability and Orientation of Pilots, In: Gal, R., Mangelsdorff, A. D. (szerk.) Handbook of Military Psychology, John Wiley and Sons, New York, 104-114. old.
- Cooper, L. A., Regan, D. T. (1982) Attention, perception and intelligence, In: Sternberg, R. J. (szerk.) Handbook of Human Intelligence, Cambridge, Cambridge University Press 123-169. old.
- Lips, H., Myers, A., Colwill, N. (1978) Sex differences in ability, In: Lips, H., Colwill, N. (szerk.) Psychology of sex differences, Englewood Cliffs 145-173. old.
- Pellegrino, J. W., Hunt, E. B., Abate, R., Farr, S. (1987) A computer-based test battery for the assesment of static and dynamic spatial reasoning abilities, Behavior Research Methods, Instruments and Computers, 19, 231-236. old.
- Shiffrin, R. M., Schneider, W. (1977) Controlled and automatic human information processing, Psychological Review, 84, 127-1190. old.