

Dombovári Magdolna[✦]

A különböző műszakrendek hatásai a katonai teljesítményre

DOI 10.17047/HADTUD.2024.34.1.123

Műveleti és nem műveleti időszakokban egyaránt egyre nagyobb az igény a világ hadseregeiben az éjszakai munkavégzésre, illetve a többműszakos munkarend alkalmazására. Az emberi szervezet alvás szabályozásának sajátosságai miatt az ilyen munkabeosztások gyakran járnak együtt rossz alvásminőséggel vagy tényleges alváshiánnyal, mely veszélyezteti a katonák személyes biztonságát, a küldetés sikerét, és így áttételesen a nemzetbiztonságot. A jelenlegi a tanulmányban az esetek leírása, valamint az ott alkalmazott műszakrendek elemzése segítségével tekintem át a 24 órás cirkadián ritmust nem respektáló műszakrendek veszélyeit. Célom, hogy a ráirányítsam a figyelmet a műszakbeosztások megfelelő tervezésére, és így csökkenthető legyen az alváshiány miatt a katonai állományt érintő terhelés, illetve baleseti kockázat.

KULCSSZAVAK: többműszakos munkarend, alváshiány, kognitív képességek, baleseti kockázat, krónikus betegségek

The Impact of Different Shifts on Performance in Military

In both operational and non-operational periods, there is an increasing demand for night work and the use of multi-shift working in the world's military forces. Due to the nature of the human body's sleep regulation, such work schedules are often associated with either relative or actual sleep deprivation, which endangers the personal safety of soldiers, mission success and therefore national security. This paper reviews the dangers of shift schedules that do not respect the 24-hour circadian rhythm by describing the incidents and analysing the shift schedules used on the ships. My aim is to draw attention to the need for proper planning of shift schedules in order to reduce the stress and accident risk due to sleep deprivation.

KEYWORDS: multi-shift work, sleep deprivation, cognitive abilities, accident risk, chronic diseases

✦ Nemzeti Közsolgálati Egyetem Hadtudomány Doktori Iskola, doktorandusz –
National University of Public Service, Doctoral School of Military Science, PhD Student;
E-mail: magdolna.dombovari@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0007-9520-6093>

Bevezetés

Műveleti időszakokban, illetve azon kívül is egyre növekvő igény jelentkezik a világ hadseregeiben a különféle többműszakos munkarendek alkalmazására. A többműszakos munkarend esetén a munkavégzés legalább 50%-a reggel 8 és délután 4 órán kívüli időszakra esik. A 20. század eleje óta az ipar, a kereskedelem, az egészségügy és a különböző rendvédelmi szervezetek területén is megjelent ez a fokozott igény a nap 24 órájában történő munkavégzésre, és ez különböző műszakrendek, munkabeosztások kidolgozását vonta maga után. Magyarországon a KSH 2005-ben közölt felmérése szerint az aktív foglalkoztatottak 28,8%-a dolgozott az egyműszakos, normál nappali munkarenden kívüli beosztásban, ezen belül a fegyveres erők, fegyveres testületek foglalkoztatottjai 45,9%-ban.¹ Az Egyesült Államokban egy 2017–2018-as adat szerint a munkavállalók 16%-a nem nappali munkarendben dolgozik.² Különböző munkarendek léteznek: reverz, csak éjszakás műszak, 24 órás munkavégzés vagy rotáló, gyorsan váltó műszakbeosztások. A műszakok tervezésekor világszerte rendszerint a termelékenység és a költséghatékonyságot vették figyelembe, a munkavállalókat érő hatások a legtöbbször a háttérbe szorultak.³ A munkarend tartósan magas teljesítményt vár el az átlagostól eltérő, szokatlan ritmusú viszonyok között, illetve az adott műszakban hosszabb ideig tartó ébrenlétet követel meg. Ugyanakkor a pihenő időszakokban a cirkadián, 24 órás belső ritmus által diktált időn (úgynevezett alváskapun) kívül van csak lehetőség az alvásra, emiatt elalvási, átalvási nehézség jelentkezhet, és az alvás rekuperációs értéke csökkent. A fentiek miatt a többműszakos beosztásban dolgozó személyeknél tartósan rossz minőségű, elégtelen idejű alvás jelentkezik, rövid, illetve hosszú távú következményeket okozva. A rövid távú következményként az alváshiány ismert jelenségeit tapasztalhatjuk meg, úgymint napközbeni álmoság, fáradtság, emellett kognitív, memória- és figyelmi problémák, megnövekedett baleseti rizikó, fokozott stressz-érzékenység, szorongás, illetve munkateljesítmény-csökkenés.⁴

Az elégtelen alvás miatt hosszú távon a már említett rövid távú káros hatások mellett az amúgy teljesen egészséges személyek esetében is elhízás, a vérzsírok szintjének kóros emelkedése, szív-érrendszeri következmények, metabolikus szindróma, 2-es típusú diabetes mellitus, egyes daganattípusok, például vastagbélrák gyakoribb kialakulása, poszttraumás stressz-zavar, illetve hangulatzavar jelentkezése is várható.⁵ Más alvászavarok, például obstruktív alvási apnoe, inszomnia, illetve paraszomniák társulása is előfordulhat. A katonai szolgálat során, annak speciális jellege miatt a fent ismertetett rövid és hosszútávú következmények további súlyos problémákat vonnak maguk után. A fegyveres szolgálat megfelelő szintű ellátásához olyan neuropszichológiai funkciókat követel meg, mint az állandó éberség, tartós figyelem, valamint a gyors, felelősségteljes döntéshozatal képessége, ugyanakkor gyakran

1 Központi Statisztikai Hivatal 2005, 23.

2 U.S. Bureau of Labor Statistics 2019.

3 Wong, Dawson, van Dongen 2019, 135–138.

4 Medic, Wille, Hemels 2017, 151–161.

5 Narang, Manlhiot, vies-Shaw 2012, 913–920.

zord körülményekkel, monotonitással kell megküzdeni. Emellett a többműszakos munkarend megtöri a katona cirkadián ritmusát is.⁶ A rövid távú alvásmegvonás miatt kognitív, illetve exekutív funkciózavarok következményei okozhatnak érthető módon kiemelt problémát, mint az impulzív viselkedés kontrolljának csökkenése, a felesleges kockázatvállalás, a csökkent ítélőképesség. A hosszú távon végzett többműszakos munkarend, illetve éjszakai szolgálat pedig a katonák krónikus fizikális és mentális megbetegedéséhez vezethet, mint szív-érrendszeri kórképek,⁷ alkoholizmus és egyéb szerhasználat,⁸ illetve mentális betegségek.⁹ A katonák esetében a nagy fizikai igénybevétel jelentő, megterhelő feladatok, robbanásoknak való kitettség, tompa koponyasérülések tovább rontják az alvászavarhoz társuló hosszú távú szövődmények következményeit.

Megismerve a többműszakos munkarend keltette súlyos problémákat, joggal merül fel a kérdés, hogy milyen lehetőségek állnak rendelkezésre a teljesítmény növelésére, valamint a hosszú távú következmények kivédésére. A tanulmány írásakor a világ hadseregeinek vezetői fokozottan foglalkoznak az alvás kritikus szerepével a másnapi teljesítmény, valamint a hosszú távú, katonai karrierre is kiható fizikai és mentális teljesítmény javítása érdekében. Ilyen például az amerikai hadsereg P3 triád programja (*Private Public Partnership*), mely szerint a megfelelő fizikai és szellemi kondíció alapfeltétele a megfelelő alvás, mozgás és táplálkozás. Az Amerikai Egyesült Államok 6-22.5 tábori kézikönyve (*Field Manual*) is elismeri az alvás fontosságát, és útmutatást ad a katonai vezetőknek az alvászavarok csökkentésére irányuló intézkedések végrehajtásához. A műveleti időszakokban pedig a megszakított vagy elégtelen mennyiségű alvás hatásának ellensúlyozását gyógyszeres és nem gyógyszeres eszközökkel javasolják támogatni.¹⁰

A többműszakos munkarend káros hatásairól, az adaptáció sikerességéről, a különböző műszakbeosztások előnyeiről, hátrányairól, illetve az emberi szervezet élettani folyamataira gyakorolt hatásairól (például melatonin-, illetve kortizol-szint) számos vizsgálat, tanulmány jelent meg, ezek életre hívását az ipar, az egészségügy, valamint a közszolgálat (például a tűzoltóság) a folyamatos munkavégzés iránti egyre nagyobb igénye indokolja.¹¹ Katonai vonatkozású cikkek a többműszakos munkarend hatásának következményeit illetően viszont ritkán jelennek meg, pedig a 12–24 órás műszakrendek széles körben elterjedtek a katonai szolgálat során is. A vizsgálat nehézségét főképp az adja, hogy a katonák esetében a küldetést nem lehet adatgyűjtéssel megzavarni, a körülmények és a műszakbeosztások a feladatnak megfelelően változóak, gyakran egyfajta beosztási helyzet csak rövid ideig tart. A jelenleg elérhető tanulmányok nagy része a rövid távú alvásmegvonás hatásait vizsgálja, eredményeik általában a lövészeti gyakorlat során a célzás pontosságáról, a barát–ellenség megkülönböztetés képességéről adnak visszajelzést.

6 Szakács 2020, 149–173.

7 Ulmer, Bosworth, Germain et al. 2015, 544–555.

8 Jacobson, Ryan, Hooper 2008, 663–675.

9 Mysliwiec, McGraw, Pierce 2013, 167–174.

10 Good, Brager, Capaldi et al. 2020, 176–191.

11 Burch, Yost, Johnson et al. 2005, 893–901.

A továbbiakban áttekintjük az alvás idegrendszeri szabályozását, valamint a többműszakos munkarendek hatását egy speciális katonai populáció, az amerikai haditengerészet vonatkozásában.

Az alvás szabályozása

A többműszakos munkarend következményeinek megértéséhez szükséges röviden áttekinteni az alvás szabályozási folyamatait, illetve a cirkadián ritmus sajátosságait. Az alvás szabályozását alapvetően két folyamat szabályozza, melyet Borbély Sándor, magyar származású alváskutató munkássága alapján ismerünk. Az alvás idegrendszeri szabályozásának kétfolyamatos koncepciójának elmélete szerint az alvás-ébrenlét ciklusokat a cirkadián és a homeosztatisztikus komponensek együttes működése szabályozza.¹²

A cirkadián ritmust szabályozó neurológiai szerkezetek

A földi élővilág, köztük az ember alapvető biológiai jellemzője a 24 órás, cirkadián ritmus. Az aktivitás és a pihenés, az ébrenlét és az alvás precíz 24 órás ciklusokban jelentkezik, melyek a fény és a sötét napciklusához való alkalmazkodásként alakultak ki. Ezeket a ritmusokat cirkadián ritmusoknak nevezik. Az elmúlt 60 évben mind az ébrenlét, mind az alvás neurobiológiájáról, illetve ezek cirkadián szabályozásáról jelentős ismereteket szereztünk. A ritmus az emberi agy vegetatív szabályozásáért felelős hypothalamus elülső részén található, cirkadián pacemakerként működő nucleus suprachiasmaticus (NSC) mag működésén alapszik, amely egyben számos egyéb élettani jellemző, például a testhőmérséklet, hormonszintek, anyagcsere folyamatok ciklusát is irányítja. Ez a kis agyi terület körülbelül 20 000 idegsejtből áll, és a retinától a látókéregig húzódó látópálya több részéről is kap információt. A rövid, 460 nm hullámhosszúságú világoskék fény hatására a NSC-ban speciális gének aktiválódnak, melyek, mint egy belső, genetikai óra, az idegsejtek körülbelül 24,3 órás periódusban történő kétfázisú aktivációját, illetve gátlását okozzák. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az emberi test egy belső órával rendelkezik, amely mindig tudja, hogy nappal vagy éjszaka van-e, és az alvás-ébrenléti aktivitást ehhez igazítja. Ezt az alapvető ritmust több tényező befolyásolhatja, módosíthatja, melyek közül a világosság-sötét ciklus a legerősebb. Emellett léteznek egyéb környezeti időhatározó (szakszóval: *Zeitgeber*) tényezők is, például az étkezések, a helyváltoztatás és a fizikai-szellemi aktivitás. A NSC-t master synchronizer-nek is nevezik, mivel az összes testi sejtünkben és egyes agyi területekben is működnek úgynevezett celluláris oszcillátorok, melyek a NSC-szal szinkronizáltan működnek. A NSC működése során vazopresszint, endorfint, valamint az erek és az emésztőszervi működést szabályozó hormonokat termel. A NSC szimpatikus idegrendszeri közvetítéssel a tobozmirigy melatonin-termelését szabályozza. A melatonin, vagy más néven sötét hormon termelődésének emelkedő szárán kezdődik meg az alvás, ekkor kezd a testhőmérséklet is csökkenni.

¹² Borbély 1982, 195–204.

Ha az alvást a nem megfelelő időpontban, például a melatonintermelés csökkenő szarán vagy a testhőmérséklet emelkedő fázisban kíséreljük meg, akkor az rövidebb alvás epizódokat és gyakoribb ébredéseket eredményez.¹³

A homeosztatisz alvásnyomás

Az alvásszabályozásnak emellett egy másik fontos összetevője a homeosztatisz alvási nyomás vagy hajtóerő. Az utolsó alvás után, ébredéskor az agyban fokozatosan, az alvás óta eltelt idő függvényében alvást elősegítő, ún. szomnogén anyagok, főként az energiafelhasználás egyik mellékterméke, az adozin halmozódnak fel. Ez a folyamat az idegsejteken megtalálható adozin-receptorok aktiválódása révén álmoságérzetet kelt. A következő alvás során ezek az anyagok az agyból az alvással töltött idő függvényében fokozatosan eloszlának.¹⁴ A homeosztatisz és a cirkadián rendszer együttes működésük során alakítják ki az alvaskészítést, és határozzák meg az alvás-ébredlét átmeneteket. Rendszerint az alvás homeosztatisz készítésének növekedésével egyidőben a korábban már ismertetett módon a cirkadián alvaskészítés is erősödik. Normális esetben az éjszakai ütemezésű és elegendő mennyiségű alvás esetén a reggeli ébredéskor az alvásra sem a homeosztatisz, sem a cirkadián szabályozás oldaláról nincs igény, így álmoságot nem érzünk, az éberség folyamatos. A természetes fény-sötét ciklusnak kitett emberben a cirkadián ritmus aktivitásának csúcsa nappal, a minimuma pedig éjszaka jelenik meg. Ez a ritmus a testünk maghőmérsékletének változásában is tetten érhető, melynek legalacsonyabb pontja éjszaka, az elalvás kezdete után 2-3 órával jelenik meg. Ideális esetben az alvásidő a cirkadián ritmusunknak megfelelő időben következik be, ekkor a homeosztatisz alvaskészítés a cirkadián ritmusunkkal egyidőben fog ismételt a következő este álmoságot keltetni.

A többműszakos munkarend a fentiek alapján érthető módon több támadásponton keresztül nehezíti a megfelelő alvást. A változó idejű műszakbeosztások miatt megváltozik mind a fényexpozíció időszaka, mind az alvás ideje, ami viszont befolyásolja a homeosztatisz és a cirkadián folyamatokat. A cirkadián ritmus által diktált alvásra képes időablakon kívül, a melatonintermelési görbe minimumán kényszeríteni próbált alvásidő, a környezeti tényezők (napfény, zaj, hőmérséklet), a stressz és a mentális nyomás, mely az állandóan változó műszakok, a munkatársakkal való kapcsolat és a munkahelyi stressz révén fokozottan jelentkezik és nehezíti meg az elalvást, átalvást. Emellett akkor kísérelnek meg dolgozni, amikor az éberségi szintük a cirkadián mélypont miatt alacsony. A változó ébredési időszak miatt kérdéses az étkezések optimális időpontja, az anyagcsere-folyamatok nem tudják megfelelően támogatni a teljesítményt, illetve a pihenést. A többműszakos munkarendben dolgozó egyének izolálódnak a társadalom normál nappali munkarendjének megfelelő idejében tanuló, dolgozó családtagjaiktól, barátaiktól. A hosszabb munkaidő, valamint a „biológiai éjszaka” alatti munkavégzés egyre gyakrabban korlátozza a megfelelő alvás lehetőségét, és emiatt egyre többen számolnak be rövid

¹³ Dijk, Duffy, Riel 1999, 611–627.

¹⁴ Landolt 2008, 2070–2079.

alvásidőről.¹⁵ A biológiai óra egyik fontos tulajdonsága, hogy képes újraállítódni akár a fázis előretolásával vagy annak késleltetésével. Ha nincs ellentétes tényező, az óra napi 1 órával képes állítódni valamelyik irányba.¹⁶ A cirkadián ritmus befolyásolását a legkönnyebben fény expozíciójával érhetjük el, a válasz a fény belső órához viszonyított expozíció idejétől függ: a testhőmérséklet minimuma utáni fény előrehozza a cirkadián ritmus fázisát, az az előtti pedig késlelteti.¹⁷ Az időzített testmozgás is eltolhatja a ritmust.¹⁸ A hazánkban recept nélkül kapható, megfelelő időben alkalmazott melatonin álmoságot válthat ki, illetve eltolhatja az alvási fázist, valamint szinkronizálhatja a cirkadián rendszert.¹⁹

A helytelenül kiválasztott munkarendek következményei

A többműszakos munkarend tervezésekor a fenti élettani sajátosságok figyelmen kívül hagyása katasztrofális hibákhoz vezethet. Ennek egyik példája az Amerikai Haditengerészet USS Fitzgerald (DDG-62), egy Arleigh Burke-osztályú romboló hajójának esete. A romboló 2017. június 17-én súlyos balesetet szenvedett Japán partjaihoz közel, a Tokyo-öbölben. A hajó hajnal 02:20 körül ütközött az ACX Crystal nevű filippínó tartályhajóval. Az ütközés az Amerikai Haditengerészet megelőző négy évtizedének legsúlyosabb balesete volt. A baleset következtében hét tengerész meghalt, és több másik sérült meg, köztük a Fitzgerald parancsnoka is. Az eset a hajó bal oldalán okozott súlyos károkat, beleértve a vezérművet. A hajó csak azáltal maradt úszóképese, hogy a vízben található szellőzők és a vízből való kipumpálás révén sikerült elkerülni a teljes süllyedést. Az incidens kivizsgálása során kiderült, hogy a baleset elkerülhető lett volna, és a hajó fedélzetén elkövetett hibák és az ütközés elkerülése érdekében tett hibás manőverek vezettek az esethez. Kiképzési, tengerészeti és navigációs, vezetői hibák mellett a hajót irányító személyzet, valamint az őrszemek kifejezett fáradtságát véleményezték oki tényezőként. A parancsnokság elmulasztotta reálisan felmérni a fáradtság kockázatát, és nem hajtott végre intézkedéseket, amivel a személyzet megfelelő pihenését biztosíthatták volna.²⁰ A hadihajón a legénység és az őrszolgálat Speciális Tengeri és Kikötési Rend szerinti időrendi beosztása volt érvényben. A baleset időpontjában a hajó parancsnoka (CO) aludt, az ügyeletes tiszt (OOD) a megelőző 22 óra során mindösszesen 1 órát aludt.

Ugyanebben az évben, 2017. augusztus 21-én, hajnali 05:21-kor következett be a USS John S McCain (DDG-56) tragikus ütközése az Alnic MC nevű olajszállító hajóval a Malacca-szoros közelében. A baleset következtében tíz tengerész vesztette életét és további öt sérült meg, a hajó oldalában pedig jelentős károk keletkeztek. A baleset fő oka az volt, hogy a hajó fedélzeti számítógépes rendszere meghibásodott, a hajó személyzete pedig nem volt kellőképpen kiképezve az ilyen jellegű rendszerhibák

¹⁵ Shockey, Wheaton 2017, 207–213.

¹⁶ Arendt 2000, 591–599.

¹⁷ Jewett, Kronauer, Czeisler 1994, 295–314.

¹⁸ Buxton, L'Hermite-Baleriaux, Hirschfeld 1997, 568–574.

¹⁹ Arendt, Skene, Middleton 1997, 604–617.

²⁰ Department of the Navy Office of the Chief of Naval Operations 2017, 22.

kezelésére. A balesetben több egyéb ok mellett a kifejezett fáradtság is szerepet játszott. A balesetet vizsgáló hatóság, a National Transportation Safety Board arra következtetett, hogy az őrségben lévő legénység jelentős fokú fáradtsága miatt nem volt képes megérteni az Alnic MC közelsége által keltett veszélyt, és az ütközés előtti percekben elvesztette a helyzet kezeléséhez szükséges önuralmat, és nem tudtak megfelelő lépéseket tenni a baleset elkerülése érdekében. A John McCain kormányosa nem aludt a balesetet megelőző éjszaka, a többi tiszt is csak 3-5 órányi időt töltött alvással. A baleset a cirkadián mélypont során következett be, amikor a szervezet általában fáradtabb, csökken az éberség és romlik a teljesítmény. Ezen kívül a hajó egy olyan őrszolgálati ütemterv szerint üzemelt, amely 24 óránként váltott a különböző műszakok között.²¹

A két tragikus baleset megrázta az Amerikai Haditengerészetet. Emiatt arra utasították a felszíni hajók vezetését, hogy a már 2013-ban javasolt cirkadián jellegű időbeosztások alapján szervezzék meg az őrséget. Meghatározták, hogy egy 24 órás időszakon belül hány órát lehet legfeljebb dolgozni, hogy a teljesítmény még megfelelő legyen. Ugyanakkor a kereskedelmi hajózásban érvényes STCW (*Convention on Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers* – Egyezmény a tengerészek képzéséről, képesítéséről és őrszolgálatáról) követelményei még mindig nem kötelezőek a hadihajók személyzetére. Az STCW a tengeri élet kihívásainak is megfelelő, de ugyanakkor az emberi szükségletek, valamint a biztonság számára jobbnak bizonyuló munka- és pihenőidő egyensúly kialakítását jelenti.²² Itt a hajót figyelő öröknek egy 24 órás perióduson belül legalább 10 órát kell pihenéssel tölteniük, és az alvásidejük legfeljebb két részletre bontható, melyek közül az egyiknek legalább hatórásnak kell lennie. A megelőző 7 napban pedig minimum 77 óra pihenőidő kialakítása szükséges. Vészhelyzet, gyakorlatok vagy egyéb, elsősegét élvező operatív műveletek esetén a pihenőidő betartása nem kötelező.

Kísérlet a megfelelő műszakrendek kidolgozására katonai környezetben

A Naval Postgraduate School két évtizede vizsgálja az amerikai hadihajókon alkalmazott, cirkadián eltérést okozó műszakrendeket, és keresik a katonák számára könnyebben elviselhető, teljesítményüket javító lehetséges változtatásokat. A továbbiakban röviden áttekintem az eddigi fontosabb eredményeiket. 2014-ben a USS Nimitz repülőgép-hordozó anyahajón vizsgálták a nukleáris reaktor részlegen dolgozó személyzet 5/10-es műszakrendjét. A műszakrendet gyakran alkalmazták a haditengerészetben. A 24 órás nap helyett a legénység 18 vagy 20 órás napot eredményező munkarendben kénytelen dolgozni, amely gyorsan és ciklikusan váltakozik, hétvége vagy pihenőidő nélkül. A 3 műszakkal végzett beosztási rend során a legénység tagjai 5 órán keresztül végzik az őrszolgálatot, majd 10, nem őrségben töltött óra következik.²³ Az őrség kezdete 02 órakor, 07 órakor, 12 órakor, 17 órakor, illetve 22 órakor indul. A beosztási rend minden harmadik napon ismétlődik.

21 National Transportation Safety Board 2019, 20.

22 International Transport Worker's Federation 2010, 64.

23 Shattuck, Matsangas 2016, 657–664.

A munka és a pihenés, az étkezések így minden nap más időpontra esnek, és már régóta feltételezik, hogy ez alvásproblémákat és cirkadián deszinkroniát okoz.²⁴ A munkarendben a munkához nemcsak a figyelő szolgálat tartozik, ez csak a munkájuk kb. 60%-át tette ki, emellett még a pihenő időben tréningeken, értekezleteken is részt vettek, vagy karbantartást végeztek. Naponta átlagosan 14 órát dolgoztak hétvége és ünnepnap nélkül. Az 5/10 óraszámú műszakbeosztást szemlélteti az 1. táblázat.

Az alábbiakban röviden ismertetem az amerikai haditengerészetben alkalmazott egyéb munkarendek főbb jellemzőit is. A 3/9-es beosztást három műszak látja el. Az őrség egy nap két alkalommal, három órán keresztül tart, minden nap azonos időben, ezt követően vagy 9 órás pihenés, vagy 9 órás egyéb munkavégzés, tréningek stb. következnek. A beosztások kéthetente, vasárnap forognak, mindig előre. A 6/6-os beosztást két műszak látja el, egy nap két alkalommal kell hat órás őrszolgálatot ellátniuk, ezek után pedig vagy hat óra hosszú védett alvás, vagy pihenőidő következik. A módosított 6/18 órás műszakrendet négy műszak látja el. Naponta csak egy alkalommal végeznek hat órás őrszolgálatot, emellett egyéb munkát is végeznek, de az alvásidő védett. A műszakbeosztások 3 hetente forognak, mindig az időben előre.

1. táblázat.

Az 5/10 óraszámú, nem cirkadián jellegű beosztás

(Shattuck, Matsangas 2016 után szerkesztette a szerző)

nap	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
1.	3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz		
2.	2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz		
3.	1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz		
4.	3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz		
5.	2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz		
6.	1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz		
7.	3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz			3. szakasz			1. szakasz			2. szakasz		

A vizsgálat során a hadihajó nukleáris reaktor részlegén dolgozó legénységének a hangulatát, alvási szokásait, nappali álmoságát és a pszichomotoros éberségi teljesítményét értékelték és hasonlították össze három másik hajó személyzetével, akik a 3/9, a 6/6, illetve a módosított 6/18-as műszakrendben dolgoznak. Az álmoságot Epworth-skála alkalmazásával mérték. Az 5/10 műszakrendben dolgozók 52%-a jelzett fokozott nappali álmoságot, vagyis 10 pontnál magasabb volt az Epworth-pontszáma. Az alvásidejük a többi műszakrendével összehasonlítva meglepő módon a leghosszabb volt, átlagosan naponta 7,5 óránál is többet aludtak, az alvási idő azonban általában két vagy több epizódban történt, vagyis a tengerészek gyakorlatilag minden alkalmat megragadtak a nap folyamán, amit alvással tölthettek. A reakcióidő mérésére szolgáló pszichomotoros vigilancia teszt vizsgálata (PVT)

24 Colquhoun 1985, 637–653.

során a legrosszabb teljesítményt az 5/10 műszakrendben dolgozók érték el, melyet a 6/6-os beosztásúak követtek. A legjobb eredményt a 3/9-es beosztásban érték el. Hangulati skála vizsgálat alapján kéthetes megfigyelési időszak alatt a depresszió, az ellenségesség, harag, a fáradtság, illetve a teljes hangulatzavar pontszámaik romlottak, míg a vitalitást mutató skálákon a kezdetihez képest jelentősen alacsonyabb pontszámokat értek el. Az eredmények alapján látható, hogy az 5/10 műszakrend alkalmazása rosszabb alvásminőséget, és az alvás rosszabb regenerációs képességét eredményezi, vagyis a más munkarendekhez viszonyítva problémás a pihenés és az alvás mennyisége, a fáradtság szubjektív érzése és a pszichomotoros teljesítmény.

A tragikus balesetek után a Navy Postgraduate School kiadott egy ajánlást a többműszakos munkarendek megszervezésére. A Crew Endurance Handbook (magyarul a Legénységi Állóképesség Kézikönyv)²⁵ első kiadását követően 2022-ben egy átdolgozott, bővített kiadást is megjelentettek.²⁶ A kézikönyv egy, a jelenleg is folyamatban levő kutatások alapján készült ajánlás, ami alapján a legénység őrsei szolgálatának beosztása az alváshatékonyság szempontjából optimálisan tervezhető. A cirkadián rendszer tekintetében a megfelelő beosztások javítják a készenléti szintet, növelik a hatékonyságot, csökkentik a stresszt, javítják a morált főként hosszú távú kiküldetések során. A cirkadián ritmuson alapuló őrszolgálati beosztások segítségével a katonák a nap körülbelül azonos időpontjában dolgoznak, étkeznek és alszanak, így könnyebben alkalmazkodnak. Ha összeadjuk az őrszolgálat és az őrszolgálaton kívüli időszak (egyéb munka, étkezés, alvás) óráit, a cirkadián rendszerben működő beosztásokban mindig 24 órát kapunk. A katonák mindig a nap körülbelül ugyanazon időszakában étkeznek és alszanak. Az éjszakai műszakhoz való alkalmazkodáshoz az adaptáció lassú, csakúgy, mint a jet leg esetében – naponta egy órát tudjuk a cirkadián ritmusunkat állítani. Emiatt a műszakok rotálását a lehető leghosszabban, háromhetente, vagy még ritkábban javasolják tervezni. A rotáció után közvetlenül a cirkadián rendszer megzavarása miatt megnövekszik a baleseti rizikó. Az útmutató az időzóna-váltásokra is ad tanácsokat, ha időben előre felé haladunk, akkor azt lehetőség szerint nappal, ha visszafelé, akkor éjszaka tegyük meg. Az időzóna-váltás miatti rizikóval számolni kell, és a veszély csökkentése érdekében vagy a megelőző, vagy az utána következő napon extra pihenőidőt kell biztosítani a legénységnek. A különböző műszakrendek hatását a Fatigue Avoidance Scheduling Tool (FAST, magyarul Fáradtságot Elkerülő Ütemező Eszköz)²⁷ alkalmazásával hasonlították össze. A cirkadián ritmust segítő beosztásrendek közül a legjobbnak a minél több szakasszal dolgozó, illetve minél rövidebb őrszolgálatlalt járó műszakrendek bizonyultak. Ezek közül 3 műszak csoporttal dolgozik a 4/8 cirkadián szolgálati rendszer, 4 műszakkal a 3/9. illetve a 3/3/3/15 és a 6/18, illetve 5 műszakkal a 6/5/5/4/4, illetve a 6/6/4/4/4 rendszerek. A műszakok közül a 3/9 rendszert szemlélteti a következő oldalon lévő 2. táblázat.

25 Naval Postgraduate School 2017.

26 Naval Postgraduate School 2022.

27 Eddy, Hirsch 2006.

2. táblázat.

A 3/9 óraszámú, cirkadián jellegű műszakbeosztás

(Naval Postgraduate School 2022 után szerkesztette a szerző)

idő	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
3/9 órség 1. szekció	őrség		védezt alvás						munka		őrség		munka		munka + szem. idő		védezt alvás									
3/9 órség 2. szekció	védezt alvás		őrség		munka + szem. idő		munka				őrség		védezt alvás													
3/9 órség 3. szekció	védezt alvás				őrség		munka				munka + szem. idő		őrség		védezt alvás											
3/9 órség 4. szekció	védezt alvás								őrség		munka				munka + szem. idő		őrség									
napi rutin	csendes idő, munka; nincsenek meetingek								munka és meetingek, trainingek						csendes idő – nincsenek meetingek											

Az egyes műszakok között a váltást legalább háromhetes időtartamban javasolják, az éjszakai műszakba lépés kezdetekor az alkalmazkodási időszak miatt a figyelem csökkenhet, emiatt ezt az időszakot a kikötői időszakokra javasolják tervezni. A forgást mindig az időben előre kell kivitelezni, vagyis délutános időszak után az esti-éjszakai időszak következik.

A korábbi, jelenleg már nem javasolt munkabeosztások közül a leginkább károsnak a három műszakkal dolgozó 5/10, illetve a több mint négy évtizedig a tengeraltjárókon használt klasszikus 6/12 órás beosztást, illetve a négy műszakkal operáló 5/15 órás beosztásokat találták. Itt a beosztások óraszámainak összege nem adja ki a 24 órát, emiatt a dolgozók folyamatos jet lag állapotában vannak a már ismertetett következményekkel.

A kézikönyv szerint kevésbé szerencsés beosztások a – bár cirkadián óraszámokkal, de csak két műszakkal dolgozó – 6/6 órás, a 7/5/5/7 órás, illetve a 12/12 órás műszakrendek. Amennyiben a megfelelően képzett szakemberek alacsony létszáma miatt nem lehet három műszakot kiállítani, akkor a két műszakkal a dolgozók gyakorlatilag napi 12 órás őrszolgálatra kényszerülnek, mely főleg az éjszakai órákban embert próbáló. Ilyenkor az alvás óráinak védelme kiemelkedő fontosságú. A műszakok közötti forgást a 7/5/5/7 műszakrendben nem is javasolják, mivel a katonák itt eleve olyan mértékű alvásmegvonásban vannak, hogy a műszakváltásokkor jelentkező átmeneti rosszabbodások extrém mértékű többletterhet jelentenek. A 12 órás őrszolgálat pedig a hosszú ideig tartó figyelmi követelmény miatt nehéz.

Bizonyos helyzetekben kétféle műszakrendet kell kombinálni, például a hőterhelés miatt csak rövidebb ideig engedélyezhető szolgálatot végzők 3/9 órában, míg a parancsnokok 6/18 órában dolgoznak. A két műszakrend mindegyike négyműszakos renddel dolgozik, így könnyebben kombinálható, az étkezések, értekezletek, tréningek és gyakorlatok ideje egyszerre szervezhető. Ugyanígy kombinálható a 4/8 és a 8/16-os műszakrend is. A három-, illetve négyműszakos munkarendek

vegyítése már több kihívással jár. Az ugyanabban a szolgálati beosztásban dolgozó katonák azonos hálóhelyen való elhelyezése javasolt, így a kisebb zajterhelés jobb alváskörülményeket biztosít.

Összefoglalás, következtetések

Összefoglalásul a katonák többműszakos munkarendje a civil dolgozókéval meg- egyező mértékben okoz alvásmegvonást, következményes figyelmi és koncentrációs nehézséget, nappali álmoságot. A baleseti rizikó növekedésén túl azonban a kato- náknak esetében a hibázás következménye is súlyosabb lehet. Az amerikai haditengeré- szetnél a figyelem előterébe került két hajóbaleset, melyek a műveleti időszakon kívül következtek be, jelentős anyagi és emberéletben bekövetkező károkat okoz- tak, és potenciálisan elkerülhetőek lettek volna. A Naval Postgraduate School kutató- sai alapján az utóbbi időben az emberek alvásszabályozási sajátosságait figyelembe vevő, az alkalmazkodást megkönnyítő, úgynevezett cirkadián típusú műszakrendek kidolgozását végezték. Bár az amerikai haditengerészet embert próbáló kihívásai extrém helyzeteknek számítanak, a műszakrendek kialakításakor az ebben a helyzet- ben alkalmazott alapelveket a Magyar Honvédségben is felhasználhatjuk a műszak- rendek optimalizálása céljából.

A fentiek alapján javasolható, hogy a műszakrendek kialakításakor az órá- számok összege adja ki a 24 órát, így a cirkadián ritmust ne zavarja meg, hogy a fon- tos, nagyfokú figyelmet igénylő feladatok esetében lehetőleg három vagy négy műszakot dolgozzanak ki, illetve rövidebb órászámokkal kidolgozott összeállítást tervezzenek.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Arendt, Josephine 2000. Jet lag and sleep disruption. 591–599. In R. T. Kryger MH, *Principles and practice of sleep medicine*. Philadelphia: WB Saunders Company.
- Arendt, Josephine; Skene, Debra; Middleton, Benita et al. 1997. Efficacy of melatonin treatment in jet lag, shift work, and blindness. *Journal of Biological Rhythms*, 12 (6): 604–617. <https://doi.org/10.1177/074873049701200616>
- Arendt, Josephine 2010. Shift work: coping with the biological clock. *Occupational Medicine*, 60 (1):10–20. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqp162>
- Borbély, Alexander 1982. A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiologie*, 1 (3): 195–204.
- Burch, James B; Yost, Michael G; Johnson, Wendy; Allen, Emily (2005) Melatonin, sleep, and shift work adaptation. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 47 (9): 893–901. <https://doi.org/10.1097/01.jom.0000177336.21147.9f>
- Buxton Orfeu, L'Hermite-Balériaux M., Hirschfeld U. et al. 1997. Acute and delayed effects of exercise on human melatonin secretion. *Journal of Biological Rhythms*, 568–574. <https://doi.org/10.1177/074873049701200611>
- Colquhoun, William P. (1985). Hours of Work at Sea: Watchkeeping Schedules, Circadian Rhythms and Efficiency. *Ergonomics*, 28 (4): 637–653. <https://doi.org/10.1080/00140138508963178>
- Department of the Navy Office of the Chief of Naval Operations 2017. *Report on the Collision between USS FITZGERALD (DDG 62) and Motor Vessel*.
 Forrás: <https://www.secnv.navy.mil/foia/readingroom/HotTopics/CNO%20USS%20Fitzgerald%20and%20USS%20John%20S%20McCain%20Response/CNO%20USS%20Fitzgerald%20and%20USS%20John%20S%20McCain%20Response.pdf> (Letöltés ideje: 2024. 02. 08).

- Dijk DJ.; Duffy. J.; Riel e et al. 1999. Ageing and the circadian and homeostatic regulation of human sleep during forced desynchrony of rest, melatonin and temperature rhythms. *The Journal Physiology*, Apr. 15 (516): 611–627.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.0611v.x>
- Eddy Douglas R.; Hursh, Steven R. 2006. *Fatigue Avoidance Scheduling Tool*.
 Forrás: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA452991.pdf> (Letöltés ideje: 2023. 12. 20.)
- Fekedulegn, Desta; Burchfiel Cecil M.; Charles, Luenda E. et al. 2016. Shift Work and Sleep Quality Among Urban Police Officers. *Journal of Occupational Environmental Medicine*, 58 (3): e66–e71.
<https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000620>
- Good, Cameron H.; Brager, Allison J.; Capaldi, Vincent F. et al. 2020. Sleep in the United States Military. *Neuropsychopharmacology Reviews*, 45: 176–191.
<https://doi.org/10.1038/s41386-019-0431-7>
- International Transport Worker's Federation (2010). *Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping Code, as Amended*.
 Forrás: https://www.mptusa.com/pdf/STCW_guide_english.pdf (Letöltés ideje: 204. 02. 08). 64.
- Jewett, Megan E.; Kronauer, Richard E.; Czeisler, Charles A. 1994. Phase-amplitude resetting of the human circadian pacemaker via bright light: a further analysis. *Journal of Biological Rhythms*, 295–314.
<https://doi.org/10.1177/074873049400900310>
- Jacobson, Isabel; Ryan, Margaret AK.; Hooper, Tomoko I. et al. 2008. Alcohol use and alcohol-related problems before and after military combat deployment. *JAMA*, 300 (6): 663–675.
<https://doi.org/10.1001/jama.300.6.663>
- Központi statisztikai Hivatal 2005. Műszakrend, munkarend, szervezettség. 23.
<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/muszakrend05.pdf>. (Letöltés ideje: 2024. 02. 08.)
- Landolt, Hans P. 2008. Sleep homeostasis: a role for adenosine in humans? *Biochemical Pharmacology*, 75 (11): 2070–2079.
<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2008.02.024>
- Matsangas Panagiotis; Shattuck Nita L. 2019. Exploring Sleep-related Habitability Issues in Berthing Spaces on U.S. navy Ships. *Human Factors*, 63 (3): 462–473.
<https://doi.org/10.1177/0018720820906050>
- Medic, Goran; Wile, Micheline; Hemels, Michel EH. 2017. Short- and long term health consequences of sleep disruption. *Nature and Science of Sleep*, (9): 151–161.
<https://doi.org/10.2147/NSS.S134864>
- Mysliwiec, Vincent; McGraw, Leigh; Pierce, Roslyn et al. 2013. Sleep disorders and associated medical comorbidities in active duty military personnel. *Sleep*, 36 (2):167–174.
<https://doi.org/10.5665/sleep.2364>
- Narang, Indra; Manhiot, Cedric; Davies-Shaw, Jolie et al. 2012. Sleep disturbance and cardiovascular risk in adolescents. *Canadian Medical Association Journal*, 184 (17): 913–920.
<https://doi.org/10.1503/cmaj.111589>
- National Transportation Safety Board 2019. *Collision between US Navy Destroyer John S McCain and Tanker Alnic MC, Singapore Strait, 5 Miles Northeast of Horsburgh Lighthouse, August 21, 2017. Marine Accident Report NTSB/MAR-19/01*.
 Forrás: <https://www.nts.gov/investigations/accidentreports/reports/mar1901.pdf> (Letöltés ideje: 2024. 02. 08).
- Naval Postgraduate School 2017. *Crew endurance handbook*.
 Forrás: <https://nps.edu/documents/114294932/133100837/Crew+Endurance+Handbook+v.2.0.pdf/5ebffb3e-3092-51ad-8a70-1d9de428aa89?t=1636501142016> (Letöltés ideje: 2023. 12. 01.)
- Naval Postgraduate School 2022. *Crew endurance handbook v2.5*.
 Forrás: <https://nps.edu/documents/105475179/0/HSI-CrewEndurance-v2.5-web.pdf/17ee1a2c-1cac-4044-8611-3436c443b82e> (Letöltés ideje: 2023. 12. 01.)
- Shattuck, Nita, Matsangas, Panagiotis 2016. Operational assessment of the 5-h on/10-h of watchstanding schedule on a US Navy ship: sleep patterns, mood and psychomotor vigilance performance of crewmembers in the nuclear reactor department. *Ergonomics*, 59 (5): 657–664.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1073794>
- Szakács Zoltán 2020. A többműszakos munkarend következményei a katonai szolgálat során és kezelési lehetőségeik. *Hadtudomány*, 30 (4): 149–173.
<https://doi.org/10.17047/HADTUD.2020.30.4.149>

- Shockey, Taylor M.; Wheaton, Anne G. 2017. Short Sleep Duration by Occupation Group — 29 States, 2013–2014. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 66 (8): 207–213.
<https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6608a2>
- Ulmer, Christi S.; Bosworth, Hayden B.; Germain, Anne et al. 2015. Association between sleep difficulties and risk factors for cardiovascular disease in veterans and active duty military personnel of the iraq and afghanistan conflicts. *Journal of Behavioral Medicine*, 38 (3): 544–555.
<https://doi.org/10.1007/s10865-015-9627-4>
- U. S. Bureau of Labour Statistics 2019. Workers by shift usually worked and selected characteristics, averages for the period 2017–2018.
<https://www.bls.gov/news.release/flex2.t07.htm> (Letöltés ideje: 2024. 02. 08).
- Wong, Imelda S.; Dawson, Drew; van Dongen, Hans PA. 2019. International consensus statements on non-standard working time arrangements and occupational health and safety. *Industrial Health*, 57 (2): 135–138.
https://doi.org/10.2486/indhealth.57_202