

PŮSOBNÍ TEPELNÉ ZÁTĚŽE A NEDOSTATKU SPÁNKU NA PRACOVNÍ VÝKONNOST

Činnost vojsk se vyznačuje tím, že probíhá bez ohledu na počasí a roční dobu, velmi často ve volné přírodě, kde je ochrana před nepříznivými vlivy podnebí zabezpečena pouze stejnokrojem, bojovými a dopravními vozidly a teprve ve druhé řadě budováním krytů, zabezpečením ubytování apod.

V letních měsících se stává problémem vysoká teplota a její vliv na zdravotní stav a výkonnost vojáků, vzniká nebezpečí přehřátí. Platí to pro všechny vojáky při namáhavé práci v parném létě, kteří jsou oblečení do poľního stejnokroje, jenž svými fyzikálními vlastnostmi tvoří zábranu odpařování potu a tím zvyšuje tepelnou zátěž. Dále zvýšené nebezpečí je i při pobytu v uzavřených pracovištích (na velitelských stanovištích, kabinách, v tancích atd.), kde se koná práce při vyšší teplotě a vlhkosti vzduchu. Jde o velitele, řidiče, osádky tanků a obrněných transportérů, obsluhy rádiových stanic na pojízdných stanovištích, ale i o pracovníky štábů na velitelských stanovištích apod. Např. uvnitř bojového vozidla pěchoty a v tanku v letním období za slunečního svitu vystupuje po třech hodinách teplota vzduchu nad 40 °C při zevních teplotách kolem 24 °C.

Mimo uzavřená pracoviště se s tepelnou zátěží setkáváme především u příslušníků chemického vojska, ale i u jiných druhů vojsk při práci (výcviku) v neprodyšných ochranných oděvech, které výrazně snižují dobu trvání práce (výcviku) při vysoké teplotě.

Pro živou hmotu platí stejné zákony o výměně tepla jako pro anorganickou přírodu. Zatím co změny vyvolané teplotou jsou pro hmotu v širokém rozmezí reversibilní, je toto rozmezí pro živou hmotu poměrně velice úzké a mimo ně dochází k ireversibilním změnám, které nedovolují další život. Pro vyšší živočichy a člověka je výměna tepla s okolím otázkou uchování stále teploty tělesného jádra, u člověka je to 37 °C. Život člověka může být zachován, pokud se teplota jádra pohybuje od 25 °C do 42 °C. Zcela fyziologické je mírné kolísání tělesné teploty na základě biologických rytmů, emocí nebo fyzické námahy.

Jestliže má být udržena tepelná rovnováha těla, musí být množství tepla tělem produkováného a popřípadě tělem přijatého stejné jako množství tepla tělem vydaného. Nebezpečí z přehřátí vzniká vsu-

de tam, kde dochází k nedostatečnému odevzdávání tepla z organismu. Teplota vzniká v těle spalováním živin, které probíhá nepřetržitě a je tím intenzivnější, čím namáhavější je činnost, kterou voják vykonává. Při tělesné práci se přibližně čtyři pětiny spotřebované energie mění na teplo, asi pětina na fyzickou práci.

Voják ztrácí teplo již dotykem s prostředím, prouděním vzduchu, vyzařováním a vypařováním tekutin, zvláště potu. Lehce pracující normálně oblečený voják má pocit tepelné pohody v oblasti 19–24 °C a vyrovnání teploty těla a okolí zabezpečuje krevní oběh. Ten vyrovnává teplotní rozdíly mezi pracujícími orgány a teplo, které vzniká v hloubce, odvádí na povrch, kde může být snadněji vyzařeno nebo odvedeno prouděním vzduchu. S tím je spojena i druhá funkce krevního oběhu. Ta zabezpečuje stažení nebo roztažení drobných povrchových cév podle potřeb organismu a zabezpečuje větší nebo menší odevzdávání tepla do okolí.

V případech, že teplota okolí je vyšší a mechanismus změn krevního oběhu nestačí k zajištění stálé teploty těla, má člověk k dispozici velmi účinný způsob odevzdávání tepla, a to je vypařování tekutiny. Hlavní tekutinou, která se tu uplatňuje, je pot, vylučovaný potními žlázami po celém povrchu těla, a při jeho odpaření je organismu odebráno velké množství tepla. Tento mechanismus umožňuje vojákům činnosti při vysokých teplotách do 55 °C, pokud je okolní vzduch suchý. Při vysoké vlhkosti vzduchu je narušen proces odpařování potu a voják i při lehkém výcviku (boji) může snášet dlouhodobě pouze teploty do 33 °C.

Při narušení tepelné rovnováhy se teplo v těle hromadí a vzniká nebezpečí přehřátí organismu. Stoupá tělesná teplota, zvyšuje se počet srdečních úderů a pocení; to má za příčinu snižování schopnosti konat práci. U takto postiženého vojáka se objevují bolesti hlavy, slabost, závratě a pokud přehřátí pokračuje, dostávají se někdy i poruchy v oblasti duševní činnosti. Teplota kůže se zvyšuje na 40 °C i více, pokožka je potom červená a suchá, protože došlo k zástavě pocení. Dochází k těžkému stavu, který ohrožuje život postiženého vojáka. Snižování tělesné teploty a zajištění rychlé lékařské pomoci je tu životní nutností.

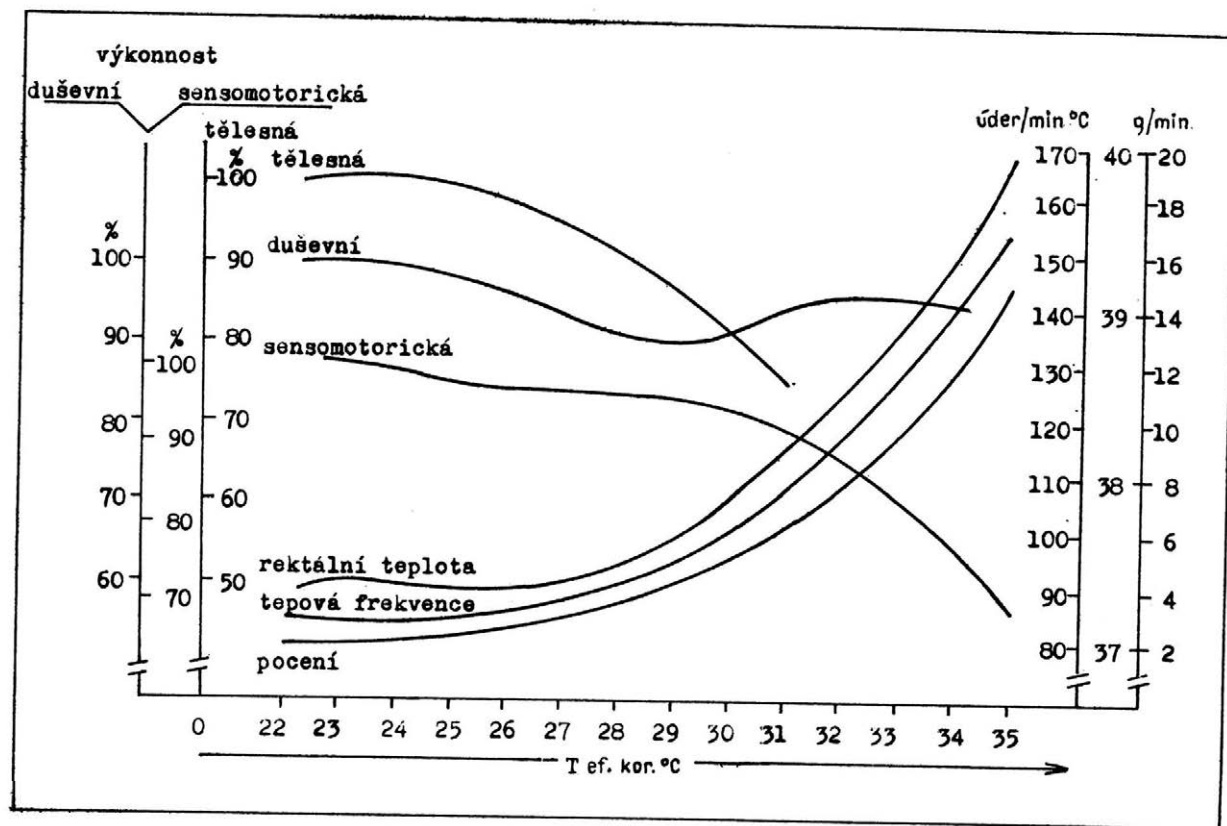
K těmto extrémním případům, které mohou končit smrtí, dochází zřídka, ale běžné jsou důsledky vysoké teploty pro pracovní výkonnost. Účinky vysoké teploty na vojáka jsou znázorněny na obr. 1. Ten názorně ukazuje, že v závislosti na zevní teplotě stoupá srdeční frekvence u vojáků v klidu, oblečených do stejného kroje vzor 60 již od zevní teploty 27 °C_{tec}. Závislost je nejen na výši teploty, ale i na délce pobytu v horku. Změny tělesné teploty (měřené v rektu) začínají také od 27 °C_{tec}, po třech hodinách pobytu mají výrazné exponenciální charakter a při nejvyšších v grafu uvedených teplotách zevního prostředí se blíží 39,5 °C.

Tyto změny základních fyziologických funkcí organismu jsou provázeny snížením úrovně všech složek profesionální výkonnosti. Podle dosud známých výsledků vědeckých sledování musíme při práci v horku očekávat největší pokles výkonu ve fyzické složce lidské práce. Obr. ukazuje, že u vojáků můžeme počítat s udržením tělesné výkonnosti do zevní teploty 27 °C_{tec}. Od této hodnoty dochází postupně s hromaděním tepla v organismu i ke snižování schopnosti podávat výkon ve fyzické práci, takže při zevní teplotě 35 °C_{tec} klesá schopnost k fyzické práci prakticky na nulu. Nad hranicí 27 °C_{tec} se výkon rychle snižuje, rychleji než by se dalo očekávat ze změn srdeční frekvence a tělesné teploty. Efekt je tím výraznější, čím je tělesná práce namáhavější a tepelná zátěž vyšší.

Kdybychom sestavili tabulku pro vyjádření poklesu výkonnosti ve fyzické práci při tepelné zátěži, vyjdou nám údaje uvedené v tabulce.

Podrobnější údaje o maximální době práce v závislosti na její namáhavosti a zevní teplotě pro vojáky základní služby poskytuje obr. 2, který vyjadřuje vztah mezi jednotlivými faktory a umožňuje odečíst potřebné údaje.

Křivka na obr. 1 ukazuje změny v sensomotorické složce výkonnosti vojáka. Je to shrnutí výsledků velkého množství prací (experimentální přijímání morseových značek, kódování, sledování cíle, zásahové testy atd.), které ukazují jednoznačný pokles sensomotorické výkonnosti při teplotách nad 31 °C_{tec} (s narůstající teplotou a dobou jejího působení sensomotorická výkonnost klesá). To vede k tomu, že se snižuje přesnost výkonů a zvyšuje se počet



Obr. 1

chyb. V praxi mají tyto změny sensomotorické a psychomotorické výkonnosti odraz ve dvou různých formách, a to v:

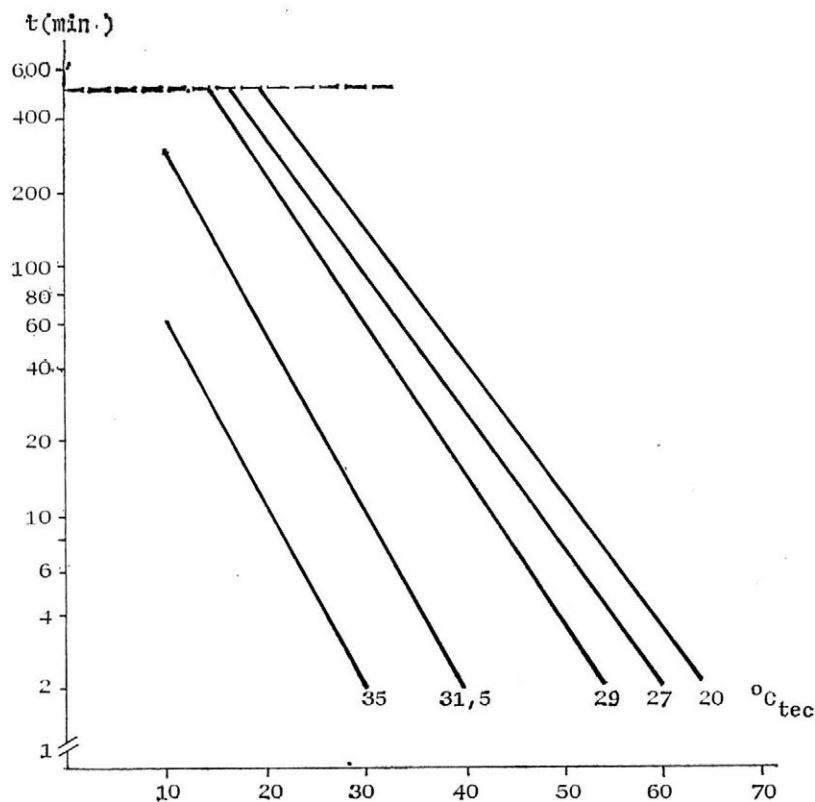
- pracovních úrazech,
- snížení pracovní výkonnosti.

Stoupání pracovních úrazů s teplotou je dobře známé. Např. systematické studium v naftovém průmyslu na Saħaře ukázalo striktní závislost mezi denní průměrnou teplotou a počtem úrazů. Tento sekundární účinek teploty na výkon v sensomotorické činnosti se tak stává pro industrializovanou společnost i pro armádu důležitější, než vlastní vliv tepelné zátěže na termoregulaci organismu.

Třetí křivka na **obr. 1** je věnována změnám v psychické složce profesionální výkonnosti pod vlivem vysoké teploty. Nepodařilo se dosud nalézt přesvědčivý důkaz o tom, že tepelná zátěž porušuje schopnost vykonávat duševní práci dříve, než dojde k patologickým projevům tepelného stresu. Nenalezli jsme ani spolehlivý důkaz o tom, že nemá vliv na výkonnost v práci s převahou psychické složky.

Na výsledný efekt působení vysoké teploty na profesionální výkon mají vliv některé další faktory, které omezují působení stresového činitele. Jsou to:

- trvání vlastního úkonu,



Obr. 2

Namáhavost práce v kJ/mín.

- míra předchozí praxe,
- stupeň aklimatizace na horko,
- úroveň motivace,
- přítomnost dalších stresových faktorů v prostředí.

Je prokázáno, že nácvikem se zmenšuje počet chybných úkonů, a proto nejméně a nejpozději je postižen výkon vojáků, kteří byli nejvíce zacvičení. Je to způsobeno tím, že tito vojáci nemusí vynakládat k uspokojivému splnění daného úkolu takové úsilí jako vojáci méně vycvičení. Jinak se projeví účinek tepelné zátěže, jestliže kritériem pro posouzení výkonu se stane množství práce. Pak se v horkém prostředí zhoršuje nejvíce výkon těch vojáků, kteří vynakládají největší úsilí na splnění daného bojového úkolu. Proto se v tomto případě zhoršuje nejvíce zdravotní stav právě nejlepších vojáků.

Na zdravotní stav i profesionální výkonost má příznivý vliv aklimatizace skutečně před zaměstnáním (výcvikem) v horku, což podstatně snižuje nepříznivý vliv zevních podmínek. Tento příznivý účinek aklimatizace se však neprojevuje u vojáků, kteří pracují v neprodyšných oděvech, protože se tu nemůže uplatnit hlavní mechanismus aklimatizace, a to je větší produkce potu, jehož odpařením se zvyšuje výdej tepla z organismu.

Vliv motivace při práci v horku se pozitivně uplatňuje především při kratších pracovních úkonech. Účinek tepelné zátěže na dlouhodobou práci je nezávislý na stupni motivace vojáků.

Působení horka se projevuje i v oblasti temperamentu. U některých vojáků se objevují projevy agresivity, u jiných naopak apatie a někteří se chovají přímo hystericky.

Všechny uvedené údaje potvrzují obecný závěr, že pro všechny vojáky základní služby i z povolání, aklimatizované i neaklimatizované, motivované i bez motivace, existuje kritická zóna teploty, jejíž překročení zvyšuje pravděpodobnost, že větší druhů jejich pracovních úkonů bude uskutečňována s menším výkonem. Takovou hranicí je teplota $27^{\circ}\text{C}_{\text{tec}}$ pro tělesnou práci a $31^{\circ}\text{C}_{\text{tec}}$ pro sensorimotorickou činnost. Diskomfort, kterým je vysoká teplota provázána, pak komplexně narušuje činnost každého vojáka základní služby i z povolání.

V armádních podmínkách bývají dále časté i situace, kdy velitelé, štáby a vojáci základní služby plní úkoly po dobu delší než 24 hodin, zpravidla ne však déle než 36 hodin.

Jakýkoli nedostatek spánku mění především reaktivitu organismu a při soudobé bojové činnosti to bude mít zvláště negativní vliv u odborností, kde charakter jejich činnosti vyžaduje dobrou pozornost a soustředěnost, jako je to např. u řidičů, operátorů apod.

Pro armádu je udržení bojeschopnosti nesmírně důležité, a proto je snaha přispět k poznání změn, ke kterým dochází v organismu mladých zdravých lidí při prodlouženém bdění. Každého velitele by měla zajímat zvláště oblast jejich mentální a sensorimotorické výkonnosti, aby bylo možné posoudit, jaký pokles profesionální výkonnosti lze očekávat při náročných cvičeních.

Dosud platné fyziologické teorie nenačítají přijatelné vysvětlení pro potřebu spánku a navzdory mimořádnému výzkumnému úsilí věnovanému spánku v posledních pětadvaceti letech známe ještě velmi málo o tomto mimořádně komplexním stavu. Naproti tomu empirie ukazuje nezbytnost spánku jak pro elementární mechanismy, tak i pro náročné mentální procesy.

Spánek není jednotný jev, ale má určitá stadia, která se od sebe liší svými charakteristikami elektroencefalografickými, elektromyografickými, elektrookulografickými apod. Důležité je, že v prvním stadiu spánku, které je přístrojově dokazatelné, nemusí být přítomny ani nejmenší zevní známky ospalosti. Ani další stadium, kdy se přístrojově ukazatele prohlubují, neznamenává ještě spánek, ale jen viditelné známky ospalosti. Toto jsou tak zvaná stadia subklinického spánku, která mohou nastoupit s různou rychlostí a postupně přecházet do lehkého, středního až hlubokého spánku. Po stadiu hlubokého spánku se objevuje stadium tak zvaného paradoxního spánku, ve kterém je přístrojový obraz jako u osob rozrušených, které se nedovedou psychicky uvolnit. V tomto stadiu jsou četné pohyby očních bulv. Někdy bývá označováno jako **rychlý spánek**, oproti ostatním, která se označují jako **pomalý spánek**. Oba typy spánku se za noc několikrát vystřídají a předpokládá se, že **pomalý spánek** je nutný k regeneraci celého těla a **rychlý, snový spánek**

k zotavení centrálního nervového systému. Se subklinickou spánkovou aktivitou se setkáváme u zdravých osob, které jsou unavené a nevyspalé, to jest spánkově deprivované.

Spánkovou deprivací se rozumí stav, ve kterém dochází při dalším bdění ke snížení reaktivity celého organismu, **kdy se objevují krátké stavy usínání — mikrospánky.** Spánková deprivace, to jest znemožnění delší dobu spát, je zpravidla globální, kdy jsou eliminovány všechny spánkové fáze. Selektivní deprivací se rozumí bránění jen určitým fázím spánku.

Občasný nedostatek spánku v denním životě může být prožíván jako nepříjemný, nebo snesitelný nebo dokonce rozveselující zážitek. Jedna noc bez spánku je posuzována jako uniformní, lehce stresová situace, podobná situaci s celonoční zábavou nebo studiem po celou noc, kdy při úspěšné nebo zajímavé práci jsou tendence k popření diskomfortu.

U člověka při obvyklém způsobu života netrvá nespavost skutečně příliš dlouho, obvykle ne více než 48 hodin, a v laboratorní situaci je nespavost omezena řadou faktorů. Proto ještě není efekt spánkového deficitu plně osvětlen. Všeobecně se však prolongovaná spánková deprivace považuje za vysoce nepřírodní stav, za jednu z forem stresu, která je spojena s metabolickým odrazem v organismu.

Neuspokojená potřeba spánku tedy vyvolává kromě nepříjemných subjektivních pocitů také řadu nepřímých reakcí a metabolických odpovědí. Nejen úplná ztráta spánku, ale i posun spánkového rytmu až k inverzi nezůstává bez odpovědi v celém organismu.

S nástupem spánkových stadií se rozkládá i kvalita myšlení. Nevíme, při jaké hloubce „pomaleho“ spánku myšlení přestává, ale v hlubších stadiích je paměť téměř vyřazena. Pokud-li se po probuzení u zkoumané osoby vybaví to, co právě předcházelo, pak jsou to obsahy, které bychom mohli nazvat pouze fragmenty myšlení, bez vztahu ke skutečnosti.

Druhá noc bez spánku za sebou je momentem, který vyvolává maximální stupeň ospalosti a minimální rozumovou výkonnost a bdění, které přesahuje 48 hodin a je pro průměrného člověka vrcholným diskomfortem.

O poklesu výkonnosti při spánkové deprivaci se všeobecně říká, že subjekt nemůže udržet výkonnost na konstantně vysoké úrovni. Tyto úseky zhoršené výkonnosti se zvyšují co do počtu a trvání tak, jak nepříznivé podmínky jsou prodlužovány a intenzifikovány. Při nedostatku spánku jsou tyto úseky snížené výkonnosti signalizovány změnami na encefalogramu společně s periferní vasodilací a pomalejší dechovou a tepovou frekvencí. Po dvou denní spánkové deprivaci se objevují výrazné chyby v koncentraci a pozornosti, které se stávají častější a jsou delší, když se spánkový deficit zvyšuje. Po 72 hodinách bez spánku lze stěží udržet pozornost více než 2 až 4 minuty. Situace se ještě zhoršuje, jestli se kombinuje nedostatek spánku se škodlivými faktory zevního prostředí a zvláště s únavou.

Výrazným faktorem pro výkon lidí při nedostatku spánku je nepředvídatelnost řešené situace. Při vzniku neobvyklých situací se vyskytuje větší počet chyb při jejich řešení.

Před snížením výkonu se často objevují změny nálady, které mohou sloužit jako varovný signál. Zvyšuje se podrážděnost, agresivita, potřeba jídla a dochází k mentální dezorganizaci, která vede k dennímu snění a k automatickému jednání. Nedostatek spánku také zvyšuje sklon k nepřímému jednání a u psychopatických osobností se objevuje sklon k paranoidním reakcím, vyskytují se přechodné sluchové nebo zrakové halucinace, poruchy vnímání apod.

Nedostatek vydatného spánku po týdně a měsíce může vyvolat únavu, bolesti hlavy, poruchy vidění, zvýšenou podrážděnost, špatnou koncentraci, apatii či depresi.

Podle literárních údajů lze při nedostatku spánku očekávat všeobecně sníženou výkonnost organismu, která se projevuje zejména:

- subjektivně nepříjemnými pocity (ospalost, únava apod.),
- snížením duševní výkonnosti (změny pozornosti, kvality myšlení, stability výkonu, změny koordinace),
- změnami nálady a společenského chování (zvýšená podrážděnost, agresivita, někdy až psychotické stavy),
- změnami v encefalogramu (rozpad alfa aktivity, zpomalení rytmů, mikrospánky, akcentace abnormit),

— pomalejší tepovou a dechovou frekvencí, snížením tělesné teploty a zmenšením diurnálních změn, periferní vasodilatací,

— zvýšenou potřebou jídla.

Je přirozené, že vnímavost k nedostatku spánku je velmi individuální ve svých projevech, ale pro průměrného vojáka platí, že hranici jeho výkonu v činnosti, pro kterou je dobře nacvičen, je 36 hodin. Po dvou nocích bez spánku se voják těžko udržuje v bdělém stavu a jeho výkonnost prudce klesá, především v době přirozeného poklesu lidské výkonnosti.

Výkonnost stejně jako základní fyziologické funkce organismu prodělává během 24 hodin pravidelné rytmické změny. V dopoledních hodinách vystupuje nad průměr, vrcholí mezi 9. až 11. hodinou, aby ve 12. hodině opět klesla na denní průměr. Druhého vrcholu dosahuje kolem 18. hodiny, poté následuje rychlý pokles k průměru a po 22. hodině hluboko pod něj. V noci je výkonnost hluboko pod celodenním průměrem a dosahuje minima mezi 2. až 4. hodinou ranní. Tento dynamický stereotyp

vytvořený na základě zevních a pracovních podmínek postihuje prakticky všechny funkce organismu a je velmi dobře zafixován. **Proto musíme při spánkové depri-vaci očekávat výrazný pokles výkonnosti především v noci mezi první až pátou hodinou ranní.**

Tyto skutečnosti plně zdůvodňují organizaci odpočinku vojáků, aby byla i při dlouhodobých zaměstnáních (cvičeních) zachována jejich základní pracovní výkonnost. Voják je schopen zachovat si výkonnost, pokud nemusí bdít delší dobu než 36 hodin. Když se doba cvičení nebo bojové činnosti prodlužuje, je nutné při dvou-denním bdění poskytnout první noc nejméně tři hodiny spánku, druhou noc nejméně čtyři hodiny spánku. Při třídenním zaměstnání je nutností spát každou noc nejméně 4 až 5 hodin. Při čtyřdenním bdění 5 hodin a při pěti až desetidenní činnosti je třeba k zachování základní výkonnosti alespoň 6 hodin spánku denně. Dodržování tohoto minimálního odpočinku může zachovat pracovní a bojovou schopnost vojáků a zvláště štábů.