

Utjecaj umora i cirkadiljskog ritma na rad kontrolora zračnog prometa

Šerić, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:983204>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Josip Šerić

UTJECAJ UMORA I CIRKADIJSKOG RITMA NA RAD
KONTROLORA ZRAČNOG PROMETA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**UTJECAJ UMORA I CIRKADIJSKOG RITMA NA RAD
KONTROLORA ZRAČNOG PROMETA**

**THE EFFECT OF FATIGUE AND CIRCADIAN RHYTHM ON
AIR TRAFFIC CONTROLLER WORK**

Mentor: prof. dr. sc. tech. Biljana Juričić

Student: Josip Šerić, 0135236747

Zagreb, Rujan 2024.

SAŽETAK

Cirkadijski sat na temelju ciklusa dana i noći upravlja psihičkim i fizičkim promjenama kod ljudi. Sve te promjene do kojih svaki dan dolazi kod ljudi, utječu i na njihovu sposobnost izvršavanja raznih zadaća. Dužnosti koje kontrolori zračnog prometa izvršavaju tijekom svog rada zahtijevaju dostatnu razinu znanja, vještine i kvalitete rada. Umor ima degradirajući utjecaj, ne samo na rad ljudi, već i na njihovo dugoročno zdravlje. Rizik koji je povezan s njim je neizbježan, stoga ga je potrebno prepoznati i upravljati njime na način da se svede na što manju moguću razinu kako bi se svakodnevne zrakoplovne operacije odvijale sigurno. Cilj ovog diplomskog rada je da se analizira kako i u kojoj mjeri umor utječe na rad oblasnih kontrolora zračnog prometa.

KLJUČNE RIJEČI: umor, kontrolor zračnog prometa, cirkadijski ritam, homeostatski pritisak, Karolinska skala pospanosti, radno opterećenje

SUMMARY

The circadian clock manages human mental and physical changes based on the day and night cycle. All those changes which happen every day with humans, affect their ability to perform different tasks. The duties which air traffic controllers perform during their work demand sufficient knowledge, skill and quality of work. Fatigue has a degrading effect, not only on people's work, but also on their longterm health. The risk which is associated with it is inevitable, therefore it is necessary to identify it and manage it in a way that it is reduced to the lowest possible level so that daily aviation operations can happen safely. The goal of this thesis is to analyse how and to what extent fatigue affects area air traffic controller's work.

KEY WORDS: fatigue, air traffic controller, circadian rhythm, homeostatic pressure, Karolinska sleepiness scale, workload

Zagreb, 15. svibnja 2024.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Ljudski potencijali u zrakoplovstvu**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7659

Pristupnik: **Josip Šerić (0135236747)**
Studij: **Aeronautika**

Zadatak: **Utjecaj umora i cirkadijskog ritma na rad kontrolora zračnog prometa**

Opis zadatka:

Uvodno navesti cilj i strukturu rada. Objasniti pojam cirkadijskog ritma i umora te njihovu važnost u kontroli zračnog prometa. Objasniti njihov utjecaj na psihičko i fizičko stanje ljudi. Analizirati postojeće metode za mjerenje umora. Izraditi anketu za prikupljanje podataka od kontrolora o njihovom stanju pobuđenosti i umora, kvaliteti sna te na kraju o subjektivnoj procjeni vlastitog rada. Provesti anketiranje oblasnih kontrolora zračnog prometa tijekom određenog vremenskog perioda. Obraditi i analizirati dobivene podatke. Identificirati degradacije kvalitete rada kontrolora zračnog prometa kao izravne posljedice cirkadijskog ritma i umora. Predložiti potencijalno rješenje implementacije sustava upravljanja umorom. Dati zaključna razmatranja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

prof. dr. sc. Biljana Juričić

SADRŽAJ

1. UVOD	8
2. POTREBA ZA SNOM	9
2.1. Tipovi sna	9
2.1.1. <i>Non-rapid eye movement</i> (non-REM) san	9
2.1.2. <i>Rapid eye movement</i> (REM) san	9
2.1.3. Ciklusi sna	10
2.2. Čimbenici koji utječu na kvalitetu sna	11
2.2.1. Dob	11
2.2.2. Poremećaji sna	11
2.2.3. Stimulansi	12
2.2.4. Utjecaj okoline	12
2.3. Gubitak sna	13
2.4. Oporavak od gubitka sna	14
3. UMOR I CIRKADIJSKI RITAM	16
3.1. Umor	16
3.1.1. Uzroci umora	17
3.1.2. Simptomi umora	18
3.1.3. Posljedice umora	18
3.2. Cirkadijski ritam	19
3.2.1. Cirkadijski sat	20
3.2.2. Homeostatski pritisak	22
3.2.3. Utjecaj svjetlosti na cirkadijski ritam	23
3.2.4. Utjecaj smjenskog rada na cirkadijski ritam	23
3.2.5. Utjecaj radnog opterećenja na umor i cirkadijski ritam	25
3.3. Mjerenje umora	25
3.3.1. Izvještaji o umoru	26
3.3.2. Subjektivne ankete	26
3.3.3. Objektivno mjerenje sposobnosti izvršavanja zadaća	28
4. PRIKUPLJANJE PODATAKA	30
4.1. Ankete	30
4.1.1. Prva anketa	30
4.1.2. Druga anketa	32

5. ANALIZA PRIKUPLJENIH PODATAKA	34
5.1. Prikupljeni podaci prve ankete	34
5.2. Prikupljeni podaci druge ankete	36
5.2.1. Prosječne ocjene umora tijekom dana	36
5.2.2. Prosječne ocjene umora kod različitih smjena	39
5.2.3. Utjecaj sna na umor	40
5.2.4. Utjecaj radnog opterećenja na umor	45
5.2.5. Utjecaj vremena provedenog budnima na umor	49
6. ZAKLJUČAK.....	53
LITERATURA.....	54
POPIS SLIKA	56
POPIS TABLICA.....	58
POPIS KRATICA	59

1. UVOD

Brzi razvoj zrakoplovne industrije prate i veći zahtjevi kako za sve zrakoplovno osoblje uključeno u zračni promet tako i kontrolore zračnog prometa. Dok se tehnologija i sustavi povezani sa zračnim prometom mogu nadograditi i unaprijediti, ljudska fiziologija uvijek ostaje ista. Zbog toga je bitno razumjeti ju, istražiti i naći način upravljanja rizicima koji dolaze kao posljedica ljudskih čimbenika.

Umor je neizbježna pojava kod ljudi, a usko je povezan s cirkadijskim ritmom kojim naša tijela upravljaju. Mnogi su razlozi zbog kojih može doći do umora, a u ovom radu će se razraditi koji su te do kojih posljedica može doći do umora. Poznato je da umor degradira sposobnost ljudi za izvršavanjem zadaća, a saznati će se u kojoj mjeri i koji još ljudski čimbenici utječu na promjenu pobuđenosti.

Za početak će se objasniti ljudska potreba za snom. Postoje razni mehanizmi i procesi koji pokreću san i utječu na njegovu kvalitetu i oporavak ljudskog tijela. Ukoliko dođe do gubitka sna uvijek dolazi i do kratkoročnih ili dugoročnih negativnih posljedica koje se mogu izbjeći prikladnim oporavkom. Jedan od najvažnijih mehanizama promicanja pospanosti i pobuđenosti kod ljudi je cirkadijski ritam koji potiče cikluse sna ovisno o okolnoj svjetlosti. Objasniti će se umor kao posljedica nedostatne količine i kvalitete sna te njegove posljedice. Kako bi se istraživanje o njegovom utjecaju na kraju provelo bitno je znati i načine na koje se umor mjeri. Na kraju je pojašnjena metodologija prikupljanja podataka od oblasnih kontrolora zračnog prometa, rezultati analize i zaključak rada.

2. POTREBA ZA SNOM

Čovjek provede otprilike trećinu svog života spavajući. Kod većine zdravih odraslih osoba, optimalna količina sna iznosi između 7 i 9 sati dnevno. Znanost o snu otkriva da je nemoguće spavati manje od potrebne količine sna bez pojave negativnih posljedica u budućnosti. San ima ključnu ulogu kod brojnih procesa i funkcija ljudskog tijela, kao što su: generalno zdravlje i dobrobit, pamćenje, učenje, budnost, sposobnost i kvaliteta izvođenja zadaća i raspoloženje. [1] [2]

2.1. Tipovi sna

Dok čovjek spava, u njegovom tijelu se odvija niz kompleksnih procesa. Kako bismo saznali više o snu koriste se različite istraživačke tehnike kao praćenje uzoraka električkih impulsa tijekom aktivnosti mozga, pokreta očiju i aktivnost mišića. Otkriveno je da ljudski san ima 4 različite faze i 2 tipa sna. Prvi tip sna je *non-rapid eye movement* (non-REM) san i *rapid eye movement* (REM) san. [1] [2]

2.1.1. *Non-rapid eye movement* (non-REM) san

Tijekom non-REM sna moždana aktivnost se usporava u usporedbi s moždanom aktivnošću budne osobe. To je dio sna kod kojeg se tijelo oporavlja putem rasta mišića i obnove oštećenih mišićnih vlakana. Tri četvrtine sna je non-REM san i dijeli se na 4 različite faze. [1] [2]

Tijekom prve i druge faze san je lakši odnosno plići (osobu je lakše probuditi), u tim fazama osoba ulazi u san. Treća faza sna se također zove i *slow-wave sleep* (SWS) odnosno duboki san. Tada mozak prestaje obrađivati informacije izvana, a veliki broj moždanih stanica počinje slati električke valove. U ovoj fazi je teže probuditi osobu, a jako je bitna za učenje. Što je osoba fizički aktivnija, to će biti potrebno više SWS ili dubokog sna. [1] [2]

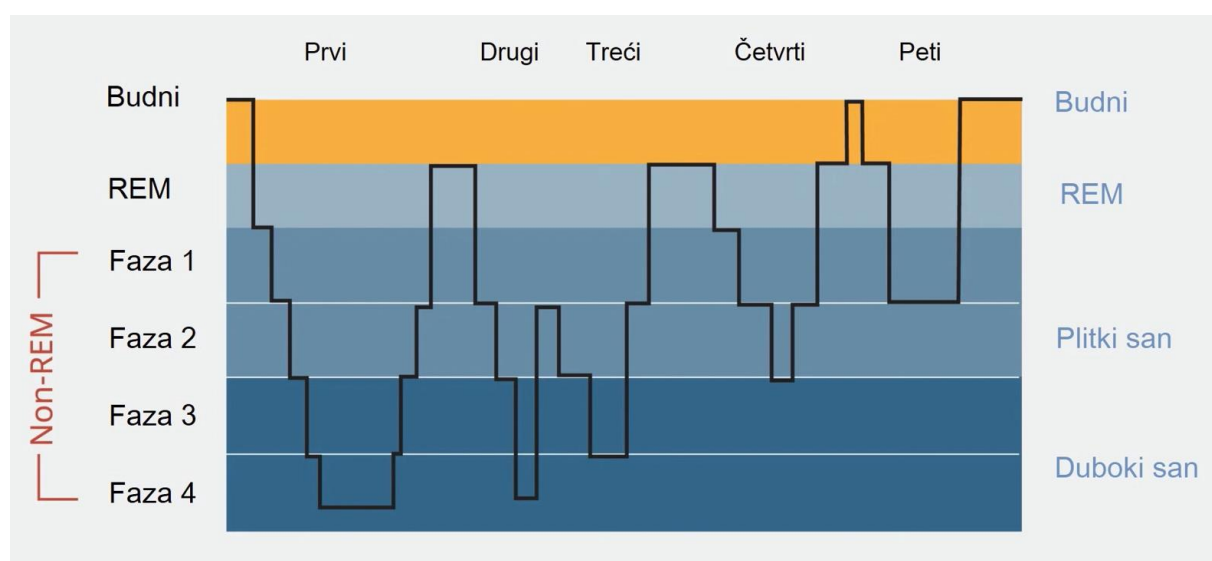
2.1.2. *Rapid eye movement* (REM) san

Tijekom REM sna moždana aktivnost je slična onoj koja je tipična za budnu osobu. Ime ovog tipa sna proizlazi iz pokretanja očiju ispod zatvorenih kapaka koje prate i trzaji mišića i nepravilni otkucaji srca. Mozak se u ovoj fazi oporavlja i utvrđuje informacije iz prijašnjeg dana i sprema ih u pamćenje. Ljudi tijekom REM faze sanjaju, a tijelo postaje

nepomično kako ne bi reagiralo na signale koje mozak šalje u reakciji prema snovima. REM san generalno obuhvaća jednu četvrtinu ukupnog sna. [1] [2]

2.1.3 Ciklusi sna

Tijekom normalnog sna, non-REM i REM faze se naizmjenično događaju u ciklusima koji traju otprilike 90 minuta. Pošto postoji jako puno vanjskih i individualnih utjecaja na san, taj vremenski period može biti jako promjenjiv (buka, stres, alkohol, umor, manjak sna...). Na slici 1. vidljiv je dijagram ciklusa sna kroz normalnu noć spavanja kod zdrave mlade osobe koja započinje san u 23:00 i budi se u 07:30. [2]



Slika 1. Ciklus sna kroz normalnu noć spavanja [3]

Na vertikalnoj osi dijagrama vidljive su faze sna i tip sna, dok na horizontalnoj osi vrijeme i ciklusi sna. Na početku je osoba budna i za početak ne ulazi u REM san već u prvu fazu non-REM sna. San postaje sve dublji, a kao što je prije spomenuto, u trećoj fazi započinje SWS koji traje do otprilike 80 minuta ukupnog vremena sna. Tada dolazimo do zadnjeg dijela prvog ciklusa gdje osoba prelazi u plitki san pa do prve REM faze sna koja traje kratko. Nakon toga se osoba vraća u dublji san i na taj način nastavlja otprilike iste cikluse sna. Važno je primijetiti da u svakom novom ciklusu non-REM i REM sna se duljina SWS-a smanjuje, dok se duljina količina REM sna povećava. Osoba se budi tijekom REM faze sna zbog čega je moguće da se jasno sjeća sna kojeg je sanjala. U slučaju da se osoba probudi tijekom sna može se dogoditi da se osjeća dezorijentirano te da im je potrebno duže da se poveća pobuđenost. Ovu pojavu zovemo inercija sna. [1] [2]

2.2. Čimbenici koji utječu na kvalitetu sna

Da bi san bio kvalitetan i učinkovit, potrebno je da sadrži neprekidne cikluse non-REM i REM faza sna što znači da su oba tipa sna važna za obnovu tijela i uma. Što se više budimo tijekom večeri, ili čak vanjskim utjecajima prelazimo u plitki san bez buđenja, to će biti više negativnih posljedica idući dan. Iz tog razloga ICAO (*International Civil Aviation Organization*) predlaže implementaciju procedura koje osiguravaju što je manje moguće prekida odmora osoblja na poslu i van posla (npr. kontaktiranje kontrolora o promjeni smjene). [1] [2]

Čimbenici koji mogu utjecati na kvalitetu sna su raznoliki, a uključuju zdravlje, stil života, navike, posao i različite utjecaje iz okoline. Otprilike 45% ljudi imaju ili su imali nekakav oblik poremećaja sna. Kako bismo razumjeli kompleksan utjecaj različitih čimbenika na san potrebno ih je istražiti i osvijestiti ljude o njima, a posebno zrakoplovno osoblje, jer je poznato da je utjecaj značajan. Manjak sna može uzrokovati psihičke i fizičke posljedice koji mogu dovesti do značajnih sigurnosnih incidenata. [2] [3]

2.2.1. Dob

Istraživanja su dokazala da se sa starenjem smanjuje vrijeme SWS-a, dok se količina plitkog sna povećava što je prevladavajuća pojava kod muškaraca, s manjim promjenama kod žena. Zajedno s tim se također i kvaliteta sna smanjuje s većim brojem godina života. Sa starošću se povećava i iskustvo kod upravljanja snom u zrakoplovnom okruženju koje donosi stres i smjenski rad što s druge strane potencijalno smanjuje rizik umora pa se dob ne smatra dovoljno značajan čimbenik kod upravljanja umorom. [1] [2]

2.2.2. Poremećaji sna

Kvalitetu sna mogu degradirati i brojni poremećaji sna koji onemogućavaju ljudima da se bez prekida naspavaju čak i kada provode dovoljno vremena u krevetu pokušavajući zaspati. Kod smjenskog rada s kojim su suočeni kontrolori zračnog prometa često postoji ograničen vremenski period u kojem mogu spavati zbog čega je važno obučiti osoblje o mogućim poremećajima sna, kako se nositi s njima i gdje potražiti pomoć. Neki poremećaji sna s kojom se osoba može susresti su: poremećeni biološki sat, nepravilni obrasci spavanja, stres, nesanica, problemi s disanjem, parasomnija, apnea, narkolepsija i slično.[2] [4] [5]

2.2.3. Stimulansi

Kofein, nikotin i alkohol su stimulansi koje ljudi nerijetko koriste i unose, a mogu imati značajan utjecaj na dužinu i kvalitetu sna. Kofein možemo pronaći u kavi, energetskim pićima, čokoladi, čaju, karboniziranim pićima i lijekovima. On stimulira mozak na način da je teže zaspati nakon konzumacije i ometa kvalitetan neprekidan san potreban za obnovu tijela i uma. Što je konzumacija bliža snu to je degradacija kvalitete veća, posebno kod ljudi koji su osjetljiviji. Nikotin utječe na san na sličan način, a alkohol s druge strane pomaže ljudima da zaspu jer izaziva osjećaj pospanosti, međutim dok tijelo razgrađuje konzumirani alkohol nije moguć REM san. To znači da alkohol remeti pamćenje i učenje, a bez obzira što je duljina sna dostatna u normalnim uvjetima, kvaliteta sna nije dovoljna za obnovu mozga. [1] [2]

prema ICAO-u kofein može biti koristan za kratkoročno i privremeno smanjivanje osjećaja umora jer blokira kemijski spoj u mozgu: adenzin. Također upozorava da kofein ne uklanja potrebu za snom, već samo osjećaj pospanosti, zbog čega se treba koristiti samo kao kratkoročna strategija upravljanja umorom. Kofeinu treba pola sata da počne imati učinak na ljude, a taj učinak može biti primjetan 5 sati ili kod nekih ljudi i više nakon konzumacije. Kako bi konzumacija kofeina bila učinkovita, potrebno je izbjegavati ju kada je budnost na visokoj razini, a konzumirati kofein kad je očekivana niska budnost kao pred kraj radne smjene. [1] [2]

2.2.4. Utjecaj okoline

Kvaliteta sna ovisi i okolini u kojem se osoba nalazi uslijed odnosno tijekom sna. Visoka razina svjetlosti u prostoriji povisuje budnost, što se s druge strane može koristiti kao strategija smanjenja umora. Međutim u situaciji gdje osoba pokušava zaspati poželjni su uvjeti bez svjetlosti, kao i bez buke ili bilo kakvog zvuka koji može negativno utjecati na san. Kako bi osoba zaspala potrebno je smanjiti tjelesnu temperaturu, što znači da je lakše zaspati u hladnijim uvjetima. Za većinu ljudi temperatura između 18 i 20 °C je idealna za zaspavanje. [1] [2]

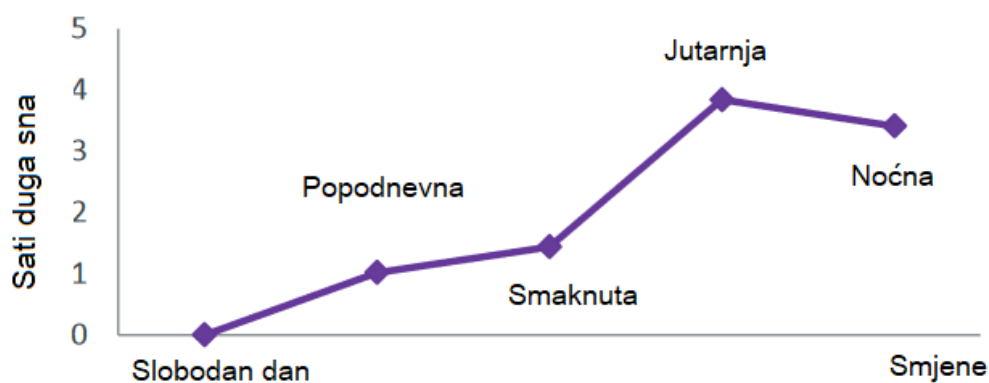
San također može biti uznemiren ukoliko postoji očekivanje osobe da će biti probuđena i u slučaju kontrolora zračnog prometa, da će biti pozvani na rad. Ne samo da će kvaliteta sna biti manja već će osobi biti i teže zaspati. Spavanje na drugoj lokaciji i okolini od one na koju je osoba navikla, kao na primjer spavaonice na poslu, također negativno utječu

na kvalitetu sna (san će biti plići i uznemireniji). Istraživanja su pokazala da više od pola vremena koje kontrolori zračnog prometa imaju u noćnoj smjeni dostupno za odspavati, oni provedu budnima, a san koji uspiju odspavati bude plitki non-REM san, bez obzira što se događa u savršeno vrijeme po cirkadijskom ritmu. [1] [2]

2.3. Gubitak sna

Bez obzira na kvalitetu sna, količina sna je jako bitna za obnavljanje sposobnosti tijela i uma za funkcioniranje dok je osoba budna. Gubitak ili 2 sata sna u jednoj noći već ima negativne posljedice idući dan u smislu degradacije mogućnosti izvršavanja zadaća i budnosti. Što duže osoba ostaje budna, to je budnost i kvaliteta rada manja, što je rezultat povećanja homeostatskog pritiska. Istraživanja su pokazala da posade zrakoplova koje su duže bile budne prije izvršavanja dužnosti radile 40% više grešaka tijekom rada u usporedbi s posadom koja je bila otprilike 6 sati manje budna. [1] [2]

Gubitak sna se akumulira, što znači da ukoliko osoba ne nadoknadi izgubljeni san, funkcionirat će sve gore i gore svaki idući dan. Tu pojavu zovemo dug sna. U smjenskom radu kontrolora zračnog prometa je česta pojava minimalnog odmora i raznolikih smjena, što često dovodi i do duga sna. Na slici 2. vidljivo je koliko prosječno sati duga sna akumulira kontrolor zračnog prometa u određenim smjenama tijekom četverodnevnog radnog ciklusa u usporedbi s danima kada ne radi. [2]



Slika 2. Kumulativni sati duga sna kod različitih smjena rada [2]

Krivulja počinje na slobodnom danu kada nema duga sna odnosno kontrolor je imao san optimalne duljine. Nakon toga u popodnevnoj i smaknutoj smjeni sakupi otprilike 1.5 sati duga sna, a u jutarnjoj smjeni se dug naglo poveća do 4 sata. Prije noćne smjene se dug smanji. [2]

Što je dug sna veći, odnosno što se manje osoba naspava svaki dan, to se brže smanjuje njena sposobnost za izvršavanje zadataka i budnost. Čak i s gubitkom jednog sata po noći u jednom trenutku dolazi do lošijeg rada. Gubitak sna utječe na brojne kognitivne funkcije, ali najviše na brzinu rada, pažnju i na sposobnost izvršavanja kompleksnih mentalnih zadataka. [1] [2]

Ako se gubitak sna ne nadoknadi duže vremena ljudi više nisu pouzdani za procjenu svoje sposobnosti funkcioniranja, jer nakon određenog trenutka više ne primjećuju daljnje pogoršanje svog stanja. Homeostatski pritisak nastavlja rasti sve do jednog trenutka kada ljudi nekontrolirano tonu u kratke periode sna. Ova pojava se zove mikro san. Tijekom mikro sna, mozak prestaje procesuirati informacije iz okoline, a takve pojave su zabilježene kod kontrolora zračnog prometa na kraju noćne smjene. [1] [2]

2.4. Oporavak od gubitka sna

Produženo stanje gubitka sna može imati negativan utjecaj na mozak koji može biti primjetan i do više tjedana nakon. Nema jasno definirane količine vremena koja je dovoljna za potpuni oporavak od gubitka sna i nestanak negativnih posljedica istog. Poznato je da se dug sna ne može vratiti sat za sat, odnosno oporavak može trajati više vremena nego je izgubljeno nedostatkom sna. Kako bi se osoba potpuno oporavila od izgubljenog sna potrebne su 2 uzastopne noći neograničenog sna s non-REM i REM ciklusima bez prekida. Tijekom prve noći oporavka većina sna će biti SWS, što ograničava količinu REM sna. Tijekom druge noći oporavka mozak nadoknađuje izgubljeni REM san, nakon čega dolazi do normalnih non-REM i REM ciklusa sna. Ako je tijekom više noći došlo do gubitka sna, biti će možda biti potrebno i više noći za oporavak. Naprimjer: 3 uzastopne noći s osmosatnim snom neće biti dovoljne za oporavak od 7 uzastopnih noći sa sedmosatnim snom. [1] [2]

Kada se osoba nađe u situaciji gdje je u gubitku sna, njen mozak se na neki način rekonfigurira i prilagodi na način da počne raditi na nižoj razini od optimalne što se tiče budnosti i izvršavanja zadataka. Povratak ljudskog mozga u normalno stanje i optimalan rad može biti dugačak proces kojem mogu pomoći duži vremenski periodi kao godišnji odmor. Prijedlog ICAO-a je priuštiti kontrolorima zračnog prometa periodične produžene prilike za odmor i oporavak. Prilike za oporavak moraju biti prisutne češće ukoliko je gubitak sna češći zbog pojave umora. Preporuka je minimalno 2 uzastopne noći neograničenog sna, što ne

znači, kao što je priušteno kontrolorima zračnog prometa iz ovog istraživanja, 48 sati odmora. 48 sati od prijašnje smjene neće dozvoliti dvije uzastopne noći neograničenog sna, posebno ako je zadnja smjena bila noćna. [1] [2]

Osim neograničenog sna po noći, oporaviti od gubitka sna može se i podijeljenim snom, odnosno spavanjem određeni broj sati po noći i nadoknađivanje sati sna tijekom dana. Zbog izazovnih smjena zrakoplovnog osoblja, ovo je česta praksa u zrakoplovnim operacijama. Određena istraživanja su otkrila da ograničen san po noći, nadoknađen sa snom tijekom dana, ima istu vrijednost oporavka od gubitka sna kao isti broj sati odspavan neprekidno tijekom jedne noći. [1] [2]

Ukoliko dođe do gubitka sna, česta i kvalitetna strategija oporavka je *Napping* (drijemanje tijekom dana), jer je bilo kakva količina sna korisna. Drijemanje pomaže održati budnost i sposobnost izvršavanja zadaća na višoj razini, sve dok osoba ne pronađe priliku za neograničenim snom. ICAO naglašava da drijemanje prije popodnevene ili noćne smjene može biti korisno za održavanje budnosti i sposobnosti izvršavanja zadaća tijekom rada. Ukoliko radna okolina to dozvoljava, preporuča se i drijemanje tijekom smjene u pauzama. Duljina drijemanja ovisi uglavnom o dostupnom vremenu za odmor, ali je bitno da postoji dovoljno vremena za zaspati i dovoljno vremena od buđenja do početka rada kako bi inercija sna nestala i ne bi utjecala na rad. Jako je bitno da je osoblje svjesno da ukoliko planiraju svoj san prije smjene na način da se oslanjaju na drijemanje tijekom pauza u smjenama, korist drijemanja kao strategije upravljanja umorom neće biti učinkovito. [1] [2]

3. UMOR I CIRKADIJSKI RITAM

Operativni zahtjevi u zrakoplovnoj industriji kontinuirano rastu zajedno s brojem letačkih operacija kojih je svake godine sve više. Dok su zahtjevi sve veći, u isto vrijeme ljudska fiziologija ostaje ista. Umor je neizbježna opasnost za sigurnost u svakodnevnom cjelodnevnom odvijanju zračnog prometa zbog prirodne degradacije različitih aspekata ljudskog rada. Kako bismo umanjili rizike umora u operacijama, razvijaju se i koriste strategije upravljanja zahtjeva budnih aktivnosti i potrebom za snom ljudi. [1] [2]

Umor rezultira smanjenom sposobnošću osobe izvoditi svoje operativne dužnosti i smatra se kao neuravnoteženost psihičkih i fizičkih zahtjeva svih aktivnosti koje osoba radi tijekom vremena koje provodi budnom (bez obzira jesu li to aktivnosti vezane za posao ili aktivnosti u slobodnom vremenu) i oporavka osobe od tih zahtjeva spavanjem. Dva područja znanosti od velikog značaja su: znanost o snu (učinci nedovoljnog sna i kako se oporaviti od njega) i istraživanje cirkadijskog ritma odnosno dnevnih fizioloških ciklusa koje pokreće cirkadijski sat. [1]

ICAO zahtjeva da se postave regulative koje upravljaju umorom, a bazirane su na znanosti. Osnovni principi upravljanja umorom su: [1]

- Budni periodi osobe se moraju limitirati. Redovito osiguravanje dovoljno kvalitetnog sna je bitno za odmor tijela i mozga.
- Cirkadijski ritam tijela je ključan utjecaj na vrijeme i kvalitetu sna i izvedbu zadataka
- Ukoliko se smanji količina i kvaliteta sna jednu večer, dolazi do smanjenja sposobnosti ljudi idući dan
- Visoko i nisko radno opterećenje također utječe na povećanje umora osobe

3.1. Umor

ICAO definira umor kao: „...fiziološko stanje smanjene psihičke i fizičke sposobnosti koje su izravna posljedica gubitka sna, i/ili radnog opterećenja (psihička ili fizička aktivnost) koja može narušiti budnost osobe, te njihovu sposobnost adekvatnog izvršavanja sigurnih operativnih dužnosti.“. Iako je to uobičajena pojava kod ljudi, njeni simptomi mogu biti kompleksni kako kod akutnog tako i kod kroničnog umora koji ima dugoročne negativne učinke za ljudsko zdravlje. Neki od simptoma umora su: pospanost, poteškoće s

koncentracijom i komunikacijom, smanjena brzina rada, manjak motivacije, emocionalna osjetljivost. [2][6][7]

Važno je imati na umu da je umor kritičan i kumulativan faktor kod zrakoplovne sigurnosti koji izravno uzrokuje ljudske greške smanjenjem sposobnosti ljudi da izvršavaju svoje operativne zadatke koji imaju visoke zahtjeve intelektualnog procesuiranja. Umor se tretira kao rizik i opasnost u zrakoplovstvu i bez obzira na limitiranje i reguliranje rada kontrolora zračnog prometa i pilota, nikada se ne može potpuno spriječiti. Zbog toga je potrebno stvoriti sustav upravljanja umorom kako bismo prepoznali rizike umora i držali rizike unutar sigurnih granica. [7][8]

3.1.1. Uzroci umora

Brojni su uzroci povećanja umora kod ljudi, a možemo ih podijeliti na individualne i uzroke okoline. Individualni uzroci umora su: spol, dob, genetika, temperament, jutarnji/popodnevni tip osobe, zdravstvene limitacije, gubitak sna, cirkadijski ritam, stil života, navike spavanja, tjelovježba i prehrana. S druge strane su uzroci okoline: tip posla, raspored rada, rad u smjenama, vremenske zone, predvidljivost rasporeda, ekonomski i obiteljski faktori, radno opterećenje i preduga budnost. [7][8]

Do umora dolazi kombinacijom prije navedenih faktora te ponovnim pojavljivanjem istih. Rano jutarnje i noćne smjene su česta pojava kod kontrolora zračnog prometa, kombinirane s visokim radnim opterećenjem, privatnim problemima i manjkom psihičke i fizičke spremnosti mogu prouzrokovati dugoročni umor. [7][8]

Akutni umor se lako prepoznaje i proizlazi uglavnom iz manjka sna, psihičkog i fizičkog naprezanja, dugim smjenama i slično. Također se lako i liječi, izbjavanje s posla i dovoljnom količinom kvalitetnog odmora. Pošto je umor kumulativan, postoji i kronični umor koji je više subjektivan i nije nužno na prvu prepoznatljiv kod osobe. [8][9]

Umor može prouzrokovati i radno opterećenje, kako visoko tako i nisko. Nisko radno opterećenje može dovesti do monotonije i dosade što podiže razinu pospanosti kod ljudi, dok visoko radno opterećenje može premašiti kapacitet osobe koja izvršava zadaće što umara ljude. Zbog toga su pauze tijekom rada jako bitne. [2]

3.1.2. Simptomi umora

Umor se očituje na ljudima različitim načinima. Što je gubitak sna i trajanje budnog perioda osobe veće, to će simptomi biti češći i intenzivniji. Neki od simptoma umora su: [2]
[9]

- Povećano vrijeme potrebno za reakciju
- Manjak svjesnosti
- Pogoršanje vida
- Smanjenje pažnje
- Smanjenje komunikacije
- Povećanje broja grešaka
- Lako dolazi do odvratanja pažnje
- Pogoršanje raspoloženja
- Pogoršanje kratkoročnog pamćenja
- Potrebno više vremena za donošenje odluka
- Koncentracija samo na jedan zadatak

3.1.3. Posljedice umora

Istraživanja i laboratorijska testiranja pokazuju da gubitak sna ima dugoročne negativne posljedice na zdravlje. Jedno istraživanje pokazuje da su ljudi koji spavaju prosječno manje od 7 sati dnevno skloniji pretilosti, kardiovaskularnim bolestima i razvijanju dijabetesa tipa 2. Dugoročno zdravlje ne ovisi samo o zdravoj prehrani i tjelovježbi, već i kvalitetnom i količinski dovoljnom snu. Kao što je ranije rečeno, gubitak sna je nemoguć bez negativnih posljedica. [2]

Umor uzrokuje smanjenje budnosti zbog kojeg dolazi do pospanosti i potencijalnim nenamjernim zaspivanjem. Umorni ljudi su pospani, a mogu biti i ošamućeni. Ukoliko se takva osoba ne naspava u bližoj budućnosti, moguće je da pospanost dođe do tako visoke razine da dolazi do mikro sna koji se definira kao nekontrolirani kratki periodi sna. Utjecaj mikro sna na sigurnost zrakoplovnih operacija je očigledno izniman. [8]

Istraživanja pokazuju da gubitak 2 sata sna u jednoj večeri dovodi do smanjenja sposobnosti izvršavanja zadataka jednakim onom kao kod osobe koja je konzumirala dvije do

tri boce piva. Kod umornih ljudi najočitije je i pogoršanje kognitivnog funkcioniranja, pažnje i pamćenja, međutim način na koji se umor očituje na individualce i u kojoj mjeri se jako razlikuje od osobe do osobe. [8]

Dokazano je da umor utječe i na dugoročno zdravlje. Ukoliko je osoba često i dugo izložena umoru bez odgovarajućeg nadoknađivanja sna, doći će do dugoročnog pogoršanja sposobnosti izvršavanja zadaća. Istraživanja su pokazala da umor može dovesti do depresije, tjeskobe, pospanosti po danu i opstruktivne apneje tijekom sna. Izmjereni kardiovaskularni napor tijekom prvog radnog dana u radnom ciklusu bio je manji nego četvrti dan kod letačkog osoblja, a slaba higijena spavanja nekad dovodi i do kardiovaskularnih bolesti, zloupotrebljavanju supstanci i psihičkim poremećajima. Kod poslova koje zahtijevaju kontinuirani poremećaj cirkadijskog ritma noćnim smjenama pronađena je poveznica s rakom prostate, dojke i debelog crijeva. [7] [8]

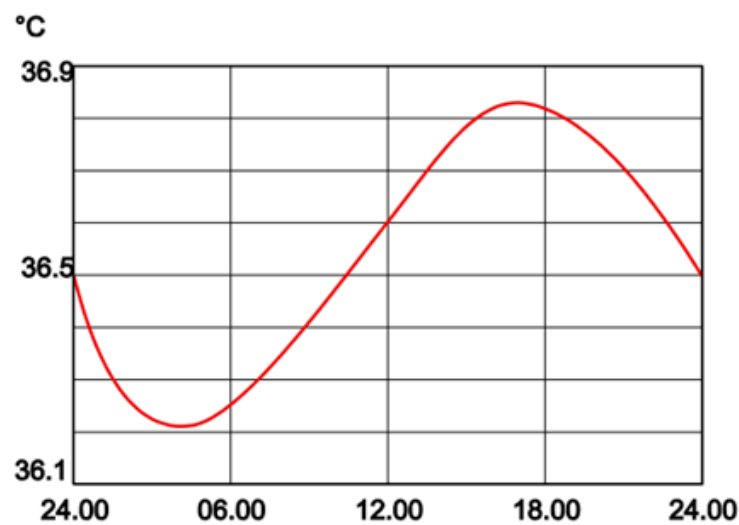
3.2. Cirkadijski ritam

Spavanje je programirano cirkadijskim ritmom. To je biološki sat (cirkadijski glavni sat) kojeg svi sisavci imaju, a nalazi se u grupi moždanih stanica duboko u mozgu. Te moždane stanice ritmički stvaraju električke signale koji su češći tijekom dana nego tijekom noći. Taj ritam se kontrolira interno u tijelu, nije samo reakcija na vanjske uvjete. Cirkadijski ritam stvara biološki dan ljudi, koji je kod većine malo duži od 24 sata. Cirkadijski glavni sat dobiva informacije o intenzitetu svjetlosti putem posebnih stanica mrežnice oka, iako ova pojava nije povezana s vidom. Cirkadijski sat koristi tu informaciju kako bi pratio cikluse dana i noći, zbog čega promjena vremenskih zona može negativno utjecati na san. Također sličan negativan utjecaj ima i smjenski rad, odnosno ljudi koji rade tijekom noći, a spavaju tijekom dana, nisu usklađeni s ciklusima dana i noći. [1] [9]

Mozak nije jedini organ na kojeg utječe cirkadijski ritam; jetra, bubrezi i crijeva svi imaju svoj odvojeni cirkadijski sat, sa svojim cirkadijskim ritmom. Svaka stanica u tijelu ima takozvane „satne gene“ koji na molekularnoj razini uzrokuju cirkadijski ritam u tijelu. Cirkadijski sat u suprahijazmatičnoj jezgri (SCN) je na vrhu hijerarhije i drži ostale dijelove tijela usklađenima međusobno i s ciklusom dana i noći. [1] [9]

Nije moguće mjeriti električnu aktivnost cirkadijskog sata SCN-a, ali cirkadijski ritam je mjerljiv uz pomoć idućih bioloških vrijednosti koje imaju redovite dnevne promjene, nekad s amplitudama većim od 50%: [1] [9]

- Tjelesna temperatura
- Krvni tlak
- Otkucaji srca
- Oštrina osjetila
- Lučenje adrenalina



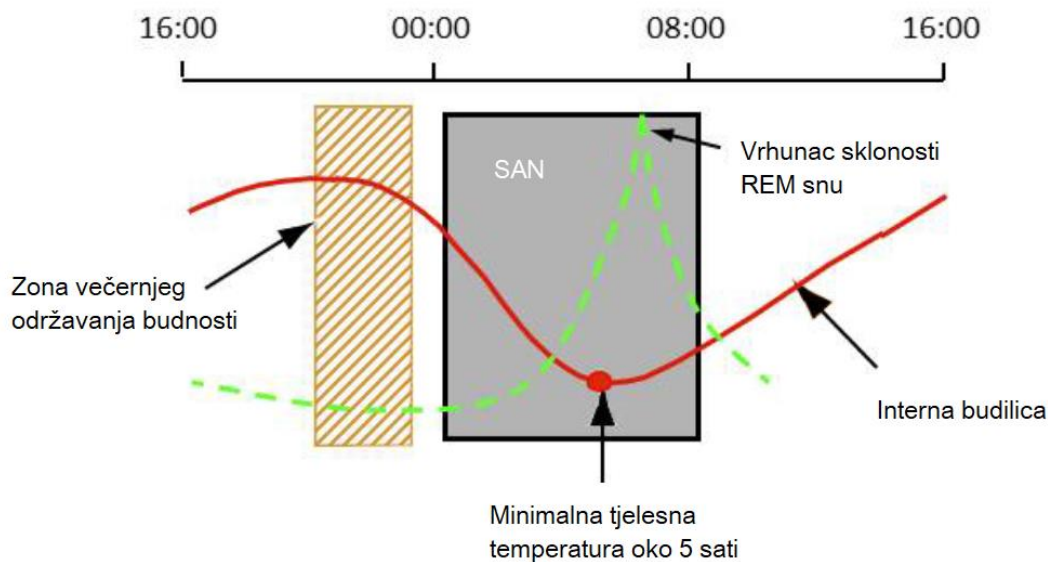
Slika 3. Promjena tjelesne temperature kroz dan [9]

Na slici 3 je vidljiva promjena ljudske tjelesne temperature kroz dan. Tjelesna temperatura se često koristi kao pokazatelj ciklusa cirkadijskog sata jer je relativno stabilna i laka za mjeriti tijekom dana. Kada nam tjelesna temperatura pada, tada se osjećamo pospano, a bit ćemo najbudniji kada temperatura raste. Općenito se najveća tjelesna temperatura pojavljuje oko 17 sati, dok se najniža pojavljuje oko 5 sati kada je osoba najmanje učinkovita i potreba za snom je najviša. [1] [9]

3.2.1. Cirkadijski sat

Cirkadijski sat i homeostatski pritisak su 2 glavna procesa koji reguliraju kvalitetu i vrijeme sna. Bitnije, cirkadijski sat utječe na vrijeme i količinu REM sna, pa dok je tjelesna temperatura minimalna u normalnom dnevnom ciklusu, mozak lakše i brže ulazi u REM san i

veći dio sna bude REM san. Ova pojava se zove sklonost REM snu i objašnjenje je zašto je zadnji REM ciklus sna najduži kao što je vidljivo na slici 1, a razlog je zato što je tjelesna temperatura minimalna oko 5 sati kod normalnog cirkadijskog ritma. [1] [10]



Slika 4. Odnos normalnog sna i cirkadijskog sata [1]

Na slici 4 vidljiv je odnos normalnog večernjeg sna i cirkadijskog sata, te značajne pojave tijekom tog razdoblja. Crvena krivulja prikazuje ovisnost temperature o vremenu dana, slično kao na slici 3. Cirkadijski sat ima veliki utjecaj na potrebu za snom, definira razdoblja kada se potiče san i razdoblja kada se mozak opire snu. Utjecaj cirkadijskog sata je najveći netom prije padanja tjelesne temperature i uobičajenog vremena kada osoba zaspi. Zbog toga je teško zaspati par sati ranije nego što osoba inače zaspi, a taj period otpora snu zove se zona večernjeg održavanja budnosti. [1]

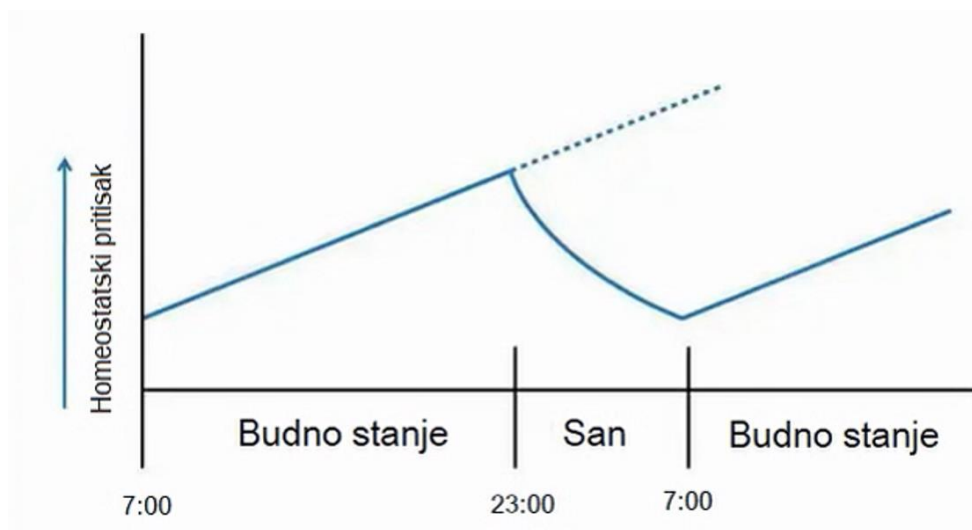
San većinom započinje otprilike 5 sati prije pojave minimalne tjelesne temperature, a buđenje otprilike 3 sata nakon nje. Isprekidana zelena linija prikazuje sklonost mozga REM snu, a povećava se ubrzo nakon zaspivanja, dok jako raste uslijed dosezanja minimalne tjelesne temperature. Kada tjelesna temperatura počne rasti, tada cirkadijski sat šalje jake signale prema mozgu koji potiču budnost, a nazivaju se cirkadijski signali budnosti. 3 sata nakon buđenja, homeostatski pritisak je nizak, a cirkadijski signal budnosti je dovoljno jak kako bi onemogućio zaspivanje i spavanje u tom razdoblju. Ova pojava se zove interna budilica. Razdoblje u danu kada je tjelesna temperatura osobe najniža je kada se ona osjeća

najpospanijom i sposobnost izvršavanja zadaća je na najnižoj razini, a zove se prozor cirkadijskog minimuma. [1]

3.2.2. Homeostatski pritisak

Drugi glavni proces regulacije sna je homeostatski pritisak koji se može definirati kao potreba mozga za snom koja nakuplja dok je osoba budna, a jedini način da se pritisak oslobodi je da osoba provede vrijeme spavajući kao što je vidljivo na slici 5. Ukoliko osoba nastavi biti budna, homeostatski pritisak će se nastaviti nakupljati. [1] [11]

Homeostatski pritisak se može mjeriti praćenjem količine SWS-a. Dok je osoba budna, pritisak za SWS se nakuplja, odnosno što je osoba duže budna to će idući put kad bude spavala imati više SWS-a u prvih par non-REM/REM ciklusa. Količina SWS-a se svaki idući ciklus smanjuje pa možemo reći da se homeostatski pritisak oslobađa tijekom sna bez obzira u kojem dijelu cirkadijskog ritma se osoba nalazila tijekom sna. [1] [10]



Slika 5. Ovisnost homeostatskog pritiska o vremenu provedenom u budnom stanju i u snu [11]

Utjecaj cirkadijskog sata i homeostatskog pritiska stvara dva različita perioda povećanja pospanosti tijekom jednog 24-satnog dana: [1] [9]

1. Pospanost je najveća kada je osoba budna tijekom prozora cirkadijskog minimuma koji se događa između 3 i 5 sati za većinu ljudi

2. Pospanost se ponovno povećava u ranim poslijepodnevnim satima između 14 i 17 sati. Taj period se naziva prozor poslijepodnevnog drijemanja, a poremećen san večer prije smanjuje budnost u tom periodu još više.

Spomenuta dva perioda se događaju u različitim vremenima za različite ljude. Neki ljudi su jutarnji, dok su drugi popodnevni tipovi. Jutarnji tip osobe znači da je cirkadijski ritam osobe raniji od prosjeka, dok popodnevnim osobama je kasnije. Ljudi su generalno u ranijim fazama života popodnevni tipovi, dok kasnije prelaze u jutarnje tipove. Kombinirani utjecaji cirkadijskog sata i homeostatskog pritiska se može svesti na stvaranje prozora kad se san promiče (rano ujutro i poslijepodne) i prozora kad se mozak opire snu (kasno ujutro i tijekom zone večernjeg održavanja budnosti). [1] [10]

3.2.3. Utjecaj svjetlosti na cirkadijski ritam

Moždane stanice koje tvore cirkadijski sat, spontano stvaraju električke signale ali brže tijekom dana nego tijekom noći. Izloženost svjetlosti ubrzava stvaranje tih električkih signala moždanih stanica. U slučaju da se osoba izloži svjetlošću tijekom jutra, cirkadijski ritam će uraniti i skratiti se, odnosno ranije će doći do maksimalne i minimalne tjelesne temperature. Ukoliko se osoba izloži svjetlošću tijekom sredine dana, neće biti utjecaja na cirkadijski ritam. Kada dođe do izloženosti svjetlošću u večernjim satima, tada se odgađa cirkadijski ritam, odnosno kasnije će doći do pada tjelesne temperature osobe pa posljedično i do pospanosti. Drugim riječima, cirkadijski ritam će se produljiti. [1] [10]

Iz ove pojave proizlazi preporuka o ograničavanju gledanja u ekrane prije spavanja. Ljudsko tijelo je posebno osjetljivo na plavo svjetlo i svjetlo visokog intenziteta. Ukoliko se osoba izloži određenoj količini svjetlosti svako jutro, njen cirkadijski ritam se može konzistentno smanjiti na duljinu od 24 sata pošto ljudski cirkadijski ritam traje malo više od 24 sata. U svijetu zrakoplovstva je jako teško upravljati snom i cirkadijskim ritmom na ovaj način, već se zrakoplovno osoblje mora boriti protiv cirkadijskog ritma koji se opire prilagodbi bilo kakvom obrascu spavanja osim spavanja po noći. [1] [10]

3.2.4 Utjecaj smjenskog rada na cirkadijski ritam

Smjenski rad se definira kao raspored obavljanja dužnosti koji zahtjeva od radnika da bude budan dok njegov cirkadijski sat potiče spavanje, odnosno obavljanje dužnosti u vrijeme kada bi radnik spavao ukoliko bi bio slobodan. Što je vrijeme sna više odmaknuto od

optimalnog vremena kojeg nalaže cirkadijski sat, to postaje sve teže da osoba postigne dovoljno kvalitetan san. Rad tijekom noćne smjene najviše remeti cirkadijski ritam jer je osoba budna tijekom većine optimalnog vremena za spavanje prema cirkadijskom satu, a općenito se kontrolori zračnog prometa najmanje naspavaju prije jutarnje smjene. [2]

Osim što uzrokuje nisko kvalitetan san i manjak sna, smjenski rad ima i drugih posljedica. Svaki put kada smjenski rad uzrokuje spavanje osobe u vrijeme koje nije usklađeno s cirkadijskim ritmom to šalje signale cirkadijskom satu da se počne usklađivati s novim rasporedom spavanja. Trenutni ustaljeni cirkadijski ritam dolazi u sukob s vanjskim utjecajima na ljudsko tijelo kao što je svjetlost, pa se remete različiti procesi i ritmovi u tijelu i dolazi do poremećaja cirkadijskog ritma. Zbog takve pojave moguće je da dođe do akutnog umora, lošijeg raspoloženja i promjene u sposobnosti izvršavanja zadaća. [2]

Radne smjene mogu imati različite rotacije: brze ili spore i rotirajuće unaprijed ili unatrag. Kod brzih smjena se vrijeme rada svakodnevno brzo mijenja zbog čega se cirkadijski ritam ne stigne prilagoditi novom rasporedu rada i spavanja. Prednost takvih smjena je da tijelo radnika ostaje usklađeno s normalnim ciklusom spavanja po noći zbog čega su manje posljedice poremećaja cirkadijskog ritma, dok je negativna strana da će radnik potencijalno raditi kada je njegova pospanost najveća, a sposobnost izvršavanja zadaća najgora. Kod sporih smjena se ljudsko tijelo navikne na promjenu rasporeda rada i spavanja, što znači da će uglavnom raditi kada je pospanost na niskoj razini, a sposobnost izvršavanja zadaća na visokoj. Negativna posljedica takve rotacije smjena je što cirkadijski ritam radnika potencijalno neće biti usklađeno s normalnim ciklusom spavanja po noći nakon radnog ciklusa. [2]

Smjene se mogu rotirati i unaprijed što znači da u radnom ciklusu svaka iduća smjena počinje kasnije nego što je počela prijašnja, naprimjer: jutarnja, smaknuta popodnevna i na kraju noćna smjena. Ukoliko se smjene rotiraju unatrag to znači da je redosljed smjena obrnut i da svaka iduća smjena počinje ranije nego što je počela prijašnja. Prema onome što znamo o cirkadijskom ritmu, logično bi bilo zaključiti da su za normalan rad cirkadijskog sata povoljnije unaprijed rotirane smjene. Dosadašnja istraživanja ne podržavaju taj zaključak već su pokazala da nema razlike u količini sna radnika između oba tipa rotacija smjena. Dokazano je samo da, bez obzira na rotaciju, najgoru sposobnost izvršavanja zadaća i

najveću razinu umora su pokazivali radnici na kraju noćne smjene i u ranim jutarnjim smjenama. [2]

3.2.5. Utjecaj radnog opterećenja na umor i cirkadijski ritam

ICAO definira radno opterećenje kao psihička i fizička aktivnost koji mogu imati utjecaj na umor individualca. Radno opterećenje je u stvarnosti kompleksniji koncept koji nema pravu definiciju i apsolutan način mjerenja. Bitni parametri radnog opterećenja su količina rada, vrsta zadatka, vrijeme kojim radnik raspolaže za odrađivanje zadatka, kompleksnost i intenzitet zadatka, kapacitet, sposobnost i stanje individualca koji izvršava zadatak. Teško je unificirano definirati i mjeriti radno opterećenje jer se uvjeti i čimbenici mijenjaju ovisno o tipu operacija u kojem radnik sudjeluje tijekom rada. Iako međusobno povezani, zadaci koje izvršavaju oblasni kontrolori zračnog prometa, toranjski kontrolori zračnog prometa, letačko osoblje i zemaljsko osoblje se izrazito razlikuju u prije spomenutim parametrima radnog opterećenja. [2]

Poznato je da bez obzira na vrstu operacija, najmanji utjecaj na umor i sposobnost izvršavanja zadaća ima srednja razina radnog opterećenja. Nisko radno opterećenje može dovesti do pospanosti i dosade zbog monotonije rada i manjka nadražaja tijekom rada. To može dovesti i do pogoršanja sposobnosti izvršavanja zadaća. S druge strane visoko radno opterećenje može nadvisiti sposobnosti i kapacitet radnika što dovodi do lošijeg rada. Nakon rada u visokom radnom opterećenja može i doći do umora. Pauze tijekom radne smjene su bitan način sprječavanja pogoršanja sposobnosti izvršavanja zadaća koje se događa u sve većoj mjeri što je duže vrijeme rada. Duljina rada i pauze između rada se definiraju tipom i zahtjevnosti zadataka koje radnik obavlja. [2]

3.3. Mjerenje umora

Kako bi se učinkovito upravljalo umorom u kontroli zračne plovidbe, potrebno je nekada i mjeriti umor kontrolora zračnog prometa. Postoji velik broj metoda mjerenja umora, ali ne postoji opća suglasnost o jednoj metodi kao najboljoj. Kod metoda mjerenja umora bitno da su znanstveno dokazane, da ne ugrožavaju mogućnost kontrolora zračnog prometa da sigurno obavlja svoje dužnosti i da su se već primjenjivale u zrakoplovstvu kako bi se prikupljeni podaci mogli međusobno uspoređivati. Bitno je i da regulatorna tijela priznaju metode mjerenja umora te da ih smatraju pouzdanima i značajnima za

zrakoplovstvo. Postoje metode mjerenja umora koje se baziraju na subjektivno sjećanje osobe, na trenutnom subjektivnom osjećaju umora, te na objektivnim mjerenjima parametara. [2] [7]

3.3.1. Izvještaji o umoru

Zrakoplovno osoblje putem izvještaja o umoru ima mogućnost dati povratnu informaciju o opasnostima umora kada do njega dođe tijekom operacija. Učinkovita kultura sigurnosnog izvještavanja potiče ljude da koriste izvještaje o umoru i definira razumijevanje definiranja jasne granice između prihvatljive i neprihvatljive kvalitete rada koja uključuje nemar, nesmotrenost, prekršaje i sabotazu. Izuzetno je bitno da zrakoplovno osoblje razumije i vjeruje da pisanje izvještaja o događaju ili umoru podrazumijevaju pravednu zaštitu ali ne isključuju kažnjavanje ukoliko je opravdano, te da je osigurano da će se sukladno djelovati na sigurnost u slučaju izvještaja, a ne pridodavati krivnju. U slučaju da postoji više izvještaja za određenu situaciju ili tijekom određene radne smjene, moguće je pokrenuti daljnju istragu o potencijalnom ugrožavanju sigurnosti. [2]

3.3.2. Subjektivne ankete

Mjerenje umora subjektivnim anketama je jeftin i jednostavan način za prikupljanje i analiziranje podataka o snu i umoru. Takve ankete se mogu provoditi u stvarnom vremenu tijekom rada kontrolora zračnog prometa i retrospektivno. Nedostatak subjektivnih anketa je što ne mogu pouzdano procijeniti objektivnu kvalitetu rada kontrolora zračnog prometa, a podaci o snu i ostale informacije mogu biti nepouzdanosti. Postoji i šansa za preuveličavanje umora i pospanosti od strane ispitanika, ali u zdravoj kulturi izvještavanja ta šansa nije zabrinjavajuća. Također su velike amplitude u procjenjivanju umora očigledne. [2] [7]

Subjektivne ankete o umoru su korisne za prikupljanje velike količine podataka od ispitanika koji se mogu relativno brzo sakupiti i analizirati u svrhu procjene i odlučivanja postoji li potreba za postavljanjem dodatnih mjera za smanjenje rizika uzrokovanog umorom. Subjektivne ankete također mogu priuštiti neke informacije koje objektivno mjerenje umora i pospanosti ne mogu, a to je osjećaj i uvid pojedinih kontrolora zračnog prometa koji daje dublji uvid u problematiku umora. [2] [7]

Subjektivne ankete se mogu provoditi tijekom rada kontrolora zračnog prometa što eliminira šansu za pogrešno prisjećanje o snu, umoru i pospanosti i osigurava najdetaljnije podatke. S druge strane retrospektivne ankete dolaze s rizikom o krivom prisjećanju informacija, ali su jednostavnije za provođenje. Bez obzira na tip subjektivnih anketa, one se provode uz pomoć brojčanih skala umora i pospanosti. Dvije najzastupljenije i najčešće korištene su Epworthova skala pospanosti i Karolinska skala pospanosti. [2] [12]

Epworthova skala pospanosti je provjereni alat za mjerenje utjecaja pospanosti na normalne aktivnosti tijekom dana koji se koristi u zdravstvenom istraživanju, ne samo u zrakoplovstvu. Skala ocjenjuje dolazi li do pretjerane pospanosti kod ispitanika koja može ukazati na umor. Kontrolor zračnog prometa ocjenjuje vjerojatnost da dođe do drijemanja ili zaspivanja u situacijama iz tablice 1 prema sljedećoj ljestvici: [2] [12]

0 = Nikada ne bih zadrijemao ili zaspao

1 = Mala vjerojatnost da bih zadrijemao ili zaspao

2 = Umjerena vjerojatnost da bih zadrijemao ili zaspao

3 = Velika vjerojatnost da bih zadrijemao ili zaspao

SITUACIJA	OCJENA VJEROJATNOSTI ZA DRIJEMANJE ILI ZASPIVANJE (0-3)
Sjedenje i čitanje	
Gledanje TV	
Sjedenje na javnom mjestu (npr. kazalište, sastanak)	
Sat vremena vožnje u autu kao suvozač bez pauze	
Popodnevno ležanje kad okolnosti dozvoljavaju	
Sjedenje i razgovor sa drugom osobom	
Sjedenje u tišini nakon ručka bez alkohola	
Zaustavljanje na nekoliko minuta u prometu tijekom vožnje	
Ukupni Epworth rezultat	

Tablica 1. Epworthova skala pospanosti [2]

Mogući najveći ukupni Epworth rezultat je 24. Rezultati veći od 10 se tumače kao da je ispitanik prekomjerno pospan, dok se rezultati veći od 15 tumače kao ekstremna pospanost. [2]

Druga najčešća skala je Karolinska skala pospanosti, a ona mjeri subjektivnu razinu pospanosti u određenom trenutku dana. Kod ispunjavanja ove skale, ispitanici odabiru broj na skali koji najbolje odgovara njihovom trenutnom psihofizičkom stanju. Karolinska skala pospanosti se koristila u istraživanju *jet lag-a*, cirkadijskog ritma, pažnje i pri kliničkim testiranjima. Iako je subjektivna skala pospanosti, dokazano je da su njeni rezultati podudaraju s elektroencefalografskim testiranjima koji su zapravo objektivni. Ispitanici ocjenjuju razinu svoje pospanosti i umora odabirući odgovarajući broj koji najbolje odgovaranja njihovom trenutnom stanju: [2] [13]

1 - ekstremno budni

2 - jako budni

3 - budni

4 - prilično budni

5 - niti budni niti pospani

6 - postoje naznake pospanosti

7 - pospani, ali nije potreban trud za ostati budni i na oprezu

8 - pospani, potreban je trud za ostati budni i na oprezu

9 - jako pospani, potrebno puno truda za ostati budni i na oprezu

3.3.3. Objektivno mjerenje sposobnosti izvršavanja zadaća

U laboratorijskim testiranjima se koristi široki raspon različitih objektivnih testiranja koja mjere parametre vezane uz pospanost i umor. Poteškoća na koju nailaze objektivna mjerenja je što se općenito baziraju na mjerenju vremena reakcije na podražaj, pažnju, kratkoročno pamćenje i slično, dok su zadaće oblasnog kontrolora zračnog prometa puno kompliciranije i potrebna je kombinacija specifičnih vještina za kvalitetan rad koje su teško

mjerljive. Njihova kvaliteta rada također ovisi, ne samo o individualnom radu, već o međusobnoj suradnji i koordinaciji rada gdje je potrebna vještina komunikacije. [2]

Bitni uvjeti koje metoda objektivnog mjerenja mora ispunjavati kako bi bila relevantna za istraživanje i ispitivanje umora i pospanosti su trajanje mjerenja, mogućnost ponavljanja mjerenja bez ometanja izvršavanja kontrolorskih dužnosti ispitanika, da uzima u obzir kompleksnost kontrolorskih zadaća te da se koristila kod drugih zrakoplovnih operacija. [2]

Jedna takva metoda je test psihomotorne budnosti koji se provodi unutar petominutnog perioda i čak se može provoditi na mobilnom uređaju zbog čega je moguće provoditi test više puta u danu i uspoređivati vrijeme reakcije tijekom nekog vremenskog perioda. Test psihomotorne budnosti funkcionira na način da tijekom vremena testiranja svako par sekundi prikazuje vizualni podražaj na kojeg je potrebno što prije reagirati. Dosadašnja testiranja na kontrolorima zračnog prometa su pokazala usporavanje reakcije na podržaj što je kontrolor duže radio. [2] [14]

Ostala objektivna mjerenja uključuju i provođenje dnevnika spavanja. Ispitanici daju informaciju o vremenu zaspavanja, vremenu buđenja, količini sna, ocjeni sna i ocjeni umora. Mjerenje se može provoditi i uz pomoć aktigrafa, što je mali uređaj koji ispitanik nosi tijekom dužeg perioda i koji mjeri pomicanje i aktivnost ispitanika. Aktigraf te informacije sprema i one se poslije analiziraju. Pošto je cirkadijski ritam ključan faktor koji može uzrokovati umor kod kontrolora zračnog prometa, njegovo mjerenje je također kvalitetan način mjerenja pospanosti. Mjerenje tjelesnog cirkadijskog sata može se provoditi mjerenjem tjelesne temperature i mjerenjem lučenja hormona melatonina u tijelu ispitanika. [2]

4. PRIKUPLJANJE PODATAKA

Nakon što su pojašnjeni svi pojmovi i koncepti vezani uz ljudsku potrebu za snom, cirkadijski ritmom i umorom moguće je prijeći na provedeno istraživanje kojim će se prikazati utjecaj umora i cirkadijskog ritma na rad oblasnih kontrolora zračnog prometa. Istraživanje je provedeno putem anonimnih *online* anketa koje su ispunjavali oblasni kontrolori zračnog prometa. Anketi je pristupilo 27 kontrolora tijekom perioda od 15.4.2024. do 2.6.2024.

4.1. Ankete

Istraživanje je koncipirano na način da svi ispitanici prvo jednom ispune prvu anketu koja ispituje općenite informacije o ispitanicima i njihovim navikama. Svrha prve ankete je profiliranje svakog ispitanika kako bi se poslije mogle izvući poveznice određenih karakteristika i navika ispitanika s kvalitetom svih aspekata njihovog rada i utjecaja umora na iste. Druga anketa se ispunjavala tijekom radne smjene nakon svaka 2 odrađena sata rada, a ispituje specifične informacije i subjektivne ocjene sna, umora i kvalitete rada ispitanika.

4.1.1. Prva anketa

Naziv prve ankete je „Podaci o ispitanicima“ i vidljiva je na slici 6. Sastoji se od 20 različitih pitanja i ispitanici su ovu anketu samo jednom ispunili. Svaki ispitanik je dobio svoju jedinstvenu oznaku ispitanika koja se sastoji od jednog slova i dvaju brojeva naprimjer: „A01“. Ovim putem se podaci iz prve ankete mogu povezati s odgovorima iz druge ankete kako bi se napravila detaljnija analiza. U nastavku su vidljiva pitanja o generalnim informacijama ispitanika kao spol, godina rođenja, iskustvo, navike konzumacije stimulansa. Pošto je gubitak sna najbitniji uzrok umora, slijede i pitanja o potrebama i navikama spavanja čiji će se odgovori poslije uspoređivati s ocjenama umora tijekom rada. Kako bi se istražio i utjecaj kumulativnog umora, ispitanici su dali i informaciju o vremenu završetka posljednjeg godišnjeg odmora i rekreacije odnosno programa prevencije i zbrinjavanja stresa za kontrolore zračnog prometa.

Podaci o ispitanicima

1. Oznaka ispitanika

2. Spol

- Muško
 Žensko

3. Godina rođenja

4. Koliko godina radite kao oblasni kontrolor?

5. Jeste li pušač?

- Da
 Ne

6. Ako da, koliko cigareta dnevno?

7. Pijete li kavu ili druge napitke s kofeinom?

- Da
 Ne

8. Ako da, u kojim količinama dnevno?

9. Jeste li jutarnji ili popodnevni tip?

- Jutarnji
 Popodnevni

10. Koliko Vam je prosječno sna potrebno dnevno da biste bili odmorni?

11. Imate li problema sa snom?

- Da
 Ne

12. Ukoliko da, s čim?

- Sa zaspivanjem
 S buđenjem tijekom noći
 S ranim buđenjem
 S buđenjem s osjećajem umora
 Ostalo:

13. Spavate li na kratko tijekom dana ("power nap")?

- Da
 Ne

14. Pijete li alkohol?

- Da
 Ne

15. Ako da u kojoj mjeri tjedno?

16. Bavite li se sportom i u kojoj mjeri?

- Ne
 1-2 puta tjedno
 3-4 puta tjedno
 5+ puta tjedno

17. Koliko djece mlađe od 5 godina živi u Vašem kućanstvu?

18. Koliko djece dobi između 5 i 15 godina živi u Vašem kućanstvu?

19. Kada Vam je završio zadnji godišnji odmor?

20. Kada Vam je završila zadnja rekreacija?

Slika 6. Prva anketa: „Podaci o ispitanicima“

4.1.2. Druga anketa

Naziv druge ankete je „Utjecaj umora na rad kontrolora zračnog prometa“ i vidljiva je na slici 7. Ispunjavanje ove ankete je malo kompleksnije i prilagođava se rasporedu rada i pauza oblasnog kontrolora zračnog prometa kod normalnog radnog dana. Svaki ispitanik je mogao u danu ispuniti ovu anketa maksimalno 3 puta; svaki put nakon što odradi 2 sata rada, nakon čega slijedi jednosatna pauza. Radno vrijeme oblasnog kontrolora zračnog prometa ja 8 sati u danu, a ciklusi rada i pauza generalno budu: 2 sata rada – 1 sat pauze – 2 sata rada – 1 sat pauze – 2 sata rada.

Kao i prva anketa, započinje s oznakom ispitanika kako bi se kontinuirano pratile ocjene sna, umora i rada za svakog određenog ispitanika i njihova promjena s vremenom. Iduće je uputa „Ako ste danas već ispunjavali ovu anketu preskočite na pitanje 9.“ što znači da se pitanja 2. – 8. odgovaraju samo kod prve ankete u danu dok se kod iduće dvije preskaču. Razlog je što se ta pitanja odnose na radnu smjenu te količinu i kvalitetu sna tijekom protekle noći što znači da bi kod svih anketa u istom danu odgovori bili isti, a ispunjavanje ankete dugotrajnije.

Anketa ispituje subjektivnu ocjenu umora prema ranije objašnjenj Karolinska skali pospanosti, a vrijednosti iznose od 1 do 9 (1 podrazumijeva najmanji stupanj umora, dok je 9 najviši). Također, pita ispitanike o vremenu početka dvosatnog rada kojeg u toj anketi ocjenjuju i ocjenu kompleksnosti prometa i radnog opterećenja od 1 do 10 (1 podrazumijeva najnižu razinu kompleksnosti prometa i radnog opterećenja, dok 10 najvišu). Dalje ispitanici subjektivno ocjenjuju različite aspekte kvalitete svog rada tijekom tog perioda iznosima od 1 do 10 (1 podrazumijeva jako loš rad koji može ugroziti sigurnost, dok 10 savršen rad bez napravljene greške). Nedostatak ovakvog tipa ocjenjivanja je što je subjektivno i podliježe različitim percepcijama svog rada i grešaka ispitanika. Kako bi se što bolje ujednačilo ocjenjivanje, subjektima su detaljnije pojašnjene skale.

U slučaju da je kontrolor zračnog prometa u jednom danu ispunio 3 ankete, odnosno jednu nakon svaka 2 sata rada, dobivene su 4 različite ocjene umora u danu. Prva ocjena umora dolazi iz pitanja 8. i daje informaciju o umoru pri dolasku na posao, a ostale 3 iz pitanja 11. koje označavaju umor nakon svaka 2 sata rada i u konačnici umor na kraju odrađene smjene.

Utjecaj umora na rad kontrolora zračnog prometa

1. Oznaka ispitanika

Ako ste danas već ispunjavali ovu anketu preskočite na pitanje 9.

2. Smjena

3. Koliko sati ste spavali u zadnja 24 sata?

4. Koliko ste bili budni prije početka rada?

5. Ocijenite kvalitetu svog zadnjeg sna od 1 do 10

6. Je li Vam san bio prekinut?

- Da
 Ne

7. Ako da koji je razlog?

8. Označite od 1 do 9 stupanj umora **pri dolasku na posao**

- 1 - ekstremno budni
 2 - jako budni
 3 - budni
 4 - prilično budni
 5 - niti budni niti pospani
 6 - postoje naznake pospanosti
 7 - pospani, ali nije potreban trud za ostati budni i na oprezu

8 - pospani, potreban je trud za ostati budni i na oprezu

9 - jako pospani, potrebno puno truda za ostati budni i na oprezu

9. Na kojem sektoru ste radili?

10. Ocijenite kompleksnost prometa i radno opterećenje tijekom rada od 1 do 10

11. Označite od 1 do 9 stupanj svog **trenutnog** umora

- 1 - ekstremno budni
 2 - jako budni
 3 - budni
 4 - prilično budni
 5 - niti budni niti pospani
 6 - postoje naznake pospanosti
 7 - pospani, ali nije potreban trud za ostati budni i na oprezu
 8 - pospani, potreban je trud za ostati budni i na oprezu
 9 - jako pospani, potrebno puno truda za ostati budni i na oprezu

12. U koliko sati je bio početak rada koji ocjenjujete?

Ocijenite svoj rad od 1 do 10 u idućim kategorijama:

13. Generalna kvaliteta rada

14. Brzina donošenja odluka.

15. Komunikacija

16. Raspored pažnje

17. Situacijska svjesnost

18. Je li umor utjecao na kvalitetu Vašeg rada?

- Da
 Ne

19. Ako je, na koji aspekt rada je utjecao?

- Brzina rada
 Donošenje odluka
 Komunikacija
 Situacijska svjesnost
 Pažnja
 Ostalo:

20. Uzevši u obzir Vaš stupanj umora, opterećenje prometna kompleksnost bili su:

- Unutar Vaših sposobnosti
 Blizu nadmašivanja Vaših sposobnosti
 Nadmašili Vaše sposobnosti

Slika 7. Druga anketa: „Utjecaj umora na rad kontrolora zračnog prometa“

Smjene koje su ispitanici radili tijekom istraživanja su u trajanju od 8 sati i njihova početna vremena su sljedeća:

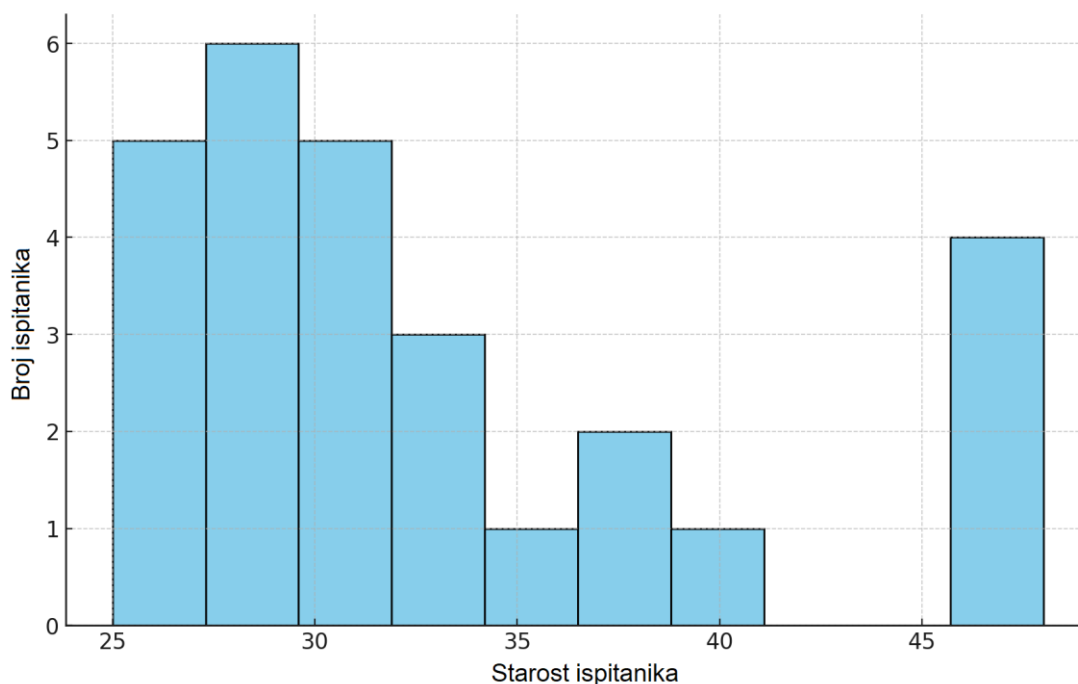
- J1 - 6:00, J - 7:00, J2 - 8:00, S - 9:00, S1 - 10:00, S2 - 11:00, S3 - 12:00, P1 - 14:00, P - 15:00, P2 - 16:00, P9 - 17:00, N - 23:00.

5. ANALIZA PRIKUPLJENIH PODATAKA

Ukupno je popunjeno 27 anketa „Podaci o ispitanicima“ koje su sve bile pravilno ispunjene i uzete u obzir. Anketa „Utjecaj umora na rad kontrolora zračnog prometa“ bilo je ispunjeno 455 od kojih je 438 korišteno u istraživanju i analizi dok su 17 izuzeto zbog nepotpunih ili nelogičnih podataka.

5.1. Prikupljeni podaci prve ankete

Prvu anketu je ispunilo 27 oblasnih kontrolora zračnog prometa, 20 (74%) muških dok je ženskih bilo 7 (26%). Prosječan broj godina ispitanika je 33.1 godina, a u trenutku ispunjavanja ankete najmlađi ispitanik imao je 25 godina dok je najstariji imao 48 godina. Na slici 8. je vidljiv broj ispitanika po starosti ispitanika i očigledno je da su ispitanici uglavnom mlađi ljudi, od kojih je 70% mlađih od 35 godina. Prosječni broj godina rada ispitanika kao oblasni kontrolor zračnog prometa je 6.33 godine.



Slika 8. Broj ispitanika po starosnim skupinama

Većina ispitanika bili su nepušači s 63% dok je pušača bilo 37%. Za pušače je prosjek 15.6 cigareta dnevno s minimalnom konzumacijom 3 cigarete, a maksimalni 30 cigareta dnevno. 85% ispitanika su konzumirali alkohol dok 15% ispitanika nisu. Od onih ispitanika

koji su konzumirali alkohol tjedni prosjek je 3.26 pića u rasponu od minimalno 0.5 pića do maksimalno 15 pića.

Anketa je pokazala da se ispitanici većinom bave sportom (85%):

- 10 ispitanika se bavi sportom 1 – 2 puta tjedno
- 10 ispitanika se bavi sportom 3 – 4 puta tjedno
- 3 ispitanika se bavi sportom 5 ili više puta tjedno
- 4 ispitanika se ne bavi sportom

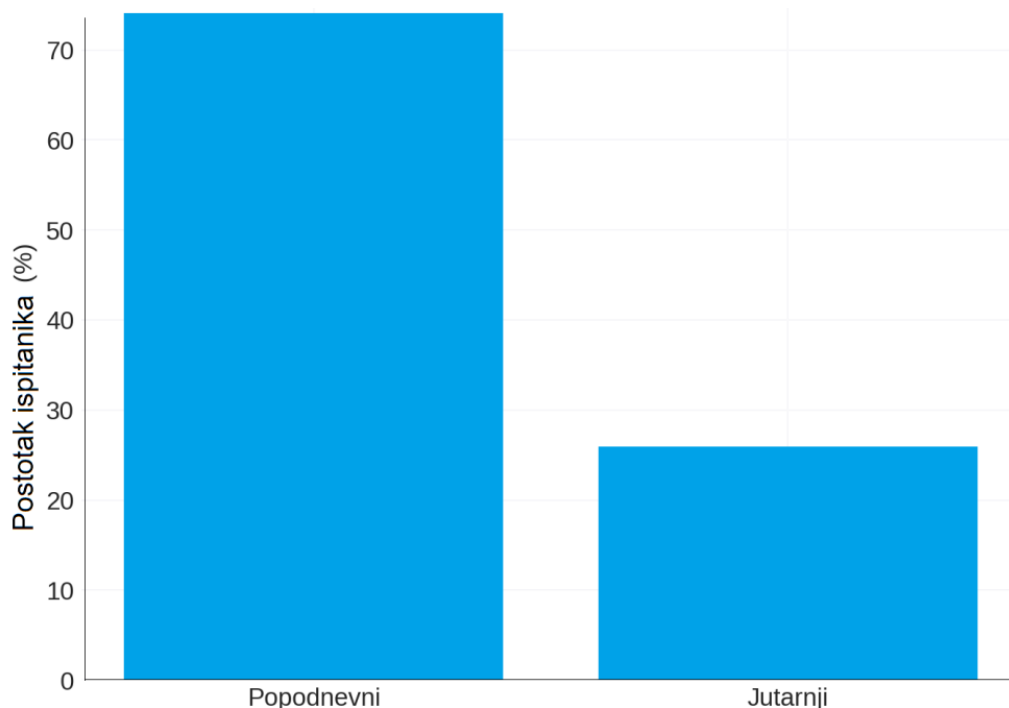
Otprilike 52% ispitanika prakticira *napping* (drijemanje tijekom dana), a koeficijent korelacije *Point-biserial* starosti ispitanika i drijemanja tijekom dana je 0.093 što znači da je korelacija niska te da starost nema značajan utjecaj na vjerojatnost da će kontrolor zračnog prometa prakticirati *napping*.

Koeficijent korelacije *Point-biserial* je oblik Pearsonovog koeficijenta korelacije koji je najčešći način za mjerenje linearnih korelacija, a oba se kreću se između -1 i 1. Razlika je samo što Pearsonov traži korelaciju između 2 linearne varijable dok *Point-biserial* između jedne linearne varijable i jedne binarne (samo 2 mogućnosti, npr. da/ne). Pozitivan koeficijent označava pozitivnu korelaciju što znači da kada se jedna varijabla (u ovom primjeru starost) mijenja, tada se i druga varijabla (u ovom primjeru su samo 2 izbora: drijema li ispitanik tijekom dana ili ne) mijenja u istom smjeru. Negativan koeficijent znači suprotno od pozitivnog, dok 0 označava da ne postoji korelacija između varijabli.

Otprilike 74% ispitanika se identificira kao popodnevni tipovi dok je samo 26% jutarnjih tipova, što je vidljivo na slici 9. Korelacija *Point-biserial* između starosti i popodnevni tipova je -0.44 što označava umjerenu negativnu korelaciju. To znači da su mlađi kontrolori zračnog prometa uglavnom popodnevni tipovi dok su stariji kontrolori jutarnji tipovi, kao što je navedeno u ranijem dijelu ovog rada, pod točkom 3.2.2. Također, postoji slaba korelacija (0.27) između konzumacije kofeina i jutarnjih tipova, što pokazuje da malo više popodnevni tipova konzumira kofein od jutarnjih.

Ispitanicima je prosječno potrebno 7.74 sati sna da bi se osjećali odmorno, a raspon odgovora je od 5 do 9 sati sna. 59% ispitanika prijavilo je da nema problema sa snom dok 41% ima neki problem sa snom kod kojih je najčešći problem kako zaspati. Također je

pronađena umjerena pozitivna korelacija (0.39) između postojanja problema sa snom i količinom sna potrebnom ispitanicima da se osjećaju odmornima. 16 ispitanika nema djece u kućanstvu dok ostalih 9 ima.



Slika 9. Postotak jutarnjih i popodnevni tipova

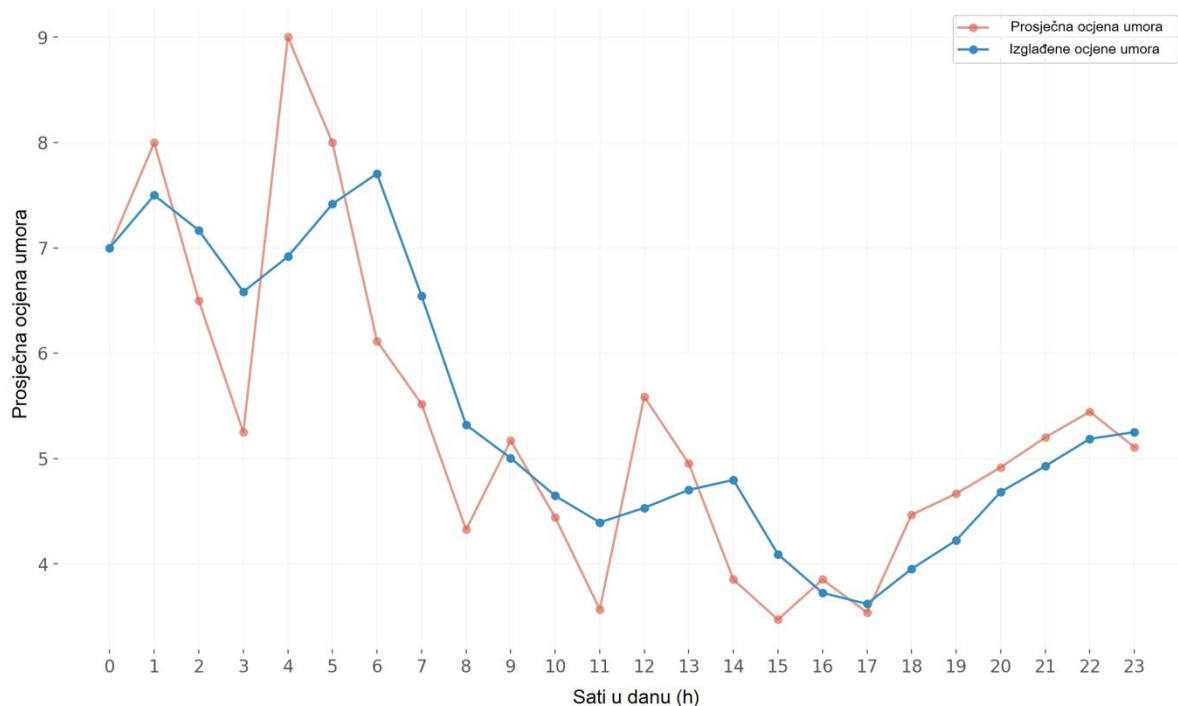
5.2. Prikupljeni podaci druge ankete

5.2.1. Prosječne ocjene umora tijekom dana

Putem druge ankete dobivene su ocjene umora za određene sate u danu, a njihova prosječna vrijednost je prikazana na slici 10. Koristi se Karolinska skala umora u vrijednostima od 1 do 9. Važno je napomenuti da je za jutarnje sate od 1:00 do 5:00 bilo samo 11 ocjena umora što znači da nije bilo dovoljnog uzorka da bi se dobio pravi mjerodavni prosjek što je i vidljivo u velikim amplitudama u tom području.

Na slici 10 vidljive su dvije krivulje: crvena predstavlja prosječne ocjene umora po satu u danu, a plava predstavlja te iste prosječne ocjene umora, samo izgladene koristeći Gaussov filter (sigma = 1). Izgladivanjem vrijednosti se smanjuju velike amplitude kao što je u ovom primjeru period od 1 do 5 sati i postiže se jasniji prikaz trenda mijenjanja vrijednosti koja je u ovom slučaju umor. Na grafikonu su vidljive visoke vrijednosti umora u noćnim satima od 23 sata pa sve do rano jutarnjih u 6 sati kada je početak J1 smjene i kraj N smjene.

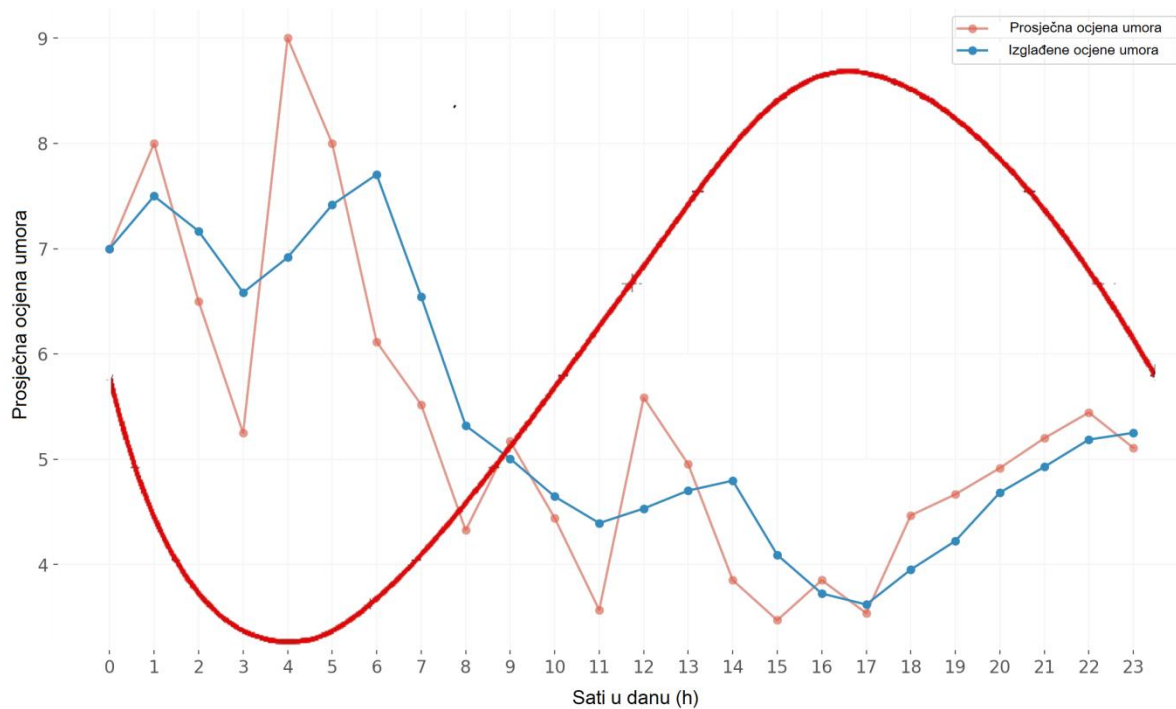
Najviša ocjena umora i je očekivana u trenutku početka najranije smjene kada je, prema slici 3, tjelesna temperatura niske vrijednosti i tek počinje rasti odnosno cirkadijski sat potiče pospanost. Prosječna ocjena umora u periodu od ponoć do 6 sati ujutro prema Karolinskoj skali pospanosti je 7.08 što je najbliže ocjeni „7 - pospani, ali nije potreban trud za ostati budni i na oprezu“, a 4 ocjene u tom periodu su bili „9 - jako pospani, potrebno puno truda za ostati budni i na oprezu“.



Slika 10. Grafikon prosječnih ocjena umora po satu u danu

Što vrijeme ide dalje tako se i prosječna ocjena umora smanjuje te dolazi otprilike do vrijednosti 4.5 što je između dvije vrijednosti: „4 - prilično budni“ i „5 - niti budni niti pospani“ što govori o niskoj razini umora kod ispitanika. Nakon toga dolazi do blagog porasta u prosječnoj ocjeni umora kod ispitanika što se gotovo pa savršeno poklapa s prije spomenutim prozorom poslijepodnevnog drijemanja koji se događa u ranim poslijepodnevним satima. Nakon prolaska prozora poslijepodnevnog drijemanja ponovno dolazi do pada prosječne ocjene umora s minimalnom vrijednošću ispod 4 i blago ide prema ocjeni „3 – budni“ u 17 sati popodne nakon čega kreće rasti. To se također poklapa s promjenom tjelesne temperature i cirkadijskim satom. Dalje u danu se događa kontinuirani porast prosječne ocjene umora.

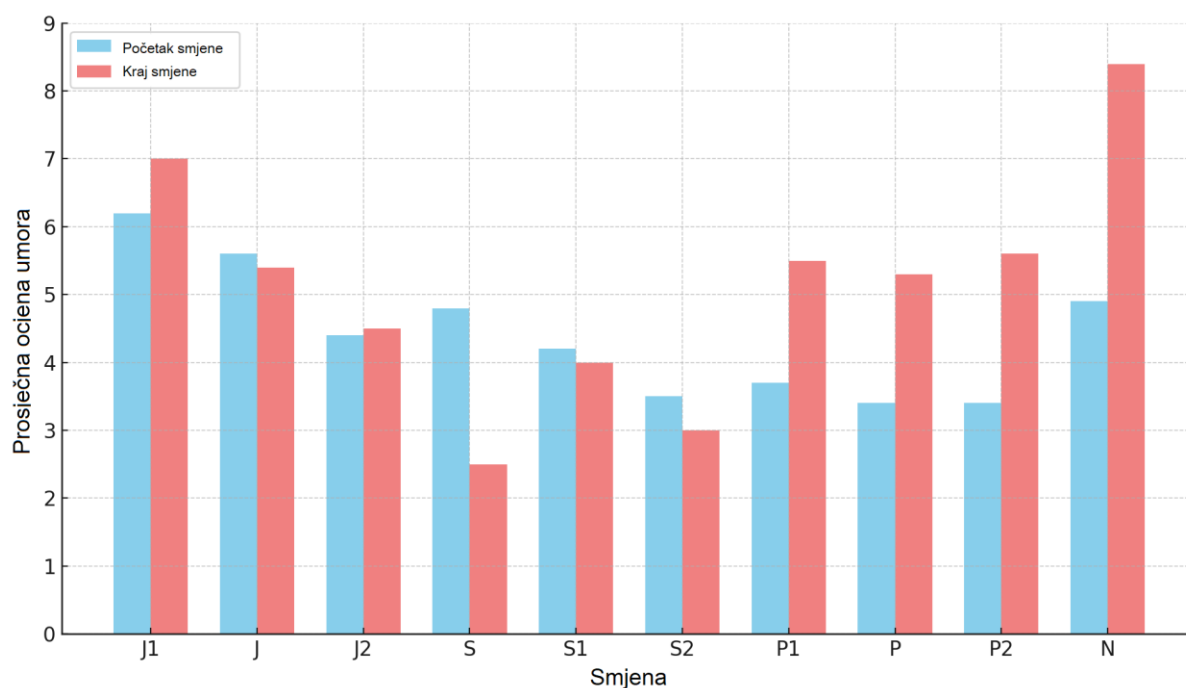
Na slici 11 vidljiva je kombinacija slike 3 i slike 10. Iz slike 3 izolirana je samo crvena krivulja tjelesne temperature kroz dan i promijenjena na način da odgovara skali vremena grafikona iz slike 10. Vidljiva je značajna korelacija između tjelesne temperature odnosno cirkadijskog ritma i prosječnih ocjena umora ispitanika. Odnos vrijednosti ocjena umora i tjelesne temperature je obrnuto proporcionalan. U 5 sati ujutro počinje rast tjelesne temperature kod ljudi, a cirkadijski sat promiče pobuđenost odnosno opire se snu. Kod rezultata istraživanja vidljivo je da je u 6 ujutro najviša prosječna ocjena umora nakon čega kreće padati kao što i tjelesna temperatura nastavlja rasti. Iduća značajna točka na grafu je 17 sati popodne nakon čega prosječna ocjena umora počinje rasti gotovo pa u točno vrijeme kada ljudska tjelesna temperatura kreće padati, a cirkadijski ritam kreće promicati pospanost.



Slika 11. Kombinacija crvene krivulje tjelesne temperature i grafikona prosječnih ocjena umora po satu u danu

5.2.2. Prosječne ocjene umora kod različitih smjena

Analizom odgovora na pitanje 9 "Označite od 1 do 9 stupanj umora pri dolasku na posao" se dobije prosječna ocjena umora na početku svake smjene. Analizom odgovora na pitanje 11 „Označite od 1 do 9 stupanj svog trenutnog umora" za ankete ispunjene na kraju smjene odnosno za zadnja 2 sata rada dobije se prosječna ocjena umora na kraju svake smjene. Usporedba tih dviju vrijednosti za svaku smjenu vidljiva je na slici 12.



Slika 12. Usporedba prosječnih ocjena umora na početku i kraju smjena

Za smjene S3 i P9 nije bilo dovoljno ispunjenih anketa da bi se izračunali pouzdani prosjeci ocjena umora i stoga su izostavljeni iz analize. Smjene J1, P, P1 i P2 pokazuju umjereno povećanje prosječne ocjene umora dok se kod N smjene javlja jako povećanje umora na kraju smjene:

- J1 – povećanje od 6.2 do 7
- P1 – povećanje od 3.7 do 5.5
- P – povećanje od 3.4 do 5.3
- P2 – povećanje od 3.4 do 5.6
- N – povećanje od 4.9 do 8.4

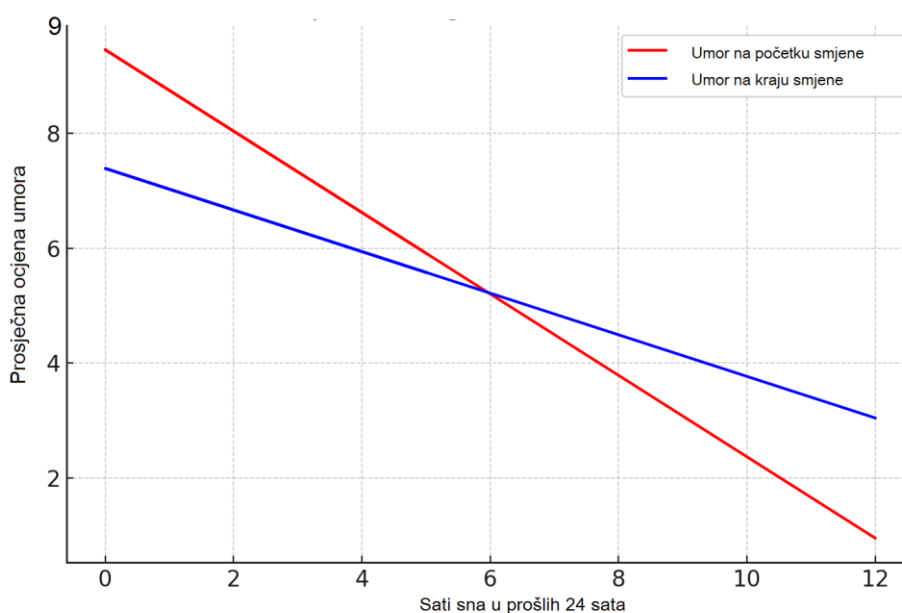
S druge strane smjene S1, S i S2 bilježe pad prosječne ocjene umora:

- S – smanjenje od 4.8 do 2.5
- S1 – smanjenje od 4.2 do 4
- S2 – smanjenje od 3.5 do 3

Kod smjena J1, P1, P, P2 i N dolazi do povećanja umora od početka do kraja smjene što se može pridodati činjenici da sve te smjene završavaju u vrijeme kada cirkadijski ritam potiče pospanost (14h, 22h, 23h, 0h i 7h), a normalna je pojava i da se osoba umara što dulje radi i što je dulje budna. Kod S, S1 i S2 smjena je situacija suprotna i završavaju u vremena kada je tjelesna temperatura ljudi visoka i cirkadijski sat se opire snu (17h, 18h i 19h). J i J2 smjene bilježe stabilnu vrijednost bez značajne promjene u umoru.

5.2.3. Utjecaj sna na umor

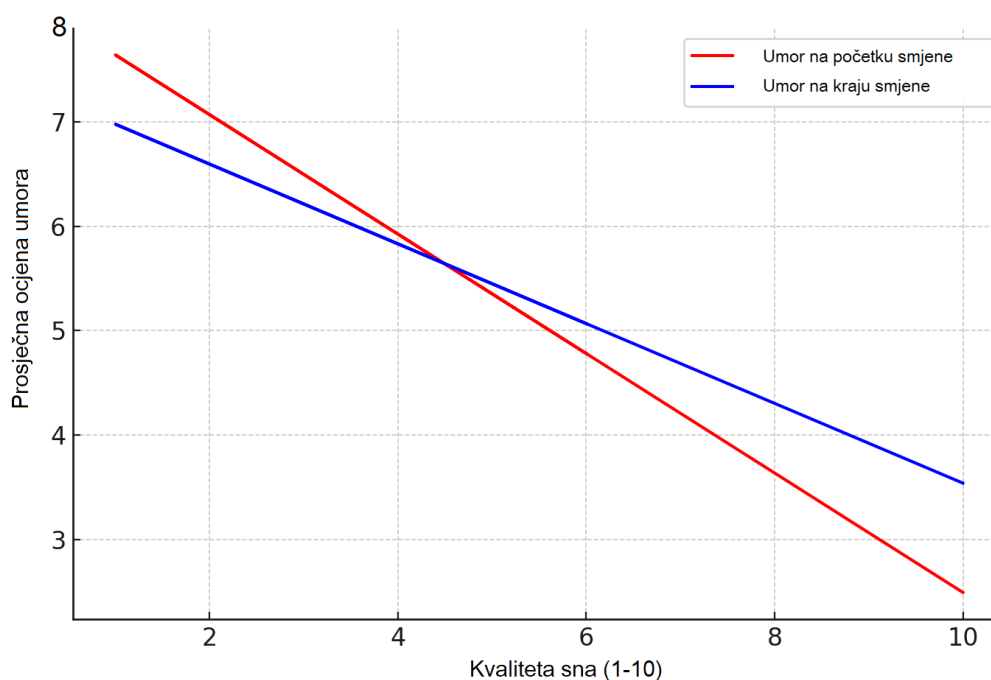
Pitanje 3. „Koliko ste spavali u zadnja 24 sata?“ daje informaciju o snu prije smjene, a usporedbom te vrijednosti s vrijednošću povećanja umora u toj smjeni se dobije Pearsonov korelacijski koeficijent od -0.58 za početak smjene i -0.32 za kraj smjene što pokazuje umjerenu negativnu korelaciju. To znači da što je oblasni kontrolor zračnog prometa duže spavao to je umor manji kako na početku tako i, iako u manjoj mjeri, na kraju smjene. Ova korelacija je vidljiva na slici 13.



Slika 13. Ovisnost prosječne ocjene umora na početku i kraju smjene i sati sna u prošlih 24 sata

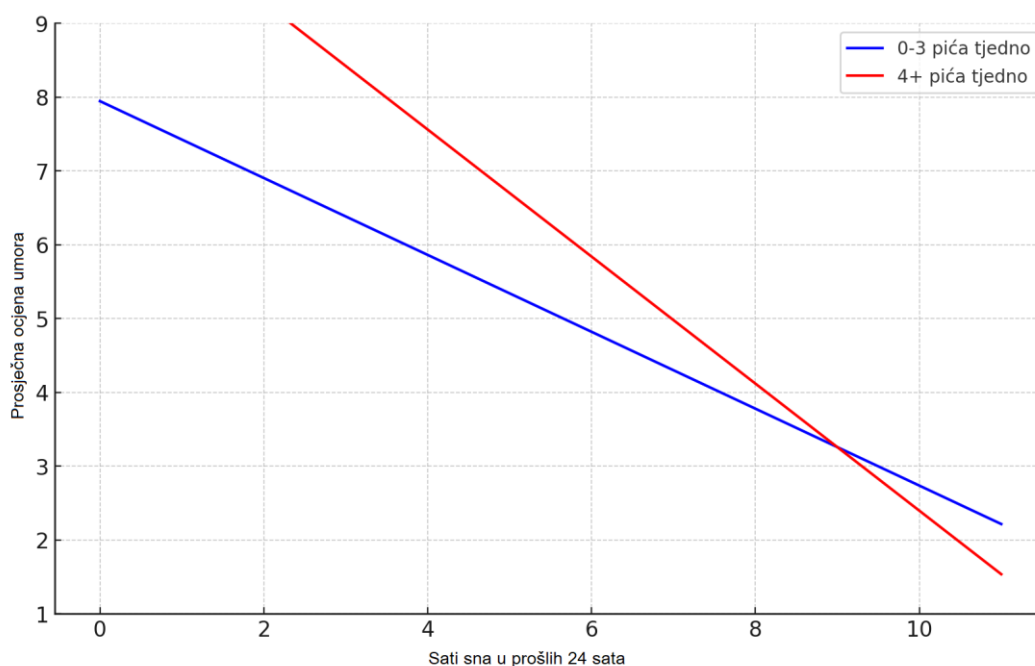
Analizom odgovora na pitanje 6. „Je li Vam san bio prekinut?“ je vidljivo da su ispitanici tijekom istraživanja prijavili 144 noći sna bez prekida i 68 noći sna koji su bili u nekom trenutku prekinuti barem jednom. Od 68 prekinutih noći sna najčešći razlozi su bili: nužda, dijete, buka, partner i stres. Uspoređujući prosječnu ocjenu umora pri dolasku na posao nakon prekinutog sna (4.85) i nakon neprekinutog sna (4.07) vidljivo je da je porast prosječne ocjene umora značajan (+0.78) i direktno uzrokovan prekinutim snom. S druge strane usporedbom prosječne ocjene nakon odrađene smjene s prekinutim snom (5.03) i s neprekinutim snom (4.94) može se zaključiti da nema značajne razlike u umoru na kraju smjene s obzirom na prekid sna. Koeficijent korelacije *Point-biserial* između povećanja prosječne ocjene umora od početka do kraja smjene i prekida sna je -0.13 što označava zanemarivu negativnu korelaciju.

Na slici 14 je vidljiva ovisnost prosječne ocjene umora na početku i kraju smjene i kvalitete sna. Pearsonov korelacijski koeficijent između kvalitete sna i prosječne ocjene umora je -0.58 za početak smjene, a -0.42 za kraj smjene. To znači da, kao što je i na slici vidljivo, viša razina kvalitete sna podrazumijeva nižu razinu umora na početku i, iako u manjoj mjeri, na kraju smjene.



Slika 14. Ovisnost prosječne ocjene umora na početku i kraju smjene i kvalitete sna

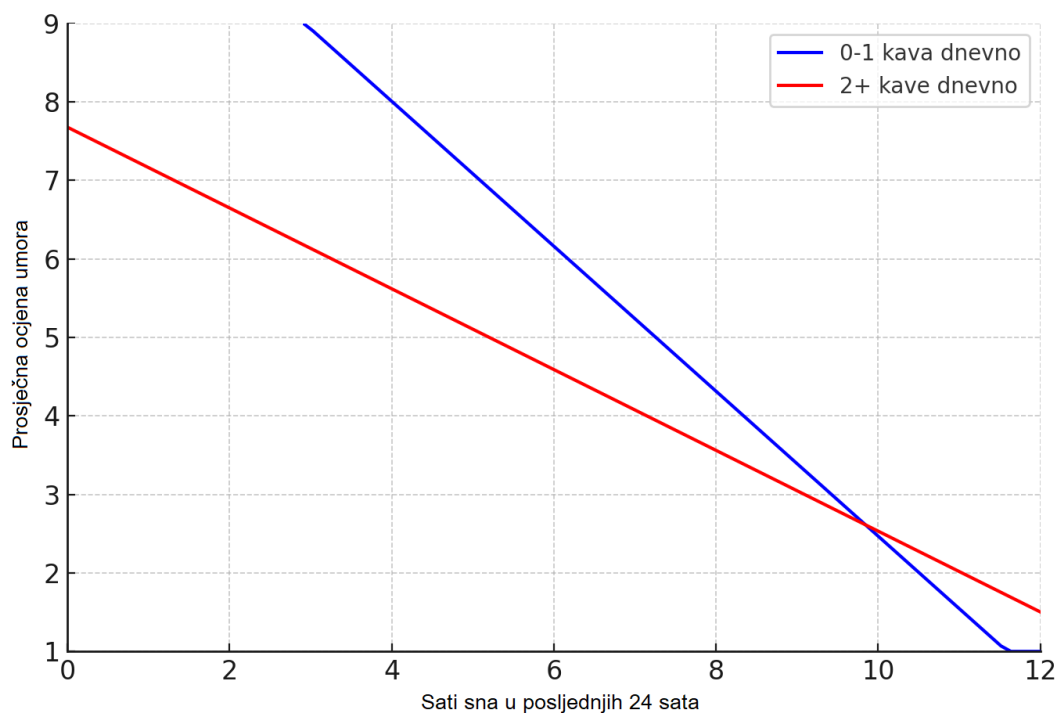
Jedan od najvećih utjecaja na umor je gubitak sna. Na slici 15. je vidljiv grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na konzumaciju alkohola. Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe; oni koji konzumiraju od 0 do 3 pića tjedno i oni koji konzumiraju 4 pića ili više tjedno. Nažalost, zbog manjka podataka, nije se mogla analizirati grupa ispitanika koji uopće ne konzumiraju alkohol. Korelacijski koeficijent između umora i sati sna za ispitanike koji konzumiraju 0-3 pića tjedno je -0.40 , dok je za ispitanike koji konzumiraju 4 ili više pića tjedno -0.74 . To znači da kod obje grupe ispitanika vrijedi da s povećanjem vremena sna u prošlih 24 sata prije početka smjene, dolazi do smanjenja umora, ali kod onih koji konzumiraju više alkohola, više sati sna više smanjuje umor. Bitno je primijetiti da za vrijeme sna manje od otprilike 8.5 sati, prosječna ocjena umora na početku smjene je veća kod ispitanika koji konzumiraju više alkohola.



Slika 15. Ovisnost prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na konzumaciju alkohola

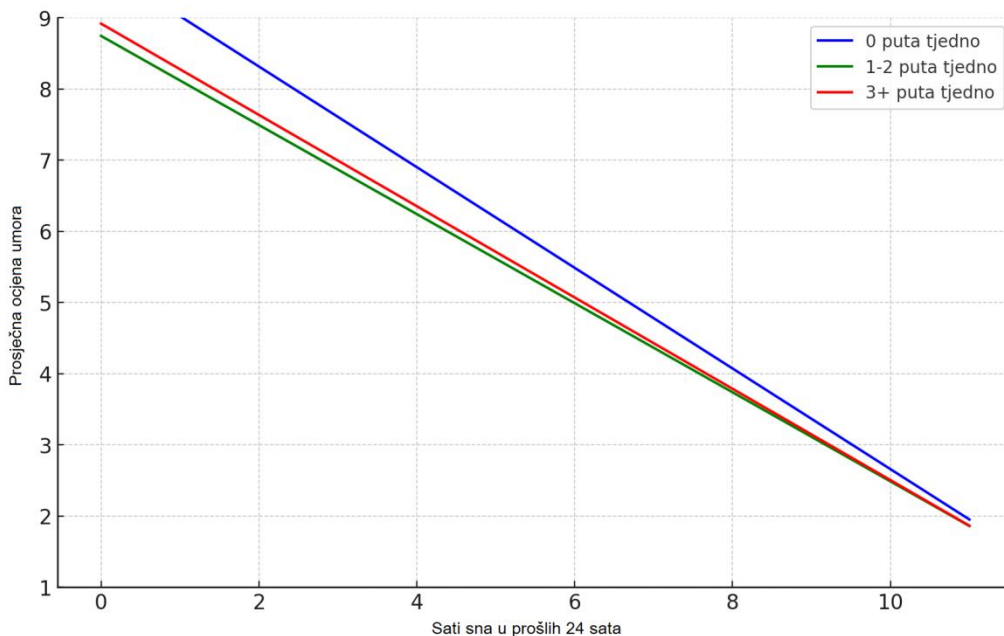
Na slici 16. vidljiv je grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na konzumaciju kofeina. Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe; oni konzumiraju od 0 do 1 kave dnevno i oni koji konzumiraju 2 ili više kava dnevno. Kao i kod podataka o konzumaciji alkohola, premalo ispitanika ne konzumira kofein stoga nije bilo moguće analizirati skupinu oblasnih kontrolora zračnog prometa koji uopće ne

konzumiraju kofein. Korelacijski koeficijent umora na početku smjene i sati sna za ispitanike koji konzumiraju 0 ili 1 kavu dnevno je -0.59, dok za one koji pije 2 kave dnevno ili više je -0.37. Rezultat je sličan u tome što je kod obiju grupa ispitanika vidljivo da su ocjena umora i vrijeme spavanja u posljednjih 24 sata obrnuto proporcionalni. Kod grupe koja konzumira manje kofeina više sati sna više smanjuje umor, odnosno njihov san ima kao posljedicu veći oporavak. Također je bitno da kod većine vremena sna, prosječna ocjena umora manja kod ispitanika koji konzumiraju više kofeina.



Slika 16. Ovisnost prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na konzumaciju kofeina

Na slici 17. je vidljiv grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na tjelesnu aktivnost. Ispitanici su podijeljeni u 3 skupine; oni koji se ne bave sportom odnosno tjelesnim aktivnostima, oni koji se bave sportom 1 ili 2 puta tjedno te oni koji se bave sportom 3 ili više puta tjedno. Korelacijski koeficijent za prvu grupu ispitanika je -0.60, za drugu -0.54, dok je za treću -0.49. Vidljivo je da, kao i prije, umor se smanjuje s više sna u proteklih 24 sata, ali nema velike razlike u toj ovisnosti s obzirom na učestalost tjelesnih aktivnosti ispitanika. Oni koji se ne bave sportom imaju malo višu prosječnu ocjenu umora.



Slika 17. Ovisnost prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na tjelesnu aktivnost

Analizom odgovora na pitanja 17. i 18. prve ankete doznaje se koji ispitanici imaju djecu u kućanstvu u dobi od 0 do 5 godina i u dobi od 5 do 15 godina, a koji ispitanici nemaju djecu u kućanstvu. Prosječne ocjene umora na početku smjene kod ispitanika su:

- Ispitanici koji imaju djecu u kućanstvu u dobi od 0 do 5 godina: **4.63**
- Ispitanici koji imaju djecu u kućanstvu u dobi od 5 do 15 godina: **3.84**
- Ispitanici koji nemaju djecu u kućanstvu: **4.29**

Prosjek svih ocjena umora koje su ispitanici zabilježili su:

- Ispitanici koji imaju djecu u kućanstvu u dobi od 0 do 5 godina: **5.54**
- Ispitanici koji imaju djecu u kućanstvu u dobi od 5 do 15 godina: **4.39**
- Ispitanici koji nemaju djecu u kućanstvu: **4.93**

Očigledno je da oblasni kontrolori zračnog prometa koji imaju jako mladu djecu dobi do 5 godina bilježe najvišu razinu umora, kako pri dolasku na smjenu tako i u svakom dokumentiranom trenutku na poslu. Kako bi se pronašla poveznica, analizirani su kvaliteta sna i vrijeme sna u proteklih 24 sata prije smjene:

- Prosječni broj sati sna i prosječna kvaliteta sna ispitanika koji imaju djecu u kućanstvu u dobi od 0 do 5 godina: **6.87** i **6.29**
- Prosječni broj sati sna i prosječna kvaliteta sna ispitanika koji imaju djecu u kućanstvu u dobi od 5 do 15 godina: **7.06** i **7.77**
- Prosječni broj sati sna i prosječna kvaliteta sna ispitanika koji nemaju djecu u kućanstvu: **7.47** i **6.83**

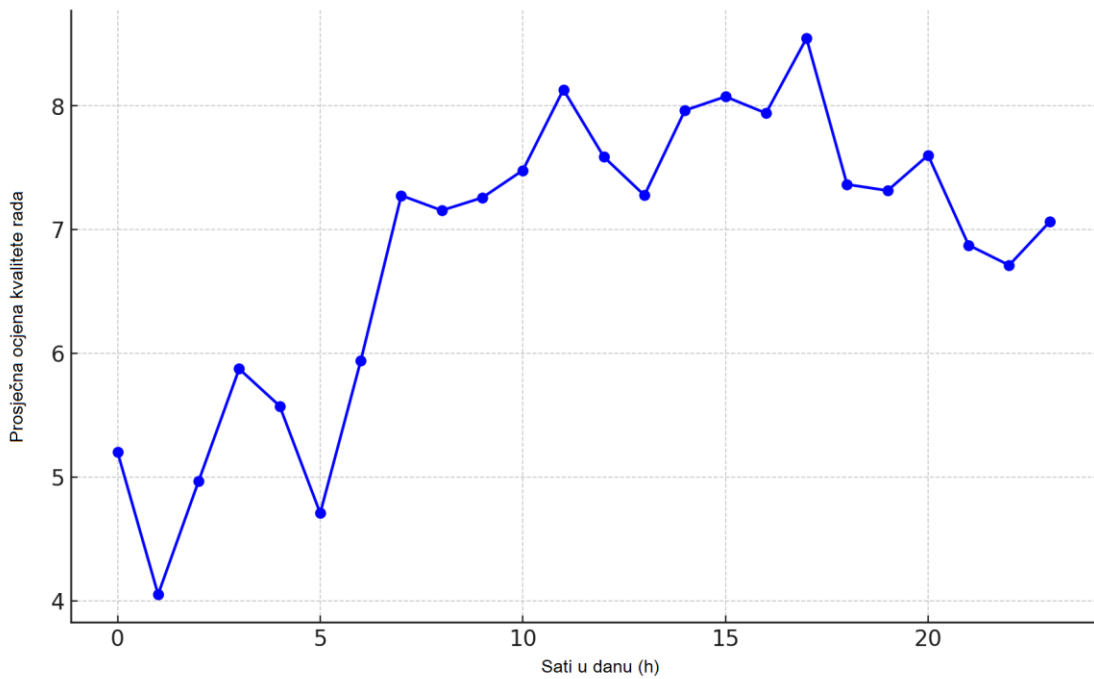
5.2.4. Utjecaj radnog opterećenja na umor

Ispitanici su se putem druge ankete subjektivno ocjenjivali za svaka 2 sata rada u 5 različitih kategorija:

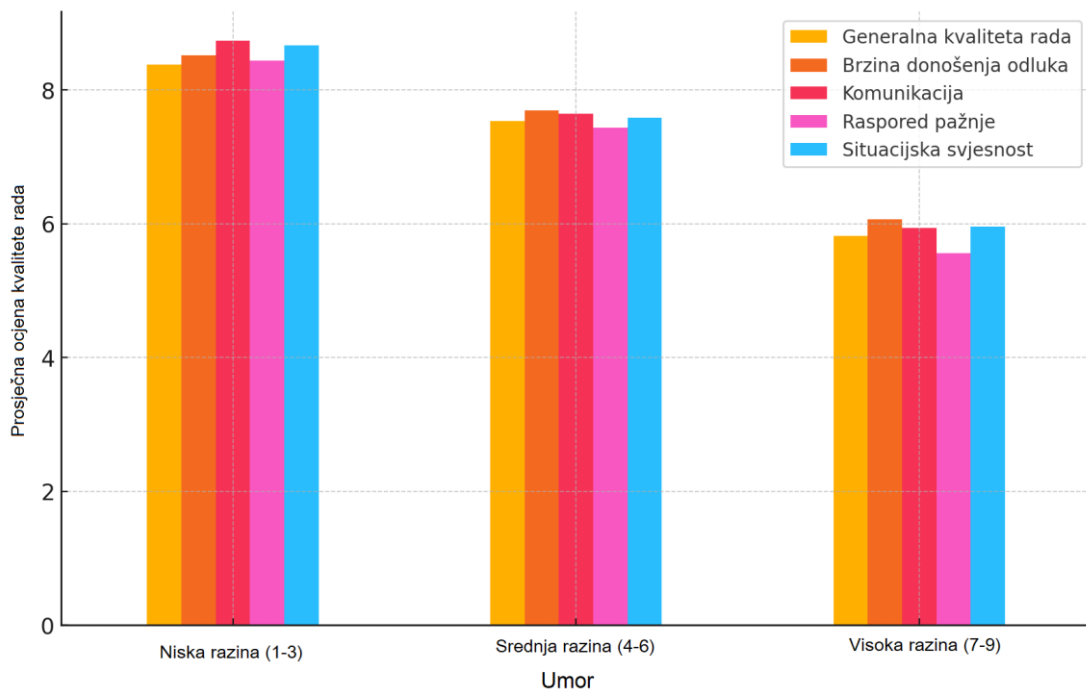
- Generalna kvaliteta rada
- Brzina donošenja odluka
- Komunikacija
- Raspored pažnje
- Situacijska svjesnost

Na slici 18. vidljiv je grafikon prosječne ocjene kvalitete rada tijekom dana od ponoći do 23 sata, dok ocjene rada u rasponu od 1 do 10. Odmah na prvi pogled je jasno da je ova krivulja povezana s krivuljom prosječne ocjene umora tijekom dana: kako se prosječna ocjena umora povećava, tako se prosječna ocjena kvalitete rada smanjuje i obrnuto. Vidljivo je da je kvaliteta rada najmanja u noćnim satima od ponoći do 6 sati. Kako se tjelesna temperatura povećava tako se i cirkadijski sat počinje opirati snu pa u 5 ujutro, kada je kvaliteta rada najniža, a umor najviši, počinje rast kvalitete rada. Prosječna ocjena kvalitete rada se povećava naglo do 7 sati, nakon čega je generalno stabilna. Kao i kod umora, kod prosječne ocjene kvalitete rada vidljiva je posljedica prozora poslijepodnevnog drijemanja iako u ranijem trenutku u danu nego umor. Kvaliteta rada doseže svoj vrhunac u 17 sati nakon čega kreće opadati.

Na slici 19. su vidljive prosječne ocjene različitih aspekata rada ovisno o umoru ispitanika. Radi jednostavnosti vizualizacije podataka umor je podijeljen na 3 razine: niska (1-3), srednja (4-6) i visoka (7-9). Vidljivo je da je kvaliteta rada niža što je veća razina umora. Prosječne ocjene svih 5 kategorija kvalitete rada su uglavnom ujednačene kod iste razine umora. Jedina kategorija koja ima malo nižu prosječnu ocjenu od ostalih je raspored pažnje.

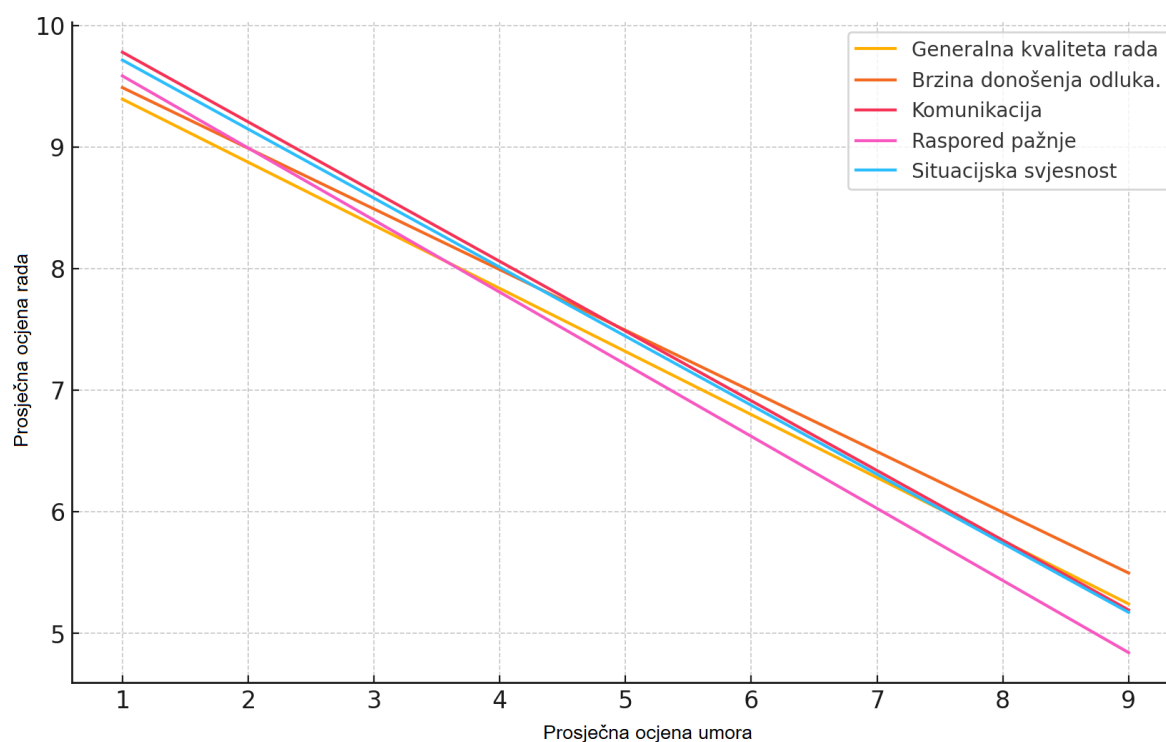


Slika 18. Prosječne ocjene kvalitete rada tijekom dana



Slika 19. Prosječne ocjene različitih aspekata rada za nisku, srednju i visoku razinu umora

Na slici 20. vidljiv je grafikon ovisnosti prosječnih ocjena različitih aspekata rada s obzirom na umor. Kao i na slici 19. vidljivo je da su prosječna ocjena rada i prosječna ocjena umora obrnuto proporcionalni, odnosno viša razina umora podrazumijeva nisku razinu kvalitete rada. Kao i prije, nije vidljivo da neka od kategorija kvalitete rada puno odskoče od ostalih.



Slika 20. Ovisnost prosječnih ocjena različitih aspekata rada s obzirom na umor

Ukoliko se ovisnost ocjene kvalitete rada o umoru pretvori u apsolutne mjere, za porast svake jedinice umora (po Karolinska skali pospanosti) promjena ocjene rada iznositi će:

- Generalna kvaliteta rada: pad za 0.52
- Brzina donošenja odluka: pad za 0.50
- Komunikacija: pad za 0.57
- Raspored pažnje: pad za 0.59
- Situacijska svjesnost: pad za 0.57

Analizom odgovora na 18. i 19. pitanja druge ankete dobije se informacija o tome u koliko je slučajeva rada umor utjecao na kvalitetu rada te, ukoliko je, na koji aspekt. Ispitanici su procijenili da **268** puta umor nije utjecao na njihov rad, dok je **170** puta utjecao (**39%**). Od 168 slučajeva kada je umor utjecao na rad ispitanika, utjecao je na:

- Brzinu rada u **84** slučaja
- Brzinu donošenja odluka u **52** slučaja
- Komunikaciju u **63** slučaja
- Raspored pažnje u **108** slučajeva
- Situacijsku svjesnost u **100** slučajeva

Odgovori na 20. pitanje „Uzevši u obzir Vaš stupanj umora, opterećenje i prometna kompleksnost bili su“ su sljedeći:

- Unutar sposobnosti ispitanika: **406** slučajeva
- Blizu nadmašivanja sposobnosti ispitanika: **30** slučajeva
- Nadmašili sposobnosti ispitanika: **2** slučaja

	Blizu nadmašivanja ili nadmašili sposobnosti ispitanika	Unutar sposobnosti ispitanika
Ocjena umora tijekom rada	6.06	4.66
Radno opterećenje	7.13	5.46
Vrijeme sna u proteklih 24 sata	6.81 sati	7.28 sati
Kvaliteta sna	6.06	6.86
Je li san bio prekinut	12.13% da	35.71% da

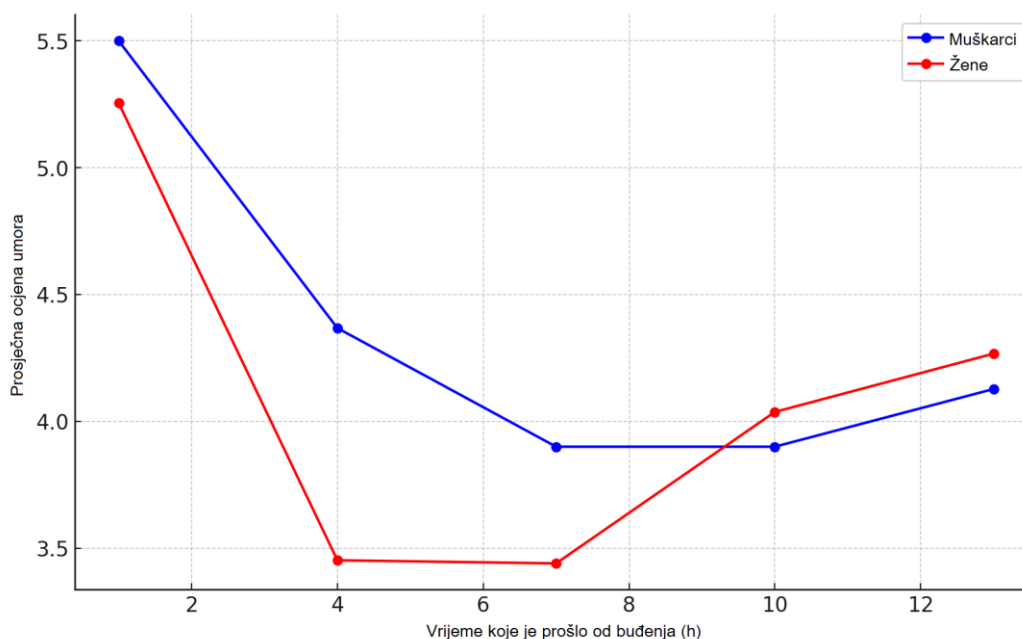
Tablica 2. Prosječne vrijednosti umora i sna ovisno o zahtjevnosti prometne kompleksnosti i radnog opterećenja

Daljnjom analizom ovih slučajeva je dobivena tablica 2. na kojoj je vidljivo da su kod slučajeva kada su radno opterećenje i prometna kompleksnost bili blizu nadmašivanja ili nadmašili sposobnosti ispitanika, umor i radno opterećenje bili značajno viši, dok su vrijeme

i kvaliteta sna niži u usporedbi s prosjecima istih vrijednosti kod slučajeva kada su radno opterećenje i prometna kompleksnost bili unutar sposobnosti ispitanika. Ovo ukazuje na značajan utjecaj umora, radnog opterećenja i gubitka sna na sposobnost oblasnih kontrolora zračnog prometa za izvršavanje svojih dužnosti.

5.2.5. Utjecaj vremena provedenog budnima na umor

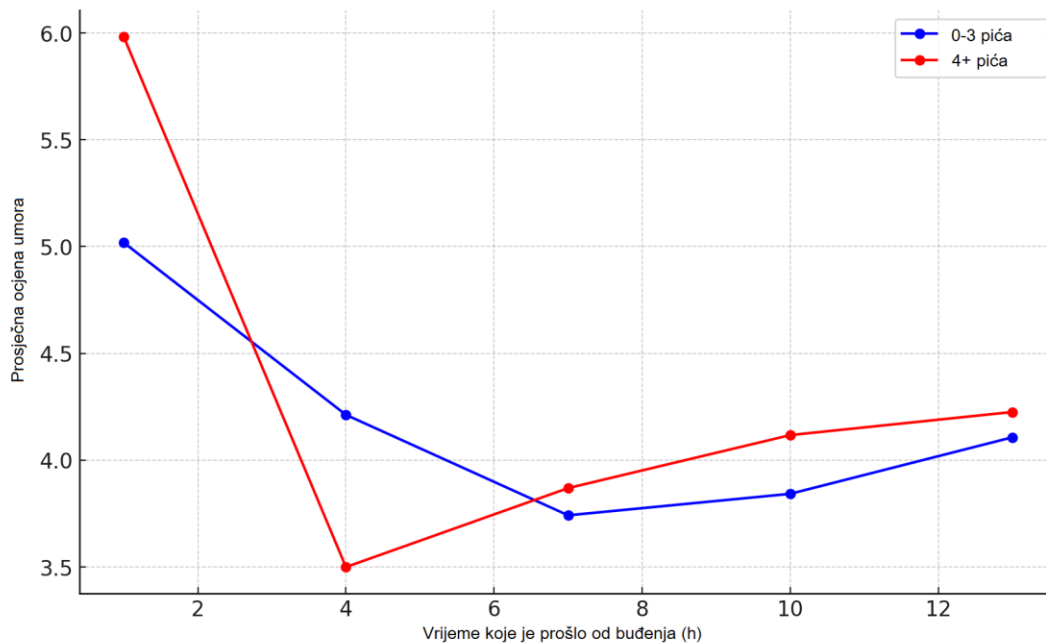
Analizom vremena kojeg su ispitanici proveli budnima prije ocjenjivanja svog umora se može otkriti kako se umor mijenja od buđenja pa do kraja radne smjene oblasnih kontrolora zračnog prometa. Na slici 21. vidljiv je grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na spol. Očigledno je da se umor kroz budno vrijeme mijenja otprilike isto i kod muškaraca i žena. Nakon buđenja kod ljudi je primjetna inercija sna, što je vidljivo i na grafikonu. Na početku je prosječna ocjena umora visoka nakon čega značajno pada kod svih, iako kod žena pada do niže vrijednosti te nakon 7 sati počinje rasti.



Slika 21. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na spol

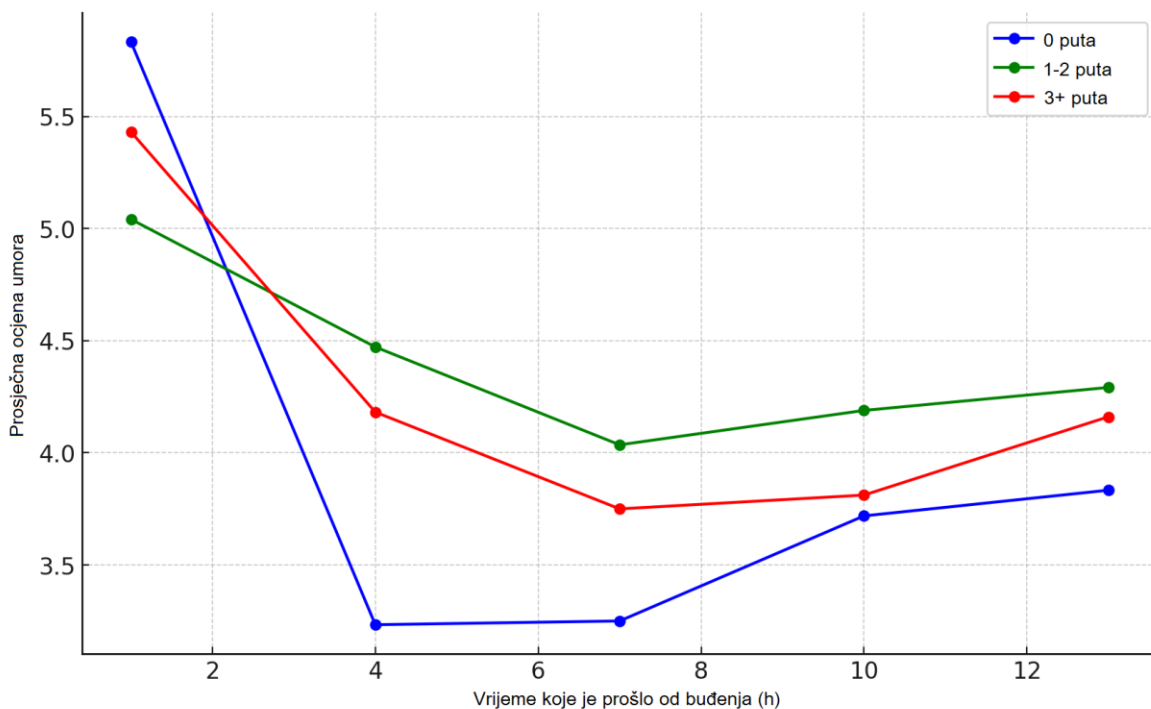
Dalje je analizirana ista ovisnost umora i vremena proteklog od buđenja, ali s različitim grupiranjem ispitanika. Na slici 22. vidljiv je grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na konzumaciju alkohola. Kao i prije,

ispitanici su podijeljeni na dvije skupine; oni koji konzumiraju alkohol u količini od 0 do 3 pića tjedno i oni koji konzumiraju 4 pića ili više tjedno. Jedina značajna razlika je da se ispitanici koji konzumiraju alkohol u većoj količini tjedno osjećaju umornije nakon buđenja od onih koji konzumiraju alkohol u manjoj količini tjedno. Zanimljivo je da je nakon 4 sata od buđenja prosječna ocjena umora manja kod ispitanika koji konzumiraju više alkohola. Nakon toga umor stabilno raste s vremenom koje je prošlo od buđenja.



Slika 22. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na konzumaciju alkohola

Na slici 23. vidljiv je grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na tjelesnu aktivnost. Ispitanici su podijeljeni u 3 skupine; oni koji se ne bave sportom odnosno tjelesnim aktivnostima, oni koji se bave sportom 1 ili 2 puta tjedno te oni koji se bave sportom 3 ili više puta tjedno. Ispitanici koji se ne bave sportom se bude s blago višim osjećajem umora od ostalih koji se bave sportom, nakon čega se njihova prosječna ocjena umora drastično smanjuje i ostaje niža u usporedbi s druge dvije skupine ispitanika. Usporedbom krivulja ispitanika koji se bave sportom jednom ili dvaput tjedno i onih koji se bave sportom 3 ili više puta tjedno je vidljivo da nema značajne razlike u promjeni umora povećanjem vremena proteklog od buđenja.

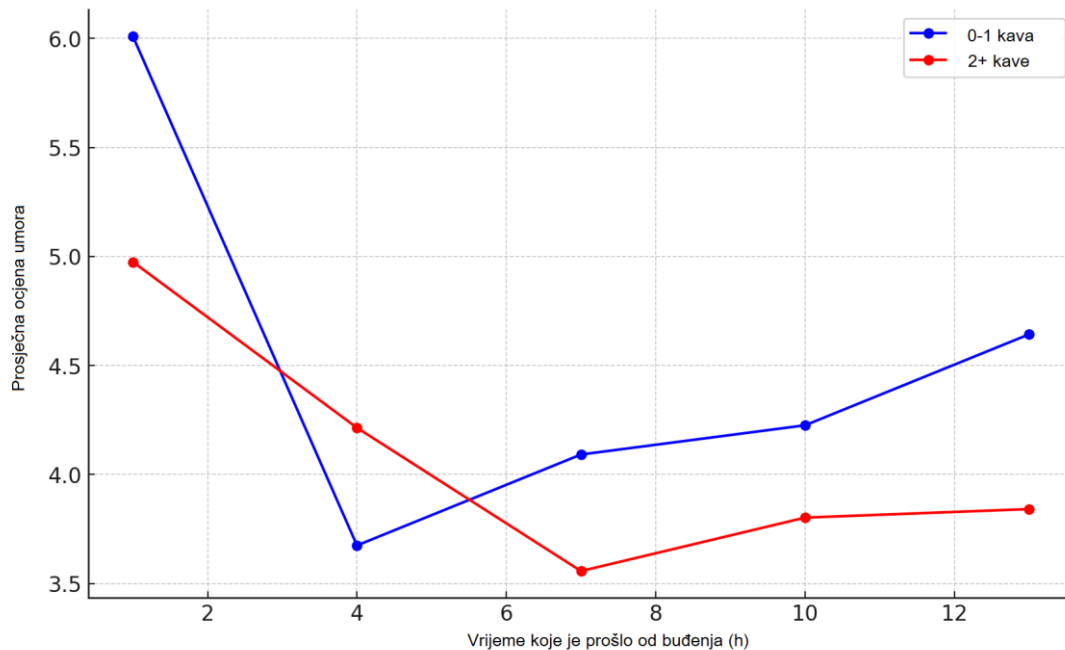


Slika 23. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na tjelesnu aktivnost

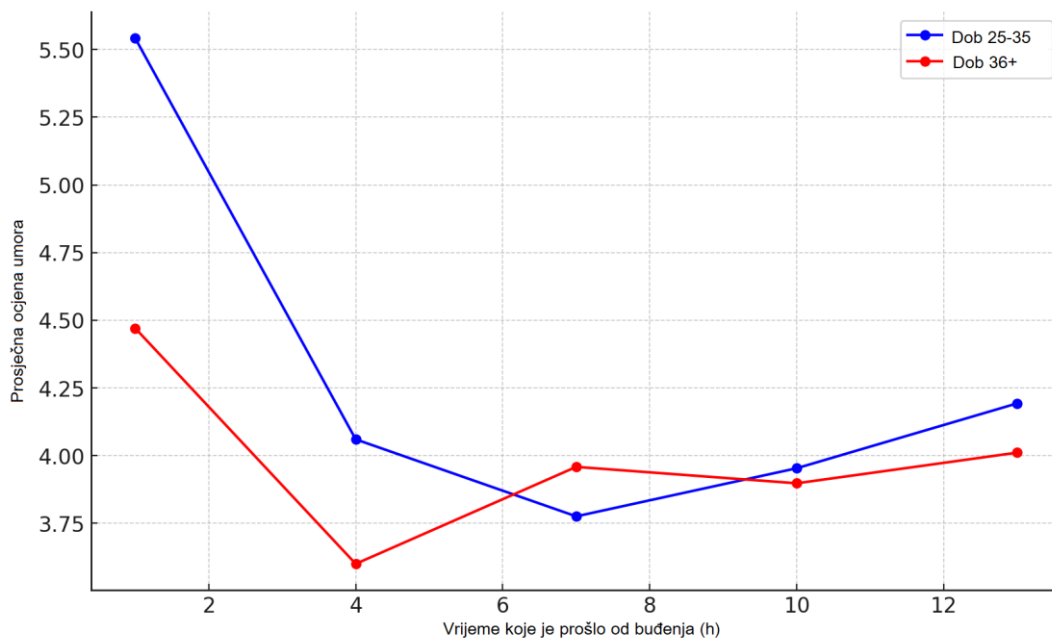
Na slici 24. vidljiv je grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na konzumaciju kofeina. Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe; oni konzumiraju od 0 do 1 kave dnevno i oni koji konzumiraju 2 ili više kava dnevno. Kod ovog grafikona je razlika u umoru kod dvije skupine ispitanika značajnija. Prosječna ocjena umora kod ispitanika koji ne konzumiraju kofein ili konzumiraju 1 kavu dnevno je za cijeli bod veća 1 sat nakon buđenja nego kod ispitanika koji piju 2 kave dnevno ili više. 4 sata nakon buđenja je umor viši kod ispitanika koji konzumiraju više kave ali je nakon toga kroz ostatak dana primjetno niži i stabilniji. Može se zaključiti da je konzumacija kofeina učinkovita mjera za upravljanje umorom.

Na kraju na slici 25. je vidljiv grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na dob. Ispitanici su podijeljeni na one mlađe od 35 godina i na one koji su stariji od 36 godina. Kao što je prije spomenuto, mlađi ljudi su generalno popodneveni tipovi dok su stariji uglavnom jutarnji. To je vidljivo i iz ovog grafikona jer prosječna ocjena umora značajno viša nakon jednog sata proteklog od buđenja kod

mlađih ljudi nego kod starijih. Nakon 4 protekla sata od buđenja umor je uglavnom jednak kod obiju skupina ispitanika i nema značajnijih razlika.



Slika 24. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na konzumaciju kofeina



Slika 25. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na dob

6. ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem dobivena je velika količina podataka o oblasnim kontrolorima zračnog prometa i njihovom radu. Analizom tih podataka potvrđen je utjecaj cirkadijskog ritma na pobuđenost i umor ispitanika. Prosječne ocjene umora značajno variraju tijekom dana i uglavnom se povećavaju od početka do kraja smjene, a posebno u popodnevnim i noćnim smjenama. Umor na početku smjena je najviši u jutarnjim smjenama dok su se smaknute smjene pokazale kao one s najnižom razinom umora.

San je najveći čimbenik koji utječe na umor tijekom idućeg dana. Značajnima su se pokazali kvaliteta sna, vrijeme sna i kontinuitet sna. Što su kvaliteta i vrijeme sna veći odnosno duži, to je umor pri dolasku na smjenu kod ispitanika bio manji, a u slučaju da je san bio prekinut, prosječna ocjena umora pri dolasku na posao bila je zamjetno veća.

Od ostalih čimbenika koji uglavnom utječu na san i umor, analizirani su stimulansi, tjelesna aktivnost, dob i slično. Konzumacija kofeina se u analizi pokazala kao učinkovit način upravljanja umorom. S većom konzumacijom kofeina povezane su niže ocjene umora pri dolasku na posao kao i tijekom dana. S druge strane konzumacija alkohola u većim količinama dovodi do viših ocjena umora na počecima smjena i uz isti broj sati sna, veći umor u usporedbi s ispitanicima koji ne konzumiraju alkohol ili ga konzumiraju u manjim količinama. Tjelesna aktivnost i spol su čimbenici koji, u ovom istraživanju, nisu otkrili značajnu korelaciju s promjenom umora, a analiza dobi ispitanika je pokazala da su stariji ispitanici uglavnom jutarnji tipovi ljudi i da bilježe niže ocjene umora u jutarnjim satima od mlađih ispitanika. Ispitanici koji u svom kućanstvu imaju jako mladu djecu mlađu od 5 godina su evidentirali drastično lošiju kvalitetu sna, kraći san i visoke ocjene umora u usporedbi s onima koji imaju stariju djecu ili nemaju djecu u svojim kućanstvima.

Umor direktno utječe na kvalitetu rada oblasnih kontrolora zračnog prometa. Prosječne ocjene kvalitete rada kroz dan su se kretale uglavnom uz korak s prosječnim ocjenama umora, ali obrnuto proporcionalno. Umor na sve aspekte rada kontrolora uglavnom utječe jednako, iako je zabilježena najveća degradacija rasporeda pažnje kod povećanja umora tijekom rada, a najmanja kod brzine donošenja odluka. Ispitanici su procijenili da je umor utjecao na njihov rad kod 39% slučajeva rada. Iako nije većina, značajno je da je kod više od trećine vremena rada kontrolora umor prisutan.

LITERATURA

- [1] International Civil Aviation Organization, Doc 9966, „Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches“, Second Edition, 2016,
- [2] International Civil Aviation Organization, „Fatigue Management Guide for Air Traffic Service Providers“, First Edition, 2016,
- [3] Simplypsychology – Preuzeto s: <https://www.simplypsychology.org/wp-content/uploads/sleep-stages.jpeg> [Pristupljeno: 15.lipnja.2024.]
- [4] What complex factors influence sleep quality in college students? PLS-SEM vs. fsQCA, Wang Y, Dai X, Zhu J, Xu Z, Lou J and Chen K, 25.8.2023.
- [5] Cleveland Clinic: Sleep Disorders – Preuzeto s: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/11429-sleep-disorders> [Pristupljeno: 15.lipnja.2024.]
- [6] Ruel Billones, Josephine K. Liwang, Kierra Butler, Letitia Graves, and Leorey N. Saligan, “Dissecting the fatigue experience: A scoping review of fatigue definitions, dimensions, and measures in non-oncologic medical conditions“ 15.8.2021.
- [7] Zeynep GÖKER, „Fatigue in The Aviation: An Overview of The Measurements and Countermeasures“, 23.12.2018.
- [8] Yara Q. Wingelaar-Jagt, Thijs T. Wingelaar, Wim J. Riedel, Johannes G. Ramaekers, „Fatigue in Aviation: Safety Risks, Preventive Strategies and Pharmacological Interventions“, 6.9.2021.
- [9] Oxford Aviation Academy (OAA), “Chapter 11 Sleep and Fatigue,” ATPL Ground Training Series. Human Performance & Limitations, Fourth edition, 2005.
- [10] Tom Deboer, „Sleep homeostasis and the circadian clock: Do the circadian pacemaker and the sleep homeostat influence each other’s functioning?“, 3.1.2018.
- [11] The National Institute for Occupational Safety and Health, „NIOSH Training for Nurses on Shift Work and Long Work Hours“

[12] Johns MW. „Sleepiness in different situations measured by the Epworth Sleepiness Scale.“ 1994.

[13] Skybrary – Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/karolinska-sleepiness-scale-kss>
[Pristupljeno: 28.lipnja.2024.]

[14] Brian James Murray MD, „Subjective and Objective Assessment of Hypersomnolence“ 2017.

POPIS SLIKA

- Slika 1. Ciklus sna kroz normalnu noć spavanja
- Slika 2. Kumulativni sati duga sna kod različitih smjena rada
- Slika 3. Promjena tjelesne temperature kroz dan
- Slika 4. Odnos normalnog sna i cirkadijskog sata
- Slika 5. Ovisnost homeostatskog pritiska o vremenu provedenom u budnom stanju i u snu
- Slika 6. Prva anketa: „Podaci o ispitanicima“
- Slika 7. Druga anketa: „Utjecaj umora na rad kontrolora zračnog prometa“
- Slika 8. Broj ispitanika po starosnim skupinama
- Slika 9. Postotak jutarnjih i popodnevnih tipova
- Slika 10. Grafikon prosječnih ocjena umora po satu u danu
- Slika 11. Kombinacija crvene krivulje tjelesne temperature i grafikona prosječnih ocjena umora po satu u danu
- Slika 12. Usporedba prosječnih ocjena umora na početku i kraju smjena
- Slika 13. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku i kraju smjene i sati sna u prošlih 24 sata
- Slika 14. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku i kraju smjene i kvalitete sna
- Slika 15. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na konzumaciju alkohola
- Slika 16. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na konzumaciju kofeina
- Slika 17. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora na početku smjene i sati sna u prošlih 24 sata s obzirom na tjelesnu aktivnost
- Slika 18. Grafikon prosječne ocjene kvalitete rada tijekom dana

Slika 19. Grafikon prosječnih ocjena različitih aspekata rada za nisku, srednju i visoku razinu umora

Slika 20. Grafikon ovisnosti prosječnih ocjena različitih aspekata rada s obzirom na umor

Slika 21. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na spol

Slika 22. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na konzumaciju alkohola

Slika 23. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na tjelesnu aktivnost

Slika 24. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na konzumaciju kofeina

Slika 25. Grafikon ovisnosti prosječne ocjene umora o vremenu koje je prošlo od buđenja s obzirom na dob

POPIS TABLICA

Tablica 1. Epworthova skala pospanosti

Tablica 2. Prosječne vrijednosti umora i sna ovisno o zahtjevnosti prometne kompleksnosti i radnog opterećenja

POPIS KRATICA

SWS – *Slow-wave sleep*

Non-REM – *Non-rapid eye movement*

REM – *Rapid eye movement*

ICAO - *International Civil Aviation Organization*

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi. Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom utjecaj umora i cirkadijskog ritma na rad kontrolora zračnog prometa, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 18.9.2024.

Josip Šerić

