

Utjecaj kumulativnih ograničenja rada letačkog i kabinskog osoblja na proces planiranja posada

Jukić, Marko

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:119:303141>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**UTJECAJ KUMULATIVNIH OGRANIČENJA RADA LETAČKOG I
KABINSKOG OSOBLJA NA PROCES PLANIRANJA POSADA**

**THE IMPACT OF CUMULATIVE FLIGHT AND CABIN CREW WORK
RESTRICTIONS ON THE CREW PLANNING PROCESS**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Student: Marko Jukić
JMBAG: 0135254413

Zagreb, siječanj 2024.

Zagreb, 31. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Planiranje zračnog prijevoza**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7365

Pristupnik: **Marko Jukić (0135254413)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Utjecaj kumulativnih ograničenja rada letaćkog i kabinskog osoblja na proces planiranja posada**

Opis zadatka:

U uvodnom dijelu rada potrebno je opisati predmet istraživanja, objasniti svrhu i cilj istraživanja te dati kratak pregled strukture završnog rada i pregled dosadašnjih istraživanja koja su relevantna za temu rada. Zatim je potrebno prikazati dužnosti, odgovornosti i kvalifikacije letaćkog i kabinskog osoblja te ukazati na važnost kvalitetne pripreme i planiranja rasporeda rada posada posebno na ispravno tumačenje zakonske regulative koja ograničava vremena rada letaćkog i kabinskog osoblja. Nadalje, treba prikazati metodologiju rješavanja kombinatornih problema kod planiranja i raspoređivanja posada sukladno s ograničenjima koja proizlaze važeće regulative te reperkusije procesa planiranja rasporeda rada na umor posada. Konačno, potrebno je ispitati i sagledati kriterije koji reguliraju proces dodjeljivanja posada na planirane letove te razmotriti problematiku planiranja i raspoređivanja posada sukladno važećoj regulativi kao i utjecaj nepredviđenih okolnosti na proces planiranja posada. Na kraju je potrebno koncizno prikazati i komentirati rezultate istraživanja.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Ružica Škurla Babić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

SAŽETAK

Ovim diplomskim radom nastoje se prikazati i analizirati kumulativna ograničenja rada posada zrakoplova te njihov utjecaj na odvijanje procesa planiranja posada. U sklopu regulativa europske unije, EU Reg. 965/2012 i EU Reg. 83/2014. propisana su ograničenja kojima je regulirano radno vrijeme i vrijeme odmora za članove posade. Cilj propisanih ograničenja je suzbijanje rizika od pojave umora te sprječavanje posljedičnog ugrožavanja sigurnosti leta. U radu su opisana ključna ograničenja iz spomenutih regulativa te razmotrena ona za koje je uočeno da se mogu dodatno unaprijediti po pitanju umora kojeg impliciraju. Osim toga, u radu je analizirana i metodologija rješavanja kombinatornih problema kod dodjeljivanja posada na pojedine letove uslijed pojave poremećaja na dan operacije.

KLJUČNE RIJEČI: letačko i kabinsko osoblje; proces planiranja posada; ograničenja rada posada; kombinatorne metode planiranja posada; umor posada

SUMMARY

This final paper aims to show and analyze the cumulative limitations of the work of aircraft crews and their influence on the development of the crew planning process. As part of the regulations of the European Union, EU Reg. 965/2012 and EU Reg. 83/2014. there are restrictions that regulate the working time and rest time for crew members. The aim of the prescribed restrictions is to prevent the risk of fatigue and to prevent the consequent endangerment of flight safety. The paper describes the key limitations from the aforementioned regulations and discusses those that can be further improved in terms of the fatigue they imply. In addition, the paper also analyzes the methodology for solving combinatorial problems when assigning crews to individual flights due to the occurrence of disturbances on the day of the operation.

KEY WORDS: flight and cabin crew; crew planning process; crew work restrictions; combinatorial crew planning methods; crew fatigue

SADRŽAJ

1.	Uvod.....	1
2.	Dužnosti i odgovornosti letačkog i kabinskog osoblja	3
2.1.	Osnovne značajke radnih pozicija letačkog osoblja.....	3
2.1.1.	Zapovjednik zrakoplova.....	4
2.1.2.	Kopilot	4
2.1.3.	Treći članovi letačkog osoblja	5
2.2.	Osnovne značajke radnih pozicija kabinskog osoblja.....	6
2.2.1.	Hijerarhija kabinskog osoblja	8
2.2.2.	Određivanje minimalno potrebnog broja kabinskog osoblja u zrakoplovu	9
3.	Potrebne kvalifikacije letačkog i kabinskog osoblja.....	12
3.1.	Part-FCL dozvole za pilote.....	12
3.1.1.	Dozvola pilota lakog zrakoplova (LAPL).....	13
3.1.2.	Dozvola privatnog pilota (PPL)	13
3.1.3.	Dozvola profesionalnog pilota (CPL)	14
3.1.4.	Dozvola pilota višečlane posade (MPL)	14
3.1.5.	Dozvola prometnog pilota (ATPL)	14
3.2.	Potvrda kabinske posade (CCA)	15
3.3.	CRM trening.....	16
3.4.	Provjere stručnosti.....	17
3.5.	Jezične sposobnosti	18
3.6.	Zdravstvene sposobnosti	18
4.	Proces planiranja posada.....	20
4.1.	Specifičnosti procesa planiranja posada.....	20
4.2.	Problem uparivanja posada	23

4.2.1.	Uparivanje letačkog osoblja.....	24
4.2.2.	Uparivanje kabinskog osoblja.....	25
4.3.	Problem raspoređivanja posada.....	26
4.4.	Troškovi eksploatacije posade.....	27
4.5.	Modeli za planiranje posada.....	28
4.5.1.	Heuristički modul.....	28
4.5.2.	<i>Carmen</i> sustav.....	29
4.5.3.	Modul grananja i vezanja.....	31
4.6.	Programski alati za planiranje posada.....	32
4.6.1.	Sabre AirCentre Crew Manager.....	32
4.6.2.	Merlot Aero.....	33
4.6.3.	NetLine/Crew.....	34
5.	Utjecaj planiranja posada na rizik umora.....	36
5.1.	Utjecaj različitih vrsta letačkih dužnosti na umor.....	36
5.2.	Utjecaj količine sna na obavljanje planiranih dužnosti.....	37
5.3.	Utjecaj odvijanja planiranih dužnosti na cirkadijski ritam.....	39
5.4.	Utjecaj <i>ad-hoc</i> promjena planiranih dužnosti na cirkadijski ritam.....	39
5.5.	Smjernice za planiranje posada uz minimalni rizik stvaranja umora.....	40
6.	Analiza ograničenja radnog vremena posada.....	41
6.1.	Aklimatizacija.....	41
6.2.	Razlike između vremena dužnosti (DT) i vremena letačke dužnosti(FDP).....	43
6.2.1.	Ograničenje trajanja vremena leta (Maksimalni dnevni FDP).....	44
6.2.2.	Plansko produljenje.....	45
6.2.3.	Odgodeno vrijeme javljanja na planirani let u jedinstvenom FDP-u.....	46
6.2.4.	Ograničenja radnog vremena članova posade.....	48

6.3.	Vrijeme odmora.....	48
6.3.1.	Minimalni odmor	49
6.3.2.	Odmor nakon ranih/kasnih dužnosti	50
6.4.	Ostale dužnosti	51
6.4.1.	Pozicioniranje	51
6.4.2.	Dijeljeno radno vrijeme (<i>split duty</i>).....	52
6.4.3.	Obveza dežurstva	53
6.4.4.	Diskrecija kapetana zrakoplova	54
7.	Utjecaj nepredviđenih okolnosti u letačkim operacijama na proces planiranja posada.....	55
7.1.	Primjeri rješavanja problema taktičkog dodjeljivanja sektora	55
7.1.1.	Problem taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije	56
7.1.2.	Problem taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije	58
7.2.	Preporučene prakse za ublažavanje pojava poremećaja.....	62
8.	Zaključak.....	64
	Popis literature	66
	Popis kratica.....	70
	Popis slika	72
	Popis tablica	73

1. Uvod

Proces planiranja posada je vrlo bitan proces za operatora jer troškovi posada predstavljaju značajan dio operativnih troškova operatora. Riječ je o vrlo kompleksnom procesu koji se obično dijeli u nekoliko faza planiranja. Tijek samog procesa otežavaju složena zakonska pravila kojima su regulirana radna vremena posada kao i brojni drugi zahtjevi i ograničenja na koje je potrebno obratiti pozornost; poput dodatnih odredbi o radnim vremenima posada a koja su propisana kolektivnim ugovorom operatora, dostupnost posada, kvalifikacije i zahtjevi za obukom, osobne preferencije posada, svjesnost o umoru posada itd. Uvažavanje svih zahtjeva i ograničenja prilikom izrade rasporeda rada može biti izrazito zahtjevno ukoliko se ne primjenjuju učinkovite kombinatorne strategije. Cilj svakog planera je razviti održiv i operativno izvediv raspored rada koji će biti dovoljno robustan za slučaj nastanka poremećaja. Razvoju optimalnog rasporeda rada prethodi provedba kvalitetne i obuhvatne pripreme od strane planera kao i njegovo dobro poznavanje i razumijevanje svih zadanih ograničenja.

Tema ovog diplomskog rada je utjecaj kumulativnih ograničenja rada letačkog i kabinskog osoblja na proces planiranja posada, a cilj rada je jest ispitati i sagledati kriterije kojima se regulira proces dodjeljivanja posada na planirane letove te razmotriti problematiku planiranja i raspoređivanja posada sukladno EU Reg. 965/2012 i EU Reg. 83/2014. Slijedom toga, u radu su prikazane kombinatorne metode planiranja i raspoređivanja posada sukladno s ograničenjima koja proizlaze iz spomenutih regulativa. Analize su rađene na simuliranim slučajevima koji su nastali uslijed pojave nepredviđenih okolnosti u letačkim operacijama. Osim toga, u radu su razmotrene i reperkusije procesa planiranja rasporeda rada na umor posada. Svi bitni aspekti zadane teme su sagledani unutar osam poglavlja, uključujući uvod i zaključak.

Nakon predstavljanja diplomskog rada u uvodnom dijelu, slijedi drugo poglavlje u kojem su opisane dužnosti i odgovornosti svakog od članova letačkog i kabinskog osoblja. U trećem poglavlju su prikazani uvjeti za izdavanje pripadajućih dozvola i odobrenja za članove letačkog i kabinskog osoblja. U četvrtom poglavlju je opisano odvijanje tijeka procesa planiranja posada uz analizu dva ključna problema, a to su: problem uparivanja i problem raspoređivanja posada. U ovom poglavlju su prikazani i osnovni modeli planiranja posada te suvremeni programski alati za planiranje posada. U petom poglavlju je razmotreno na koji način i u kojoj mjeri raspored rada

posada utječe na razinu umora. U šestom poglavlju su prikazana ključna ograničenja koja određuju vremena letenja i radna vremena posada (engl. *Flight Time Limitations*), a koja izravno uvjetuju proces planiranja posada. U sedmom poglavlju su prikazane različite metodologije rješavanja kombinatornih problema kod dodjeljivanja posada na pojedine sektore uslijed pojave nepredviđenih okolnosti u letačkim operacijama. U osmom poglavlju je izveden zaključak, a na samom kraju diplomskog rada nalazi se popis literature, popis kratica, popis slika i popis tablica.

2. Dužnosti i odgovornosti letačkog i kabinskog osoblja

Prema [1], član posade (engl. *crew member*) u zrakoplovu je svaka osoba kojoj je operator dodijelio obavljane određene dužnosti u zrakoplovu. Posada u najširem smislu podrazumijeva letačko i kabinsko osoblje zrakoplova. U zračnom prometu tradicionalno postoji jasno definirana hijerarhija među članovima posade u zrakoplovu. Zapovjednik zrakoplova donosi konačne odluke bitne za sigurnost leta stoga predstavlja glavni autoritet u zrakoplovu. Odgovoran je za sigurnost svih članova posade, putnika i zrakoplova. Od sveukupnog letačkog i kabinskog osoblja se očekuje da održavaju visoki profesionalni imidž u ponašanju i osobnom izgledu te da međusobno surađuju i komuniciraju s ciljem izvođenja sigurnih letačkih operacija.

2.1. Osnovne značajke radnih pozicija letačkog osoblja

Kod većine suvremenih komercijalnih zrakoplova, standardno letačko osoblje (engl. *cockpit crew*) u pravilu čine dva pilota od kojih je jedan zapovjednik zrakoplova odnosno kapetan, a drugi je prvi časnik odnosno kopilot. U komercijalnom zračnom prometu, rijetku su slučajevi kada se letačke operacije obavljaju sa jednim pilotom (SPO¹). Takvi slučajevi su dozvoljeni uz ispunjenje određenih uvjeta. U nekim slučajevima, ovisno o tipu zrakoplova i vrsti letačke operacije, članom letačkog osoblja može biti još i drugi časnik, treći časnik, inženjer leta te letački radiotelefonist [1].

U komercijalnom zrakoplovstvu, kapetan zrakoplova i kopilot imaju istu razinu kvalifikacije odnosno puno ovlaštenje za upravljanje određenim tipom zrakoplova (TR²) i ovlaštenje za instrumentalno letenje (IR³). Za letenje na određenim rutama i prema određenim aerodromima, neophodno je da piloti steknu dodatne kvalifikacije i dozvole [1]. Prije početka rada u standardnim posadama, piloti prolaze kroz postupan, dugotrajan i složen proces licenciranja koji je pobliže opisan u trećem poglavlju ovog rada.

¹ SPO (engl. *Single Pilot Operations*) - Operacije sa jednim pilotom

² TR (engl. *Type Rating*) - Ovlaštenje za tip zrakoplova

³ IR (engl. *Instrument Rating*) - Ovlaštenje za instrumentalno letenje

2.1.1. Zapovjednik zrakoplova

Zapovjednik zrakoplova ima ovlasti izdavati sve naredbe i poduzimati sve odgovarajuće radnje u svrhu osiguranja rada i sigurnosti zrakoplova i osoba i/ili imovine koja se u njemu nalazi. U izvanrednoj situaciji, koja ugrožava rad ili sigurnost zrakoplova i/ili osoba u zrakoplovu, zapovjednik mora poduzeti sve radnje koje smatra potrebnim u interesu sigurnosti. Kada takva radnja uključuje kršenje lokalnih propisa ili procedura, zapovjednik mora biti odgovoran za obavještavanje odgovarajućih lokalnih vlasti bez odlaganja [2].

Prije početka svakog sektora⁴, zapovjednik zrakoplova odlučuje koji će od pilota preuzeti izravnu odgovornost za upravljanje zrakoplovom tijekom cijelog leta ili za njegove određene dijelove kao što su spuštanje/prilaz i slijetanje. Onaj pilot kojem bude dodijeljena opisana uloga, on postaje *Pilot Flying* (PF⁵) za taj sektor ili određeni njegov dio. Drugi pilot je tada određen za taj sektor ili njegove relevantne dijelove kao *Pilot Monitoring* (PM⁶) i u toj ulozi mora nadzirati instrumente i radnje kontrole zrakoplova od strane PF-a. Osim toga, PM obavlja i dužnosti podrške kao što su komunikacija, čitanje lista za provjeru i sl. [3]. Operativni priručnik svakog operatora u potpunosti specificira uloge za PF i PM. Dvije uloge se obično nastoje ravnomjerno podijeliti tijekom dužnosti koja može sadržavati više od jednog sektora. Npr., ako posada tijekom letačke dužnosti radi četiri sektora, onda će na dva sektora kapetan zrakoplova biti PM, a na druga dva sektora će biti PF. Od operatora se očekuje da vodi evidenciju o broju PM i PF sektora za svakog pilota ponaosob kako bi budući proces planiranja letačkih dužnosti bio što je više moguće ujednačen odnosno ravnomjerno raspoređen među pilotima.

2.1.2. Kopilot

Bez obzira na dodijeljenu ulogu tijekom leta (PF ili PM), imenovani kapetan zrakoplova predstavlja ultimativni autoritet u zrakoplovu i odgovoran je za sve aspekte sigurnog rada zrakoplova. Od kopilota se zahtijeva da tijekom bilo koje faze leta bude sposoban pratiti i

⁴ Sektor - Dio trajanja letačke dužnosti, od trenutka kada zrakoplov započne vožnju sa svojeg parkirnog položaja vlastitim ili drugim pogonom u svrhu polijetanja ili neke druge potrebe, do trenutka potpunog zaustavljanja zrakoplova na određenom parkirnom položaju i gašenja svih motora

⁵ PF (engl. *Pilot Flying*) - Pilot koji leti

⁶ PM (engl. *Pilot Monitoring*) - Pilot koji nadzire

kontrolirati performanse zrakoplova, upravljati komandama, navigacijskim i komunikacijskim sustavima i ostalo [2].

Zrakoplovom mogu upravljati i dva kapetana, tada je jedan od kapetana zapravo pilot zapovjednik (PIC⁷) odnosno pilot koji je određen kao zapovjednik zrakoplova i zadužen je za sigurnost provođenja leta, dok je drugi kapetan zapravo pilot u ulozi kopilota. Kapetani koji se budu planirali kao kopiloti na letu, moraju završiti dodatnu obuku i provjeru kako je navedeno u operativnom priručniku operatora [4].

Kopiloti na letu mogu biti planirani u ulozi PICUS-⁸a, odnosno kopilota koji pod nadzorom zapovjednika obavlja dužnosti i funkcije zapovjednika zrakoplova. Uloga PICUS-a omogućuje kopilotu da bilježi zapovjedne sate s desnog kontrolnog sjedala, a uloga se obično dodjeljuje kopilotima koji su na obuci za kapetana [4].

2.1.3. Treći članovi letačkog osoblja

Ako je zbog tipa zrakoplova ili nekog drugog operativnog razloga potrebno planirati i inženjera leta u letačkoj posadi, od njega se očekuje da tijekom leta nadzire i upravlja sa sustavima motora i goriva, hidrauličkim sustavima, elektroničkim sustavima i brojnim drugim sustavima na zrakoplovu. On pomno prati zaslone instrumenata, mjerače i indikatore kako bi bile osigurane optimalne performanse sustava. On također pomažu u upravljanju motorom, uključujući praćenje protoka goriva, temperature i tlaka, te vršenje prilagodbi koje su potrebne za učinkovit rad zrakoplova. Uloga inženjera leta evoluirala je tijekom vremena. Napretkom u zrakoplovnoj tehnologiji pozicija inženjera leta je smanjena ili u potpunosti eliminirana, stoga većina zrakoplova danas leti sa letačkom posadom koja ne uključuje inženjera leta. Prisutnost inženjera leta doprinosi povećanju sigurnosti tijekom leta. On pomaže kapetanu i kopilotu pazeći na sve probleme ili opasnosti. Ako se nešto dogodi nekome od ostalih članova letačkog osoblja tijekom leta ili u slučaju nenadanih situacija, treći član letačke posade je obučen da preuzme i osigura siguran let zrakoplova [5].

⁷ PIC (engl. *Pilot in Command*) - Pilot zapovjednik

⁸ PICUS (engl. *Pilot in Command Under Supervision*) - Zapovjednik zrakoplova pod nadzorom

Kada su na letu, pored kapetana i kopilota, potrebni dodatni članovi letačke posade poput inženjera leta ili letački radiotelefonist, bilo zbog certifikacijskih ili operativnih zahtjeva, tada bi ti članovi letačke posade trebali imati, uz sve druge propisane zahtjeve i dozvolu kako je navedeno u ICAO⁹ Dodatku 1, Poglavlje 3. U protivnom, takve članove letačke posade nije dozvoljeno planirati na letovima [6].

Uz letačku posadu, tijekom leta, u pilotskoj kabini se može nalaziti i „Promatrač“ (OBS¹⁰) koji sjedi na doskočnom sjedalu sve vrijeme trajanja leta. Razlozi zbog kojih može biti odobrena prisutnost promatrača u pilotskoj kabini su na primjer: vanjska (npr. CAA¹¹) ili interna kontrola, piloti na dužnosti pozicioniranja (DHC¹²), piloti na školovanju i ostale osobe uz posebno odobrenje operatora.

Letačka posada može uključivati dodatne članove letačke posade kada to zahtijeva vrsta operacije, ali ne smije se smanjivati ispod broja navedenog u operativnom priručniku operatora [1].

2.2. Osnovne značajke radnih pozicija kabinskog osoblja

Prema [1], član kabinskog osoblja je odgovarajuće kvalificirani član osoblja, osim članova letačkog ili tehničkog osoblja, kojem je operator dodijelio objavljene dužnosti povezanih sa sigurnošću putnika i leta tijekom izvođenja letačkih operacija.

Za članove kabinskog osoblja vrijedi sljedeće [1]:

- a) moraju se redovito osposobljavati i provjeravati kako bi postigli i održavali odgovarajuću razinu sposobnosti za obavljanje dodijeljenih im sigurnosnih dužnosti; i
- b) njihove zdravstvene sposobnosti za sigurno obavljanje dodijeljenih sigurnosnih dužnosti moraju biti povremeno procijenjene; sukladnost se mora pokazati odgovarajućom procjenom koja se temelji na najboljoj zrakoplovno-medicinskoj praksi.

⁹ ICAO (engl. *International Civil Aviation Organization*) - Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva

¹⁰ OBS (engl. *Observer*) - Promatrač

¹¹ CAA (engl. *Civil Aviation Authority*) - Agencija za civilno zrakoplovstvo

¹² DHC (engl. *Dead Head Crew*) - Član posade koji se premješta po nalogu operatora, a koji leti na putničkom sjedalu ili u pilotskoj kabini i nije dio radne posade

Kabinsko osoblje odgovorno je prvenstveno za sigurnosti putnika, a potom za osiguranje udobnog i ugodnog iskustva letenja za putnike. Osim osnovnih zadataka poput pozdravljanja putnika i posluživanja hrane, dodatne dužnosti i odgovornosti definirane su u operativnom priručniku operatora, prilagođene uvjetima leta i tipu zrakoplova.

Većina operatora propisuje da vrijeme javljanja na dužnost za članove letačkog i kabinskog osoblja bude 60 min prije STD¹³. Za to vrijeme, na određenom mjestu koje je operator osigurao za tu svrhu, obavlja se *briefing* prije leta. Za vrijeme *briefinga*, viši član kabinskog osoblja (*perser*) informira ostale članove kabinskog osoblja o pojedinostima leta te drugim informacijama poput broja putnika koji spadaju u posebne kategorije putnika.

Prema [1] od članova kabinskog osoblja se očekuje da:

- a) izvijeste zapovjednika o svakoj grešci, kvaru ili nedostatku za koji član osoblja vjeruje da bi mogao utjecati na plovidbenost ili siguran rad zrakoplova, uključujući sustave za hitne slučajeve, ako to prethodno već nije prijavio drugi član osoblja;
- b) izvijestite zapovjednika o svakom incidentu koji je ugrozio ili je mogao ugroziti sigurnost operacije, ako ga nije već prijavio drugi član osoblja;
- c) se pridržava shema operatora za izvješćivanje o događajima;
- d) se pridržava svih ograničenja vremena leta i dužnosti (FTL¹⁴) i zahtjeva za odmor primjenjivih na njihove aktivnosti;
- e) u slučaju obavljanja dužnosti za više od jednog operatora, vodi svoju osobnu evidenciju u vezi s vremenom leta i dužnosti te razdobljima odmora kako je navedeno u primjenjivim FTL zahtjevima i pruži svakom operatoru podatke potrebne za planiranje aktivnosti u skladu s primjenjivim FTL zahtjevima.

Od ostalih radnih zadataka kabinskog osoblja, izdvaja se [7]:

- provjera prisutnosti i ispravnosti cjelokupne opreme za hitne slučajeve u zrakoplovu,
- demonstracija sigurnosnih postupaka putnicima prije leta,

¹³ STD (engl. *Scheduled Time of Departure*) - Predviđeno vrijeme polijetanja

¹⁴ FTL (engl. *Flight Time Limitations*) - Ograničenja vremena letenja

- briga o sigurnosti putnika tijekom leta (provjera ispravnog vezivanja pojasa i sl.),
- provođenje evakuacije i drugih hitnih postupaka u slučaju izvanrednog događaja,
- pružanje prve pomoći na letu,
- održavanje čistog i urednog zrakoplova,
- prodaja bescarinske robe i informiranje putnika o svim ograničenjima koja su na snazi na odredištu,
- priprema i posluživanje hrane i pića na letu,
- asistencija putnicima s posebnim zahtjevima,
- bilježenje i prijava svih grešaka, incidenata ili problema koji su se mogli dogoditi tijekom leta itd.

2.2.1. Hijerarhija kabinskog osoblja

Za razliku od sastava letačkog osoblja, sastav kabinskog osoblja je složeniji jer ga čini veći broj ljudi. Broj članova kabinskog osoblja i njihov raspored u putničkoj kabini ovisi prvenstveno o veličini zrakoplova. Svaki operator može odrediti različite radne pozicije za svakog člana kabinskog osoblja, ali svi rade zajedno kako bi osigurali siguran i udoban let za sve putnike na letu. Ovisno o vrsti letačke operacije, veličini i tipu zrakoplova, članovima kabinskog osoblja mogu biti: viši članovi kabinskog osoblja (SCCM¹⁵), stjuardese/stjuardi i ostalo osoblje poput kuhara i čistača.

Kada je potrebno imati više od jednog člana kabinskog osoblja na letu, kabinsko osoblje mora uključivati barem jednog višeg člana kabinskog osoblja kojeg imenuje operator [1]. Riječ je o potpuno obučenom članu kabinskog osoblja koji za razliku od ostalih članova kabinskog osoblja preuzima odgovornosti upravljanja i dodatne zadatke bitne za sigurnost u kabini.

Prijevoznik će imenovati člana kabinskog osoblja na položaj SCCM samo ako [1]:

- a) ima najmanje jednu godinu iskustva kao operativni član kabinskog osoblja; i

¹⁵ SCCM (engl. *Senior Cabin Crew Member*) - Viši član kabinskog osoblja

b) ima uspješno završen tečaj obuke za SCCM i uspješno položenu provjeru.

Na najvišoj poziciji u zapovjednom lancu kabine zrakoplova, odnosno na poziciji jedan, nalazi se SCCM koji se još naziva i *perser* (PU). Kvalifikacije za SCCM imenovanje razlikuju se ovisno od operatora, a broj godina staža u tvrtki nije nužno glavni kriteriji po kojem se promoviraju članovi kabinskog osoblja u SCCM. Dodatno školovanje i treninzi su nužni za promoviranje u SCCM, a novi SCCM obično će obaviti svoje prve letove u toj ulozi pod nadzorom imenovanog instruktora.

Na letu je SCCM odgovoran zapovjedniku zrakoplova za provođenje i koordinaciju uobičajenih i hitnih postupaka navedenih u operativnom priručniku operatora, uključujući prekid dužnosti koje nisu povezane sa sigurnošću u sigurnosne svrhe. Operator će uspostaviti postupke za odabir najprikladnije kvalificiranog člana kabinskog osoblja koji će djelovati na letu kao PU (na letu se prvobitno planira na poziciji dva) u slučaju da imenovani PU za taj let postane nesposoban za rad. O promjenama ovih postupaka mora se obavijestiti nadležno tijelo [1].

ICAO i EASA¹⁶ ne propisuju točne nazive za ostale članove kabinskog osoblja koji rade na nižim pozicijama (dva, tri i sl.) već to ovisi od naziva propisanog u operativnom priručniku operatora, stoga nazivi mogu biti različiti od operatora do operatora. Nazivi koji se često koriste su *Senior* za poziciju dva, *Standard* za pozicije tri, četiri i dalje. Osim toga, točan opis dodatnih dužnosti i odgovornosti svih članova kabinskog osoblja po pozicijama u kabini, propisuju se u operativnom priručniku operatora jer to ponajviše ovise o vrsti leta i tipu zrakoplova na kojem operiraju.

2.2.2. Određivanje minimalno potrebnog broja kabinskog osoblja u zrakoplovu

Broj kabinskog osoblja u zrakoplovu značajan je čimbenik koji utječe na uspješnu evakuaciju zrakoplova. Stoga je potreban minimalan broj članova kabinskog osoblja kako bi se učinkovito provela pravovremena evakuacija i povećala mogućnost preživljavanja putnika u slučaju nesreće.

Prema [8], ICAO zahtjeva od operatora da odredi minimalni broj kabinskog osoblja koji je potreban za svaki tip zrakoplova u njegovoj floti. Cilj je omogućiti sigurnu i brzu evakuaciju zrakoplova te omogućiti kabinskom osoblju da izvrši sve potrebne zadaće u hitnim slučajevima ili

¹⁶ EASA (engl. *European Union Aviation Safety Agency*) - Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost

u situacijama koje zahtijevaju hitnu evakuaciju. ICAO standardi i preporučene prakse (SARP¹⁷) ne daju numeričku vrijednost (npr. točan broj kabinskog osoblja) potrebnu da bi operator ispunio zahtjeve ICAO Dodatka 6. Najmanji broj članova kabinskog osoblja potreban za svaki tip zrakoplova u floti operatora mora odobriti država operatora. U Dodatku 6, ICAO navodi da omjer broja članova kabinskog osoblja i izlaza u razini poda također treba uzeti u obzir kao relevantan faktor prilikom utvrđivanja minimalne posade na letu [8].

Prema [9], broj i sastav kabinskog osoblja mora se odrediti uzimajući u obzir :

- a) certifikacijska ograničenja zrakoplova, uključujući, ako je primjenjivo, relevantnu demonstraciju evakuacije u hitnim slučajevima;
- b) konfiguraciju zrakoplova; i
- c) vrstu i trajanje operacija.

Najmanje jedan član kabinskog osoblja mora biti dodijeljen za upravljanje zrakoplovom s MOPSC¹⁸-om većim od 19 kada prevozi jednog ili više putnika [1]. Najmanji broj članova kabinskog osoblja u zrakoplovu bi trebao biti veći od sljedećeg [1]:

- a) minimalnog broj članova kabinskog osoblja utvrđenog tijekom procesa certificiranja zrakoplova; ili
- b) ako broj nije utvrđen prilikom certificiranja zrakoplova, broj članova kabinskog osoblja utvrđen tijekom postupka certificiranja zrakoplova za maksimalnu certificiranu konfiguraciju putničkih sjedala umanjuje se za jednog člana na svakih 50 putničkih sjedala ispod najvećeg certificiranog kapaciteta sjedećih mjesta; ili
- c) jedan član kabinskog osoblja na svakih 50 ili dio od 50 putničkih sjedala instaliranih na istoj palubi zrakoplova kojim se upravlja.

Ako je broj članova kabinskog osoblja utvrđen tijekom procesa certificiranja zrakoplova, broj mora biti jasno naznačen u certifikacijskoj dokumentaciji kako bi operator/nacionalna zrakoplovna vlast mogla provjeriti i primijeniti napisani broj. Certifikacijska dokumentacija zrakoplova je list

¹⁷ SARP (engl. *Standards and Recommended Practices*) - Standardi i preporučene prakse

¹⁸ MOPSC (engl. *Maximum Operational Passenger Seating Configuration*) - Operativna konfiguracija s najvećim brojem sjedala za putnike

s podacima o certifikatu tipa (TCDS¹⁹) ili dopunskim certifikatom tipa (STC²⁰). Mogu postojati slučajevi u kojima će minimalni broj članova kabinskog osoblja za zrakoplov operatora biti drugačiji (npr. manji) od broja napisanog u TCDS-u. Takvu promjenu mora odobriti EASA i takav će zrakoplov imati dopunski certifikat tipa. STC dokazuje da je konfiguracija kabine zrakoplova koju koristi operator u skladu s primjenjivim specifikacijama certifikacije s manjim brojem članova kabinskog osoblja od broja navedenog u TCDS-u. Ako zrakoplov operatora ima STC, minimalni broj kabinskog osoblja napisan u STC-u biti će primjenjiv na taj zrakoplov [10].

¹⁹ TCDS (engl. *Type Certificate Data Sheet*) - List s podacima o certifikatu tipa

²⁰ STC (engl. *Supplemental Type Certificate*) - Dopunski certifikat tipa

3. Potrebne kvalifikacije letačkog i kabinskog osoblja

Prije započinjanja operativnog rada, potrebno je da članovi letačkog i kabinskog osoblja steknu sve potrebne dozvole izdane u skladu s Uredbom Komisije (EU) br. 1178/2011 te Uredbom (EU) 965/2012 i drugim nacionalni propisima države u kojoj se dozvola isходи. Nakon stjecanja potrebnih dozvola, članovi letačkog ili kabinskog osoblja mogu biti planirani u standardnoj posadi na letačkim operacijama.

3.1. Part-FCL dozvole za pilote

Dozvole pilota zrakoplova dijele se na dozvole pilota izdane u skladu sa europskim propisima te na dozvole pilota zrakoplova izdane u skladu s nacionalnim propisima. Imatelj dozvole pilota zrakoplova ne smije ni u kojem slučaju djelovati kao pilot zrakoplova ako nema odgovarajuća ovlaštenja [11].

Dio-FCL dozvole su dozvole pilota zrakoplova izdane u skladu s Uredbom Komisije (EU) Br. 1178/2011 od 3. studenog 2011. godine o utvrđivanju tehničkih zahtjeva i administrativnih postupaka vezano za članove posade zrakoplova u civilnom zrakoplovstvu u skladu s Uredbom (EZ) Br. 216/2008 Europskog parlamenta i Vijeća, kako je izmijenjena i dopunjena. Dio-FCL dozvole se izdaju u skladu sa propisima Europske Unije i priznate su u svim državama članicama Europske Unije te omogućuje imatelju upravljanje zrakoplovima koji posjeduju EASA certifikat za tip (*EASA Type Certificate*) ili drugi jednakovrijedni dokument i koji su registrirani u bilo kojoj državi članici Europske Unije [11].

Dio-FCL dozvole dijele se na [12]:

- a) dozvola pilota lakog zrakoplova (engl. *Light Aircraft Pilot Licence* - LAPL),
- b) dozvola privatnog pilota (engl. *Private Pilot Licence* - PPL),
- c) dozvola profesionalnog pilota (engl. *Commercial Pilot Licence* - CPL),
- d) dozvola pilota višečlane posade (engl. *Multi-crew Pilot Licence* - MPL),
- e) dozvola prometnog pilota (engl. *Airline Transport Pilot Licence* - ATPL).

3.1.1. Dozvola pilota lakog zrakoplova (LAPL)

LAPL dozvola pruža pilotu mogućnost letenja jednomotornim zrakoplovom maksimalne mase 2000 kg, kapaciteta do četiri putnika u nekomercijalnim operacijama. Podnositelji zahtjeva za LAPL dozvolu mora imati najmanje 17 godina, a privilegije imatelja LAPL dozvole su da može djelovati kao PIC u nekomercijalnim operacijama na odgovarajućoj kategoriji zrakoplova [12].

Podnositelji zahtjeva za LAPL moraju imati najmanje 30 sati letačke obuke na zrakoplovima ili TMG-ovima²¹, uključujući najmanje [13]:

- a) 15 sati letačkog osposobljavanja u klasi u kojoj će se polagati praktični ispit;
- b) šest sati samostalnog leta pod nadzorom, uključujući najmanje tri sata samostalnog letenja preko zemlje s najmanje jednim letom preko zemlje od najmanje 150 km (80 NM), tijekom kojih se obavlja jedno slijetanje s potpunim zaustavljanjem na aerodromu različitom od aerodroma odlaska.

3.1.2. Dozvola privatnog pilota (PPL)

Podnositelji zahtjeva za PPL dozvolu moraju imati najmanje 17 godina. Za dobivanje PPL dozvole potrebno je da podnositelj zahtjeva završi tečaj obuke u odobrenim organizacijama za osposobljavanje pilota. Tečaj mora uključivati teorijsko znanje i letačku obuku koja odgovara privilegijama PPL-a za koji se podnosi zahtjev. Prije nego što bude primljen na obuku, podnositelja zahtjeva treba ishoditi odgovarajuću liječničku potvrdu prije nego što mu se dopusti samostalno letenje [12].

Podnositelji zahtjeva za PPL moraju imati najmanje 45 sati letačkog osposobljavanja na zrakoplovima ili TMG-ovima, od kojih pet može biti obavljeno na FSTD-u²², uključujući najmanje [12]:

- a) 25 sati letenja s instruktorom; i

²¹ TMG (engl. *Touring Motor Glider*) - Turistička motorna jedrilica odnosno posebna klasa motornih jedrilica koja ima integrirano ugrađen motor i propeler koji se ne uvlači

²² FSTD (engl. *Flight Simulation Training Device*) - Uređaj za simulaciju letenja

- b) 10 sati samostalnog letenja pod nadzorom, uključujući najmanje pet sati samostalnog letenja preko zemlje s najmanje jednim letom preko zemlje od najmanje 270 km (150 NM), tijekom kojeg se izvodi slijetanje s potpunim zaustavljanjem na dva aerodroma različita od aerodroma odlaska.

3.1.3. Dozvola profesionalnog pilota (CPL)

Podnositelj zahtjeva za CPL mora imati završen tečaj teorijske i letačke obuke u odobrenim trening organizacijama te mora imati najmanje 18 godina. Privilegije imatelja CPL-a su, unutar odgovarajuće kategorije zrakoplova, da mogu[12]:

- a) koristiti sve privilegije imatelja LAPL i PPL,
- b) djelovati kao PIC ili kopilot bilo kojeg zrakoplova uključenog u operacije koje nisu komercijalni zračni promet,
- c) djelovati kao PIC u komercijalnom zračnom prijevozu bilo kojeg zrakoplova s jednim pilotom koji podliježe ograničenjima navedenim pod FCL.060, EU Reg. No 1178/2011,
- d) djelovati kao kopilot u komercijalnom zračnom prijevozu u skladu s ograničenjima navedenim pod FCL.060, EU Reg. No1178/2011.

3.1.4. Dozvola pilota višečlane posade (MPL)

Prilikom izdavanja MPL dozvole vrijede jednaki uvjeti kao kod izdavanja CPL dozvole, a to je da podnositelj zahtjeva za MPL dozvolu mora imati završen tečaj teorijske i letačke obuke u odobrenim trening organizacijama te mora imati najmanje 18 godina. Privilegije imatelja MPL dozvole su da djeluje kao kopilot u zrakoplovu koji se mora upravljati s kopilotom. Imatelj MPL dozvole mora posjedovati prethodno stečenu PPL i CPL dozvolu [12].

3.1.5. Dozvola prometnog pilota (ATPL)

Dozvola prometnog pilota zrakoplova je najviša dozvola u pilotskoj profesiji, a omogućava obavljanje dužnosti zapovjednika ili kopilota zrakoplova u komercijalnom zračnom prometu. Podnositelj zahtjeva za ovu dozvolu treba imati najmanje 21 godinu. Podnositelji zahtjeva za

ATPL dozvolu mora imati MPL dozvolu ili CPL dozvolu i ovlaštenje za instrumentalno letenje (IR) višemotornog zrakoplova [12].

Privilegije imatelja ATPL su, unutar odgovarajuće kategorije zrakoplova, da mogu[12]:

- a) koristiti sve privilegije imatelja LAPL, PPL i CPL;
- b) djelovati kao PIC zrakoplova koji obavlja komercijalni zračni prijevoz.

3.2. Potvrda kabinske posade (CCA)

Svi budući članovi kabinskog osoblja moraju završiti početni tečaj osposobljavanja (engl. *Initial Training*) kako bi se upoznali sa zrakoplovnim okruženjem i stekli osnovne vještine i znanje potrebno za obavljanje dužnosti i odgovornosti povezanih sa sigurnošću putnika i leta tijekom normalnih, izvanrednih i hitnih operacija [12].

Svaki član kabinskog osoblja Europske unije (EU) mora imati važeću potvrdu kabinske posade (CCA²³). Članak 67. Uredbe (EU) 2018/113921, predviđa uzajamno priznavanje tih potvrda unutar EU-a. Iz navedenog razloga, imatelj Potvrde može imati koristi od besplatnog radnog okruženja unutar EU-a bez potrebe za podnošenjem zahtjeva za novu potvrdu ili ponovnim podvrgavanjem početnoj obuci, kada započne posao kod novog operatora ili kada se preseli u drugu državu članicu EASA-e [14].

CCA potvrda se izdaje na neograničeno vrijeme i ostaje važeća osim ako [12]:

- a) nije suspendirano ili opozvano od strane nadležnog tijela,
- b) njegov imatelj nije koristio povezane privilegije Potvrde tijekom prethodnih 60 mjeseci na najmanje jednom tipu zrakoplova.

U slučaju suspenzije ili opoziva CCA potvrde od strane nadležnog tijela, imatelj potvrde mora [12]:

- a) biti pismeno obaviješten o ovoj odluci i o svom pravu na žalbu u skladu s nacionalnim pravom;

²³ CCA (engl. *Cabin Crew Attestation*) - Potvrda kabinske posade

- b) prestati koristiti privilegije koje mu daje CCA potvrda (ne može biti planiran kao član kabinskog osoblja na letu);
- c) obavijestiti, bez nepotrebnog odgađanja, operatora(e) koji koristi njegove usluge; i
- d) vratiti svoju CCA potvrdu u skladu s važećim postupkom koje je utvrdilo nadležno tijelo.

Imatelji valjane CCA potvrde smiju letjeti na određenom tipu zrakoplova samo ako su kvalificirani u skladu s primjenjivim zahtjevima iz EU Regulation No. 1178/2011. Da bi bio kvalificiran za određeni tip zrakoplova, imatelj potvrde [12]:

- 1) se mora pridržavati primjenjivih zahtjeva za osposobljavanje, provjeru i valjanost, koji, prema potrebi, pokrivaju zrakoplov kojim će se upravljati što uključuje:
 - a) specifičnu obuku za tip zrakoplova;
 - b) obuku o razlikama;
 - c) periodično osposobljavanje; i
- 2) mora imati obavljene letove na tom tipu zrakoplova u prethodnih šest mjeseci ili mora završiti odgovarajuću obuku za osvježanje znanja i provjeru prije ponovnog rada na tom tipu zrakoplova.

3.3. CRM trening

Upravljanje resursima posade (CRM²⁴) predstavlja učinkovito korištenje svih raspoloživih resursa posade u cilju obavljanja sigurnih i učinkovitih operacija, smanjenja grešaka, izbjegavanje stresa i povećanja učinkovitosti. Trening ne sadrži program koji se bavi razvojem tehničkih znanja i vještina potrebnih za letenje i upravljanje zrakoplovom, već jer program orijentiran na razvoj kognitivnih i međuljudskih vještina [15].

Svi članovi letačkog i kabinskog osoblja moraju pohađati CRM trening u različitim fazama svoje karijere, uključujući početni i periodični trening te nakon imenovanja u zapovjednika zrakoplova (piloti). Prije početka operativnog rada, članovi letačkog i kabinskog osoblja pristupaju

²⁴ CRM (engl. *Crew Resource Management*) - Upravljanje resursima posade

CRM treningu koji odgovara njegovoj/njezinoj ulozi, kako je navedeno i opisano u operativnom priručniku operatora [15].

3.4. Provjere stručnosti

Provjera stručnosti za pilote (engl. *Proficiency Check*) predstavlja demonstraciju vještine ponovnog potvrđivanja ili obnove ovlaštenja, uključujući usmeni ispit po potrebi. Prilikom provođenja provjere stručnosti i ocjenjivanja osposobljenosti, ispitivači provjeravaju ispunjava li kandidat sve propisane kvalifikacije koje su potrebne za izdavanje, produženje valjanosti ili obnavljanje dozvole za koju se polaže provjera stručnosti [16].

Tijekom provjere stručnosti za pilote, ispitivač će potvrditi da imatelj ovlaštenja za klasu ili tip zrakoplova održava odgovarajuću razinu teorijskog znanja. Od pilota će se zahtijevati da upravljaju zrakoplovom s mjesta na kojem se mogu obavljati funkcije PIC-a ili kopilota. Provjere se moraju izvršiti u skladu s popisom za provjeru za zrakoplov na kojem se obavlja ispit. Ispitivač ne smije sudjelovati u upravljanju zrakoplovom osim kada je intervencija nužna u interesu sigurnosti ili izbjegavanja neprihvatljivog kašnjenja za drugi promet [12].

Osim provjere stručnosti, piloti se podvrgavaju i linijskoj provjeri koja se provodi svakih 12 mjeseci. Svaki član letačke posade mora obaviti linijsku provjeru na zrakoplovu kako bi dokazao osposobljenost za izvođenje uobičajenih linijskih operacija opisanih u operativnom priručniku operatora. Razdoblje valjanosti linijske provjere je 12 kalendarskih mjeseci [1].

Periodične provjere prisutne su i kod članova kabinskog osoblja. Provjere se obavljaju u određenim vremenskim razmacima i provode ih odgovarajuće kvalificirani članovi kabinskog osoblja (instruktori) koji dokazuju je li član kabinskog osoblja postigao i/ili održao potrebnu razinu stručnosti [1].

Nakon završetka svake provjere, ispitivač će u slučaju uspješnosti provjere za produženje ili obnovu dozvole, potvrditi kandidatovu dozvolu ili potvrdu s novim datumom isteka ovlaštenja ili potvrde. Od Službe za planiranje posada i školskog centra operatora kod kojeg je član posade zaposlen i radi, očekuje se da prati datume isteka ovlaštenja i po potrebi unaprijed planira i zakazuje nove provjere [16].

3.5. Jezične sposobnosti

Prema [13], propisano je da svi piloti u komercijalnom zračnom prometu moraju posjedovati potvrdu o jezičnoj sposobnosti koja sadržava razinu znanja jezika i datum valjanosti. Potvrda se mora izdati u skladu s postupkom koje utvrđuje nadležno tijelo. Najmanja prihvatljiva razina poznavanja jezika je operativna razina odnosno razina četiri [13].

Podnositelj zahtjeva za potvrdu o poznavanju jezika mora dokazati barem operativnu razinu znanja jezika u korištenju frazeologije i jednostavnog jezika ocjenjivaču kojeg je imenovalo nadležno tijelo. Osim za pilote koji su pokazali poznavanje jezika na stručnoj razini (razina šest), potvrda o poznavanju jezika mora se ponovno ocjenjivati svakih [13]:

- a) četiri godine za imatelje razine četiri; ili
- b) šest godina za imatelje razine pet.

Ne postoji EU (ili ICAO) zahtjev da članovi kabinskog osoblja moraju posjedovati potvrdu o jezičnoj sposobnosti. Opća je praksa da članovi kabinskog osoblja govore barem engleski jezik kako bi se olakšala komunikacija s putnicima. Operator određuje koje jezike članovi kabinskog osoblja moraju znati govoriti i na kojoj razini.

3.6. Zdravstvene sposobnosti

Piloti koji posjeduju CPL, MPL i ATPL dozvolu, odnosno svi piloti u komercijalnom zračnom prometu moraju imati važeću liječničku svjedodžbu klase jedan. Liječnička svjedodžba klase jedan uključuje ujedno sve privilegije i valjanosti liječničke svjedodžbe klase dva. Liječnička svjedodžba izdaje se, produljuje ili obnavlja tek nakon što su obavljene svi potrebni zrakoplovno-medicinski pregledi i procjene te nakon što je podnositelj zahtjeva ocijenjen sposobnim [17].

Valjanost svjedodžbe o zdravstvenoj sposobnosti klase jedan vrijedi 12 mjeseci. Iznimno, razdoblje valjanosti liječničkih svjedodžbi klase jedan iznosi šest mjeseci za imatelje dozvole koji su navršili 60 godina ili koji imaju 40 godina, a uključeni su u operacije komercijalnog zračnog prijevoza putnika s jednim pilotom [17].

Za članove kabinskog osoblja, prije izdavanja CCA potvrde i prije samog početka planiranja na letove, neminovno je da se isti podvrgnu zrakoplovno-medicinskim procjenama kako bi se potvrdilo da nemaju nikakve fizičke ili psihičke bolesti koje bi mogle dovesti do nesposobnosti ili nemogućnosti obavljanja dodijeljenih im sigurnosnih dužnosti i odgovornosti. Svaki član kabinskog osoblja proći će zrakoplovno-medicinsku procjenu prije nego što mu se prvi put dodijele dužnosti u zrakoplovu, a nakon toga u intervalima od najviše 60 mjeseci [12].

Članovi kabinskog osoblja ne smiju imati [12]:

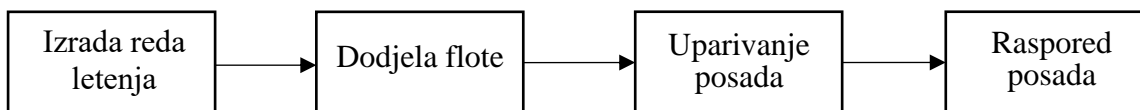
- a) abnormalnosti, urođene ili stečene;
- b) aktivne, latentne, akutne ili kronične bolesti ili invaliditet;
- c) rane, ozljede ili posljedice operacija; i
- d) negativan učinak ili nuspojavu bilo kojeg propisanog ili nepropisanog terapijskog, dijagnostičkog ili preventivnog lijeka koji bi doveo do određenog stupnja funkcionalne nesposobnosti koja bi mogla dovesti do onesposobljenosti ili nemogućnosti ispunjavanja sigurnosnih dužnosti i odgovornosti.

4. Proces planiranja posada

Proces planiranja posada je vrlo kompleksan zadatak te se obično dijeli u nekoliko faza planiranja. Brojna su ograničenja koja uvjetuju proces izrade rasporeda rada posada, od zakonskih ograničenja i kolektivnih ugovora pa sve do pojedinačnih preferencija svakog člana posade. Kvalitetna priprema i dobra kombinatorna analiza uvjetovat će uspješnost izrade održivog rasporeda rada posada.

4.1. Specifičnosti procesa planiranja posada

Na slici 1 prikazan je logičan redoslijed faza planiranja resursa, gdje rješenje iz jedne faze definira početak sljedeće faze. Proces planiranja posada prikazan je kao dio cjelokupnog procesa planiranja resursa operatora. U praksi, prve dvije faze rade zasebni odjeli operatora, dok posljednje dvije faze obavlja isti odjel odnosno Služba za planiranje posada. Svi odjeli rade istovremeno na svom dijelu problema planiranja resursa te međusobno komuniciraju kako bi prilagodili svoje planove i kako bi međusobno usuglasili promjene [18].

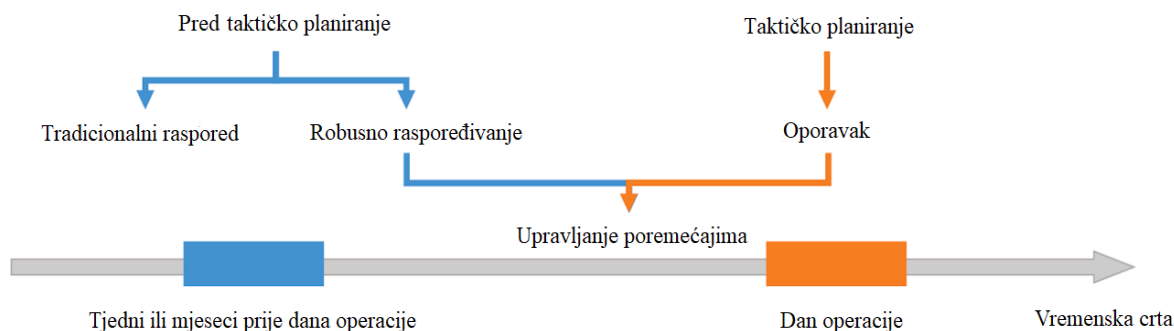


Slika 1. Proces planiranja posada kao dio planiranja ukupnih operativnih resursa, [18]

Nakon što je red letenja izrađen i zrakoplovi su raspoređeni kako bi pokrili sve dionice leta u njemu, uz pomoć optimizacijskih tehnika pristupa se izradi rasporeda rada posada. Proces planiranja posada moguće je klasificirati u dvije faze planiranja, a to su: faza pred taktičkog planiranja (provodi se tjednima ili čak mjesecima prije dana operacije) i faza taktičkog planiranja (provodi se na dan operacije nakon pojave poremećaja). Proces pred taktičkog planiranja posada temelji se na rješavanju problema uparivanja posada i rješavanju problema izrade *rostera* odnosno raspoređivanja posada na letove. *Roster* je raspored rada koji se generira za svakog pojedinog člana posade, uzimajući u obzir njegove ili njezine potrebe (kao što je obuka itd.) i preferencije (kao što su traženi blagdani ili slobodni dani, ili željena odredišta i sl.). Prvi nacrt *rostera* za određeno

plansko razdoblje može se ažurirati i do nekoliko puta sve dok se ne utvrdi i objavi konačni *roster* [19].

Fokus pred taktičke faze planiranja je generiranje rasporeda rada uz minimiziranje troškova, dok je fokus taktičke faze planiranja održavanje pokrivenog rasporeda rada bez uzimanja troškova rasporeda kao primarnog kriterija. Zbog vrlo nestabilnog operativnog okruženja, operatori prelaze s tradicionalnog rasporeda sa minimiziranim troškovima na robusni raspored rada s ciljem poboljšanja robusnosti rješenja i zaštiti od potencijalnih poremećaja na dan operacije. Tijekom taktičke faze planiranja, oporavak se koristi za vraćanje poremećenih operacija u održivo stanje kako bi se ublažili negativni učinci raznih poremećaja koji su se dogodili. Na slici 2 prikazana je prethodno opisana klasifikacija procesa planiranja posada [19].



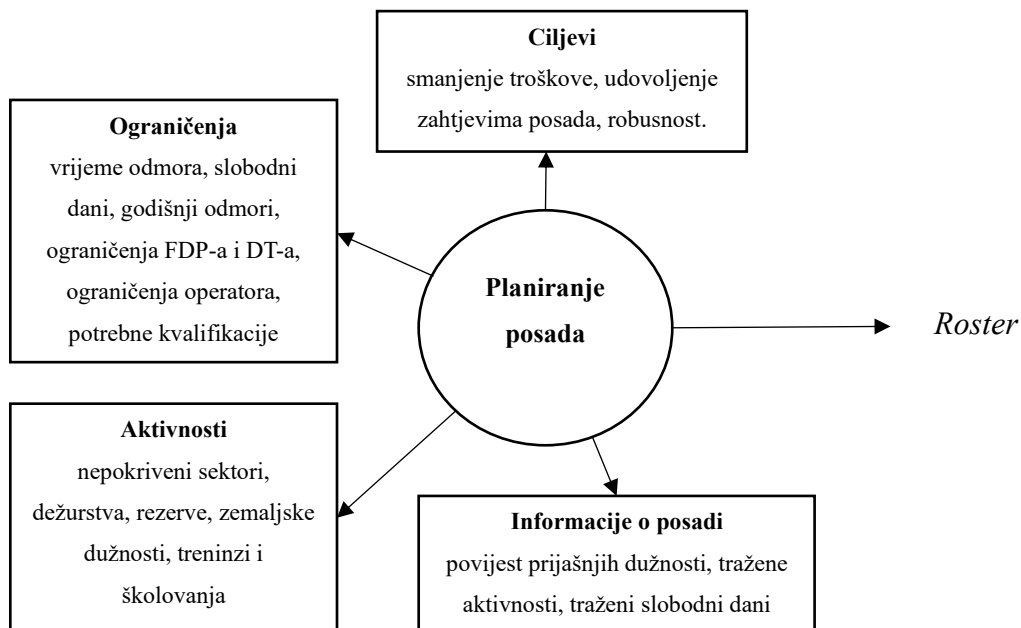
Slika 2. Klasifikacija procesa planiranja posada, [19]

Kada se problem pred taktičkog planiranja uspoređuje s taktičkim problemom planiranja, uočavaju se određene razlike, kao npr. [20]:

- **Struktura:** tijekom pred taktičke faze planiranja rasporeda, skup svih raspoloživih članova posada, svih informacija i svih ograničenja za promatrani mjesec se usklađuju, dok se tijekom taktičke faze planiranja problem rješava na lokalnoj razini, prvenstveno uzimajući u obzir dijelove rasporeda koji su trenutno zahvaćeni poremećajem.
- **Raspoloživo vrijeme za djelovanje:** budući da se problem izrade rasporeda u pred taktičkoj fazi rješava samo jednom u promatranom mjesecu, količina vremena dostupnog za izradu rješenja ne predstavlja ograničavajući faktor u ovoj fazi; naprotiv, tijekom taktičke faze planiranja, kada se pojave poremećaji u planiranom rasporedu, potrebno je provesti brze odluke i rješavati problem u stvarnom vremenu.

- **Ciljevi:** dok su u fazi pred taktičkog planiranja ciljevi definirani u smislu minimiziranja troškova i učinkovitog iskorištenja posada, tijekom taktičke faze planiranja, dodatni cilj je minimiziranje smetnji za članova posade u smislu broja preraspoređenih dužnosti unutar promatranog mjeseca.

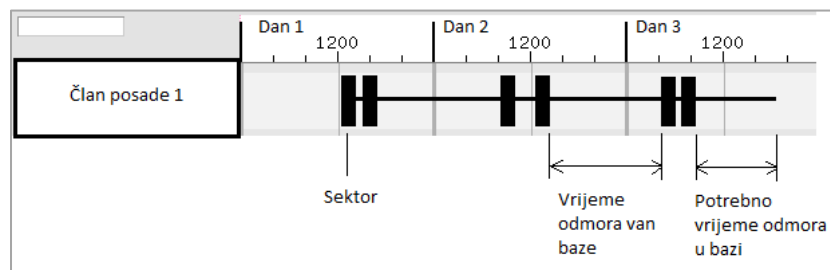
Na slici 3 grafički su prikazani ulazni podaci za izradu *rostera*. Ulazni podaci za izradu *rostera* općenito se sastoje od propisanih ograničenja, informacija o posadi, aktivnosti koje treba dodijeliti te ciljeva koje treba ostvariti. Unutar skupine aktivnosti nalaze se dužnosti koje je potrebno dodijeliti, poput nepokrivenih sektora, dežurstva (kod kuće ili u zračnoj luci), rezervi (članovi posade kojima se mogu dodijeliti letovi u taktičkoj fazi planiranja), zemaljskih dužnosti (npr. medicinski pregledi, službeni sastanci i sl.), treninga i školovanja (npr. obuka na simulatoru i tečajevi). Skupina ograničenja je najrestriktivnija skupina podataka jer je čine pravila i propisi koji se moraju uvažavati bez iznimke. Informacije o posadi čine jednako bitnu skupinu ulaznih podataka koje je potrebno zadovoljiti jer ispunjenje osobnih preferencija i zahtjeva znatno utječu na zadovoljstvo i angažiranost članova posade.



Slika 3. Ulazni podaci za izradu *rostera*, [21]

4.2. Problem uparivanja posada

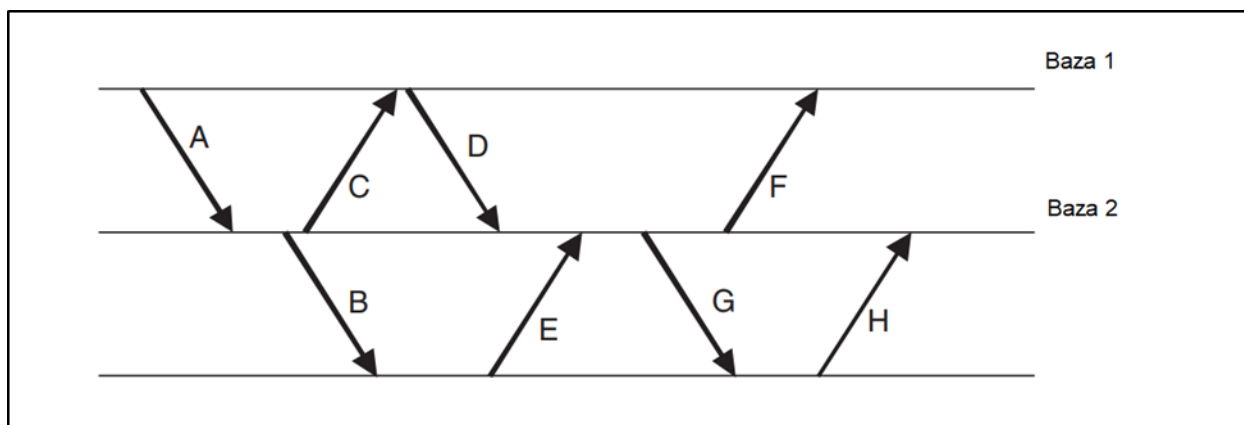
Rješavanju problema uparivanja i raspoređivanja posada se pristupa sekvencijalno. Rotacija (*pairing*) predstavlja niz sektora za neodređenog člana posade koji počinje i završava u istoj bazi. Član posade će obično biti operativni član posade na tim sektorima, ali *pairing* može sadržavati i DHC sektore za tog člana posade. Sektori su prirodno grupirani u tzv. „radne dane“ koji su odvojeni noćenjima van baze [18]. Na slici 4, u *rosteru* je prikazan izgled jednog *pairinga* koji uključuje dva noćenja van baze i po dva operativna sektora za svaki dan.



Slika 4. Izgled *pairinga* u *rosteru*

Unutar dužnosti, minimalni *connection time* je minimalno vrijeme potrebno posadi da nastavi ili prijeđe sa dolaznog na odlazni sektor. Ako su istoj posadi dva uzastopna sektora planirana na različitim tipovima zrakoplova, *connection time* veći je od onog slučaja u kojem član posade nastavlja idući sektor na istom zrakoplovu. Veći *connection time* u ovom slučaju rezultira time da se član posade mora odjaviti sa svog trenutnog sektora, koristiti zemaljski prijevoz ili hodati do izlaza na kojem je parkiran zrakoplov za idući sektor te ponovo napraviti *briefing* za taj zrakoplov. Osim vremena transfera posade između zrakoplova, na minimalni *connection time* utječu čimbenici kao što su veličina zrakoplova, pri čemu veći zrakoplov zahtijeva više vremena za iskrcavanje putnika (posada posljednja napušta zrakoplov) i konfiguracija zračne luke koja određuje očekivano vrijeme zemaljskog prijevoza do drugog zrakoplova [22].

Problem uparivanja posada može se razmotriti koristeći mrežu letova prikazanu na slici 5.



Slika 5. Problem uparivanja posada

U promatranom slučaju sa slike 5, postoje dvije baze posade, označene kao Baza 1 i Baza 2 te osam sektora. Svaki od sektora mora biti sadržan točno jednom u *pairingu*. Pretpostavljeno je da su ovoj mreži pridružena četiri moguća *pairinga*: dva iz Baze 1 i dva iz Baze 2. Nadalje, pretpostavlja se da su troškovi *pairinga* sljedeći: A–C–D–F s cijenom od 1000 USD, A–B–E–F s cijenom od 2000 USD, C–D–G–H s cijenom od 4000 USD, B–E s cijenom od 3500 USD, G–H s cijenom 3500 dolara i B–E–G–H s cijenom od 6000 dolara. Uzimajući u obzir zadane uvjete i *pairinge*, skup izvedivih rješenja i njihovih troškova je [22]:

- a) A–C–D–F, B–E–G–H s cijenom od 7000 USD;
- b) A–B–E–F, C–D–G–H po cijeni od 6000 USD; i
- c) A–C–D–F, B–E, G–H s cijenom od 8000 USD.

Za promatrani primjer, optimalno rješenje po kriteriju minimalnog troška je rješenje b). U praksi, problemi ovog tipa su znatno kompleksniji jer mreže sa nekoliko stotina sektora imaju milijarde mogućih rješenja koja nije moguće sve praktično odrediti. Kao posljedica toga, problem uparivanja posada obično se rješava kombinacijom dekompozicije, optimizacije i heurističkih metoda [22].

4.2.1. Uparivanje letačkog osoblja

Članovi letačkog osoblja pojedinačno su kvalificirani za upravljanje jednim tipom zrakoplova ili jednom obitelji zrakoplova (npr. A320 obitelj). Shodno tome, problem uparivanja letačkog osoblja razlaže se prema tipovima zrakoplova, tako da se razmjernost problema može smanjiti. Iako je

letačko osoblje razvrstano u različite klase (kao što su npr. kapetan i kopilot) u skladu sa svojim kompetencijama, oni su modelirani kao timovi (timsko modeliranje) zbog činjenice da je za svaki let potrebno planirati (barem) jedan tim [19].

Opći oblik matematičkog modela za problem uparivanja letačkog osoblja odnosno za modeliranje tima prikazan je u jednadžbi (1) [19]. Varijabla binarne odluke X_p predstavlja hoće li se odabrati *pairing* p iz cijelog skupa *pairinga* (označeno s P), dok je svaki od *pairinga* modeliran za letački tim. Trošak *pairinga* p je označen kao C_p . Cilj funkcije (1) je minimizirati ukupne operativne troškove za sve odabrane *pairinge*, dok vrijedi ograničenje iz jednadžbe (2). Prema jednadžbi (2), potrebno je osigurati da svaki let ($\forall f \in F$) bude pokriven (barem) jednom (tj. svaki let pokriva barem jedan letački tim). Prema tome, jednadžbu (2) je moguće nazvati kao ograničenje pokrivenosti leta. Koeficijent pokrivenosti leta a_{pf} jednak je jedan ako *pairing* p pokriva let f , u suprotnom a_{pf} iznosi nula [19]:

$$\text{Min} \sum_{p \in P} C_p X_p \quad (1)$$

$$\text{s. t.} \sum_{p \in P} a_{pf} x_p \geq (=) 1, \forall f \in F \quad (2)$$

$$x_p = 0 \text{ ili } 1, \forall p \in P \quad (3)$$

4.2.2. Uparivanje kabinskog osoblja

Članovi kabinskog osoblja obično su kvalificirani za rad na nekoliko različitih tipova zrakoplova. Slično kao i kod letačkog osoblja, članovi kabinskog osoblja također su kategorizirani u različite skupine kao što je opisano u Poglavlju 2. Za razliku od letačkog osoblja, zbog unakrsne kvalifikacije, problem uparivanja za kabinsko osoblje ne može se raščlaniti po tipovima zrakoplova s ciljem smanjenja razmjera problema. Osim toga, potreban broj članova kabinskog osoblja na različitim tipovima zrakoplova je različit. Uz minimalan broj članova kabinskog osoblja koji je propisan za određeni tip zrakoplova, operatori obično pružaju visoku razinu usluge

dodjeljivanjem više članova kabinskog osoblja na letu. U svakom od slučajeva, cilj je ispuniti potrebe za heterogenom radnom snagom odnosno osigurati dovoljan broj članova kabinskog osoblja iz svake od klasa (*perseri*, *domaćice* i sl.) za svaki let. Ako se upotrijebi $r \in R$ za predstavljanje klase kabinskog osoblja i primijeni b_f^r za označavanje broja članova kabinskog osoblja klase r potrebnih za let f , tada se ograničenje pokrivenosti leta za problem uparivanja kabinskog osoblja može formulirati kao jednadžba (4) [19]. Indeks r za *pairing* p_r se koristi za predstavljanje *pairinga* za kabinsko osoblje klase r i vrijedi [19]:

$$\sum_{p_r \in P_r} a_{p_r, f} x_{p_r} \geq b_f^r, \forall f \in F, \forall r \in R \quad (4)$$

4.3. Problem raspoređivanja posada

Problem raspoređivanja posada odnosi se na raspoređivanje izrađenih *pairinga* imenovanim pojedincima. Cilj je rasporediti sve *pairinge* uz poštivanje svih propisa, ograničenja i osobnih preferencija članova posade. Letačko osoblje je obično kvalificirano za letenje na jednom određenom tipu zrakoplova ili jednoj familiji zrakoplova, dok kabinsko osoblje često ima potrebne kvalifikacije za više tipova zrakoplova. Prilikom raspoređivanja posada, potrebno je voditi brigu o tome da li je određeni član posade kvalificiran za letenje na sektorima koje sadrži određeni *pairing*. Osim toga, problem raspoređivanja kabinskog osoblja je veći nego problem raspoređivanja letačkog osoblja u smislu da je potrebno planirati mnogo više kabinskog nego letačkog osoblja na letu [18].

Ako se posadi isplaćuje fiksna plaća (što je obično slučaj u Europi), nastoji se maksimizirati njihova iskorištenost kako bi se umanjio broj članova posade. Ukupni troškovi posada ovisiti će u velikoj mjeri o kvaliteti rješenja problema uparivanja kao i raspoređivanja posada. Budući da nije moguće nadoknaditi troškove lošeg uparivanja u problemu raspoređivanja posada, razumno je očekivati da će posljedično ušteda u troškovima uparivanja dovesti do uštede u troškovima raspoređivanja [18].

4.4. Troškovi eksploatacije posade

S obzirom da na to da je posada jedan od najskupljih resursa za operatora, potrebno je troškove njihove eksploatacije optimizirati i svesti na minimum. Sljedeći se algoritam rabi za izračun troškova posade povezano s radnim dužnostima [23]:

$$b_d = \max \{f_d \cdot PVD, UVL, \text{garancija}\}, \quad (5)$$

pri čemu su:

b_d - troškovi obavljanja dužnosti u d minutama,

f_d - konstanta između nula i jedan za racionalizaciju obavljanja dužnosti u minutama d ,

PVD - proteklo vrijeme dužnosti,

UVL - ukupno vrijeme letenja,

Garancija - minimalna propisana obveza po dužnosti u minutama.

Slično tome, troškovi posade obavljene rotacije p mogu se odrediti formulom [23]:

$$C_p = \max \{f_p \cdot TAFB, n \cdot \text{garancija}, \sum_{d \in p} b_d\} + \sum_{\substack{d \in p, d \in p \\ \hat{d} \rightarrow \bar{d}}} e(\hat{d}, \bar{d}), \quad (6)$$

pri čemu su:

C_p - troškovi rotacije p po minuti,

f_p - konstanta između nula i jedan za racionalizaciju obavljanja dužnosti u minutama d ,

$TAFB$ - ukupno provedeno vrijeme na rotaciji (engl. *Time Away From Base*),

n - broj razdoblja dužnosti na rotaciji p ,

d, \hat{d}, \bar{d} - pojedinačna razdoblja dužnosti u rotaciji p ; izraz $\hat{d} \rightarrow \bar{d}$ označava da se razdoblje dužnosti \bar{d} nastavlja na razdoblje dužnosti \hat{d} ,

$e(\hat{d}, \bar{d})$ - dodatni troškovi za prekid putovanja između \hat{d} i \bar{d} , na primjer, dnevnice i troškovi smještaja.

4.5. Modeli za planiranje posada

U procesu planiranja posada, operatori se služe različitim modelima za planiranje. Odabir određenog modela ovisi od vrste problema planiranja i od potreba operatora. U nastavku su razmotrena tri temeljna modela za planiranje posada.

4.5.1. Heuristički modul

Većina postojećih metoda planiranja posada primjenjuje sekvencijalni heuristički model u kojem se opći problemi rastavljaju na nekoliko manjih problema koji imaju mnogo manje alternativa i na taj način se mogu optimalno rješavati. Svaka takva metoda planiranja ima svoje nedostatke. Na primjer, *rosteri* izrađeni metodom „zaposlenik po zaposlenik“ često nisu jednake kvalitete za svakog člana posade. Metoda „dan za danom“ ne može uzeti u obzir probleme koji se mogu pojaviti prilikom planiranja za kasnije dane. Problem su određena razdoblja u mjesecu za koje se zna da sadrže podrazdoblja visoke aktivnosti (vikendi, blagdani i sl.). Utvrđeno je da metoda koja kombinira ove dvije metode, ublažava, ali ne uklanja u potpunosti nedostatke svake pojedinačne metode. [18].

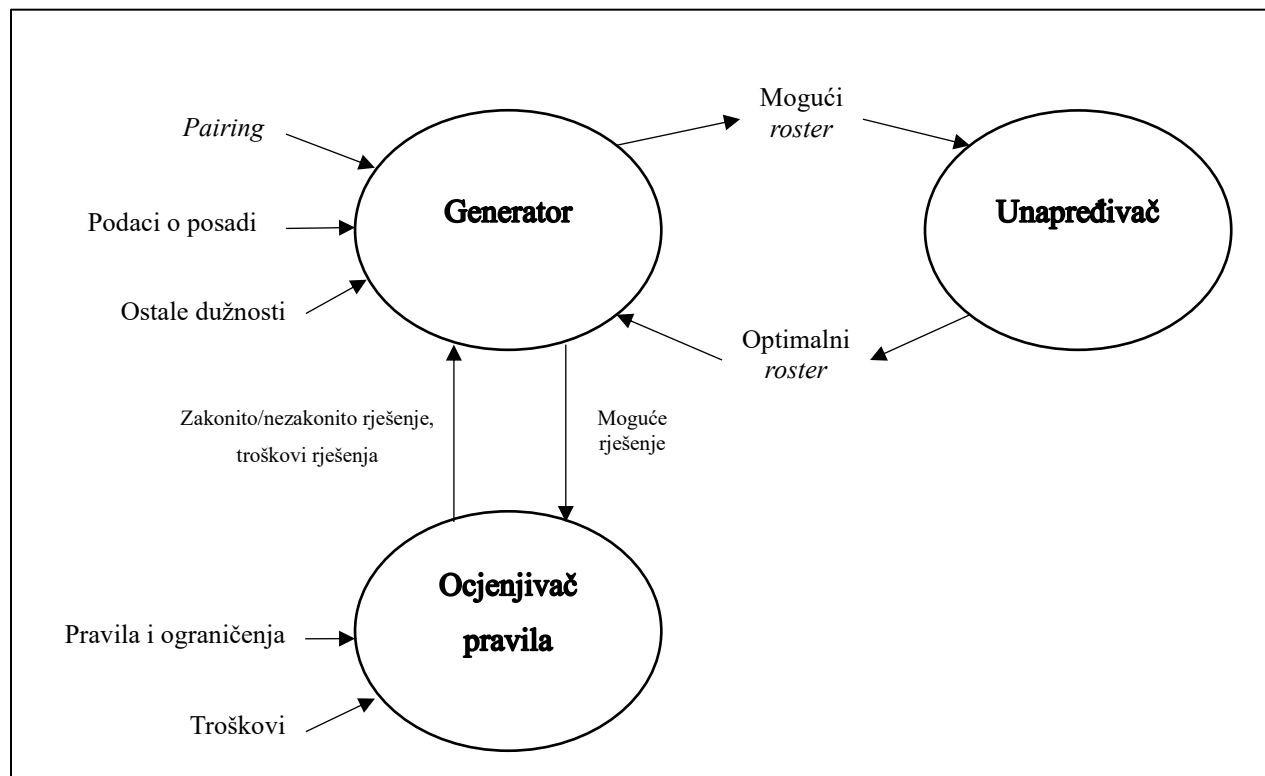
Metode planiranja zasnovane na heurističkom modelu mogu se objasniti na tzv. *problemu punjenja spremnika*. Riječ je problemu grupiranja gdje je potrebno artikle različitih veličina pohraniti unutar spremnika fiksnog kapaciteta pri čemu je cilj maksimizirati broj korištenih spremnika. U primjeru planiranja posada, spremnici predstavljaju članove posade, a njihovi kapaciteti su zapravo dodijeljene radne aktivnosti. Budući da broj aktivnosti koje treba dodijeliti može biti vrlo veliki, glavni je problem izbjeći nepokrivene *pairinge* na kraju procesa. Problemu se pristupa raspodjelom aktivnosti po spremnicima (članovi posade), jedan po jedan, a potom se koristi odabrani matematički model kako bi se dodijelila najveća količina aktivnosti za svaki spremnik [24].

Problemi koji se najčešće javljaju kod heurističkih modela su neuravnotežena distribucija na kraju procesa planiranja. Članovi posade odabrani na početku procesa planiranja dobivaju

maksimalno moguće radno vrijeme, dok posljednji dobivaju manje posla ili mogu čak ostati bez dodijeljenih aktivnosti [24].

4.5.2. Carmen sustav

Carmen sustav razvijen od strane Jeppesen Company sadrži kompletan set alata za uređivanje *pairinga* i pravila, kao i potpuno automatsko generiranje kompletnih optimiziranih *rostera*. Sustav može upravljati konstrukcijom *pairinga* i generiranjem *rostera*. Uz sve navedeno, *Carmen* sustav može prepoznati i upravljati ograničenjima kao što različite baze za članove posade, različiti ugovori s posadom, različite vrste obuke, nedovoljne kvalifikacije i dr. Jedinstvena značajka *Carmen* sustava je da obično komplicirana pravila za izradu *pairinga* nisu ugrađena ni u jedan dio sustava, već ih operator unosi kao i sve druge ulazne podatke. Tri glavne komponente *Carmen* sustava su: ocjenjivač pravila, generator i unapređivač. Slika 6 daje pregled glavnih elemenata *Carmen* sustava [18].



Slika 6. Elementi *Carmen* sustava; [21]

Jezgra *Carmen* sustava je generator koji koristi ocjenjivač pravila kako bi osigurao zakonitost generiranih *rostera*. Svrha generatora je generirati veliki broj mogućih *rostera* za svakog pojedinog člana posade. Uz pomoć ocjenjivača pravila, generator provodi dodatnu procjenu zakonitosti s ciljem smanjenja obima pretraživanja čim *roster* postane nezakonit. Cilj je izbjegnuti generiranje prevelikog broja *rostera* koja su nezakoniti zbog izbora učinjenog u ranoj fazi pretrage. Nedostatak ovakvog načina ispitivanja zakonitosti može biti stvaranje nezakonitog podlanca. To se događa ako, na primjer, aktivnosti a, b i c čine zakonit *roster*, ali aktivnosti a i b (bez c) čine *roster* nezakonitim. U ovom slučaju, ispitivanjem zakonitosti, generator će smanjiti pretragu nakon što su a i b dodijeljeni, tako da *roster* koji se sastoji od a, b i c nikada neće biti generiran. Kako bi prevladao problem nezakonitog podlanca, programer pravila za određeno sučelje koje koristi *Carmen* sustav, može odrediti da se pravilo treba primjenjivati tek nakon što je *roster* dovršen [21].

Jednom kada generator započne proces generiranja rješenja, član posade ima prazan skup potrebnih aktivnosti, tj. aktivnosti koje se moraju dodijeliti. Ove aktivnosti se mogu trajno ili privremeno „zaključati“ za određenog člana posade. Skup mogućih aktivnosti sastoji se od svih onih aktivnosti koje trenutno nisu zaključane za nekog od članova posade. Za određenog člana posade, skup mogućih aktivnosti može se dalje reducirati na one koje se ne mogu vezati na već dodijeljene aktivnosti za tog člana posade. Primjer su dodijeljene aktivnosti koje se vremenski preklapaju s onima u mogućem skupu aktivnosti [21].

Unapređivač odabire jedan *roster* po članu posade, osiguravajući da su sva uparivanja i druge aktivnosti dodijeljene i da se poštuju sva zadana ograničenja u pogledu trajanja FDP-a²⁵, DT-a²⁶, vremena odmora, slobodnih dana, vremenskih zona i drugih sličnih aspekata. Osnovna strategija unapređivača je manipulirati funkcijom troška (a time i smanjenim troškovima) korištenjem zadanih ograničenja, sve dok se ne odredi optimalno rješenje. Budući da generator u svom radu generira velik broj mogućih *rostera*, problemi unaprjeđivanja time postaju veći. Primjenom standardnih tehnika za obradu većeg broja generiranih *rostera*, unaprjeđivač lako postaje usko grlo u takvom sustavu. U nekim sustavima to se rješava ograničavanjem broja generiranih *rostera* i korištenjem kompliciranijih vrsta generatora. [18]

²⁵ FDP (engl. *Flight Duty Period*) - Vrijeme letačke dužnosti

²⁶ DT (engl. *Duty Time*) - Vrijeme dužnosti

4.5.3. Modul grananja i vezanja

Model grananja i vezanja uključuje ugrađeni algoritam za generiranje stupaca odnosno za pronalaženje skupa mogućih rasporeda (stupaca) koji pokrivaju sve rotacije (redove) uz minimalne troškove. Model grananja i vezanja se može matematički formulirati na sljedeći način [18]:

$$\text{Min} \sum_{k=1}^m \sum_{j \in \Omega_k} c_j x_j + \sum_{i=1}^n (d_i y_i + f_i \omega_i), \quad (7)$$

pri čemu vrijedi:

$$\sum_{k=1}^m \sum_{j \in \Omega_k} a_{ij} x_j + y_i - \omega_i = b_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\sum_{j \in \Omega_k} x_j + s_k = 1 \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

$$x_j \geq 0 \quad j \in \Omega_k, k = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

$$s_k \geq 0 \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

$$y_i, \omega_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

$$x_j s_k \in \{0, 1\} \quad j \in \Omega_k, k = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

Indeks j odgovara mogućem rasporedu rada; Ω_k odgovara skupu mogućih rasporeda članova posade. Članovi posade su označeni brojevima od jedan do m . Ako je raspored $j \in \Omega$ izvediv i ako je raspored $j \in \Omega$ odabran za zaposlenika k , binarna varijabla x_j poprima vrijednost jedan, u suprotnom je nula. Konstanta c_j predstavlja trošak rasporeda $j \in \Omega$. Konstanta a_{ij} ima vrijednost jedan ako raspored $j \in \Omega$ pokriva rotaciju, u suprotnom je nula. Konstanta b_i predstavlja broj potrebnih članova posade za pokrivanje rotacije i . U cilju izbjegavanja slučajeva u kojima su rotacije pokrivena manje od b_i puta ($y_i > 1$), postavljene su kazne ($d_i > 0$). Kazne ($f_i > 0$) su postavljene i za slučajeve u kojima su rotacije pokrivena više od b_i puta ($\omega_i > 1$). U konačnici, cilj je da svaki član posade bude raspoređen na jedan od mogućih rasporeda rada. Varijabla s_k ima vrijednost jedan ako je članu posade k dodijeljen praznom rasporedu, tj. ovaj član posade ostaje neraspoređen [18].

4.6. Programski alati za planiranje posada

U prošlosti je proces uparivanja i raspoređivanja bio vrlo složen i dugotrajan proces kojeg su ručno na papiru izvodili planeri u timovima od nekoliko ljudi. Budući da u današnje vrijeme operatori imaju znatno složeniji red letenja nego ranije, danas je takav način planiranja posada gotovo nezamisliv bez naprednih programskih alata. Danas se u upotrebi se mogu naći različiti programski alati za planiranje posada. U nastavku će biti razmotrena tri programska alata za planiranja posada, a to su: Sabre AirCentre Crew Manager, Merlot Aero i NetLine/Crew

4.6.1. Sabre AirCentre Crew Manager

Korporacija Sabre je još početkom 2000-ih među prvima razvila sustav za planiranje posada koji je mogao riješiti složenije probleme uparivanja posada na dugo-linijskim letovima. Danas platforma Sabre AirCentre Crew Manager opslužuje više od 100 operatora diljem svijeta. Koristi visoko skalabilni sustav i lako se integrira s drugim Sabre ili softverskim rješenjima trećih strana putem API²⁷-ja [25].

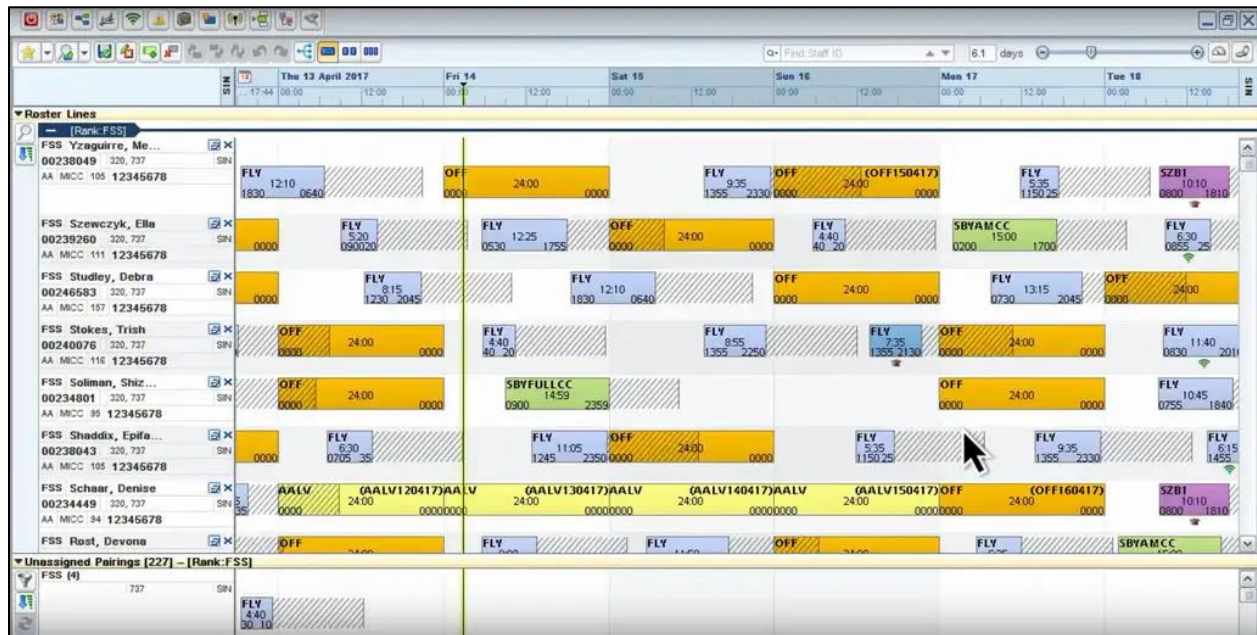
Sustav sadrži sljedeće komponente [25]:

- **Unificirani radni prostor za uparivanje posade:** Omogućuje planerima da kreiraju *pairinge* i dodjele ih u *roster* na istom zaslonu. Osim toga, mogu se stvoriti i predlošci za ponovljive rasporede u budućnosti.
- **Administrator posada:** Omogućuje obavljanje većeg broja administrativnih zadataka poput: upravljanja treninzima i obukom, upravljanje rizikom od umora, praćenje zakonitosti, prikupljanje i primjenjivanje preferencija posade.
- **Dodatni *Recovery Manager Crew* sustav:** Osmišljen je kako bi pomogao planerima da ponovno izgrade i ponovno optimiziraju oštećene rasporede posade. Uz pomoć ugrađenih algoritama, tehnologija procjenjuje brojne moguće kombinacije i određuje najbolje rješenje ako se član posade razboli, izgubi dokumente ili se dogodi neki drugi poremećaj.

²⁷ API (engl. *Application programming interface*) - Aplikacijsko programsko sučelje

- **Aplikacija Crew Mobile:** Omogućuje članovima posade da primaju obavijesti o promjenama rasporeda, pregledaju svoje rasporede, planiraju slobodne dane, prate svoje dokumente i razgovaraju s drugim članovima posade.

Na slici 7 prikazan je izgled radnog prostora za uparivanje i raspoređivanje posada u sklopu programskog alata Sabre AirCentre Crew Manager.



Slika 7. Izgled sučelja za uparivanje i raspoređivanje posada u sklopu programskog alata Sabre AirCentre Crew Manager, [25]

4.6.2. Merlot Aero

Tvrtka Merlot Aero razvila je istoimeni programski alat za planiranje posada koji se sastoji od sljedećih komponenti [25]:

- **Komponenta rasporeda zrakoplova:** Povezuje red letenja i *pairinge* uzimajući u obzir potrebe operatora i zakonska ograničenja.
- **Komponente Crew Plan i Training Plan:** Osiguravaju valjanost svih kvalifikacija i medicinskih provjera, licenci.
- **Komponente Crew Build i Crew Roster:** Omogućuju planerima da razviju učinkovita rješenja dajući najbolju moguću ravnotežu između poslovnih aktivnosti i kvalitete života posade.

- **Planiranje radne snage i funkcija preferencijalnih ponuda:** Dolaze kao dodatna komponenta koja se lako integriraju s osnovnim sustavom.
- **Praćenje posade:** Dodatna komponenta koja upravlja smetnjama u rasporedu koje proizlaze iz bolesti, nepojavljivanja ili drugih problema povezanih s posadom.

Za članove posade, Merlot Aero nudi aplikaciju *CrewMobile* za pregled rasporeda, provjeru datuma isteka dokumenata i primanje obavijesti od operatora na svojim pametnim telefonima. Uz sve navedeno, Merlot Aero integrira svoja rješenja s modernim platformama koje pružaju usluge putovanja - kao što su Uber, Skyscanner i Airbnb [25]. Na slici 8 prikazan je izgled sučelja programskog alata Merlot Aero.

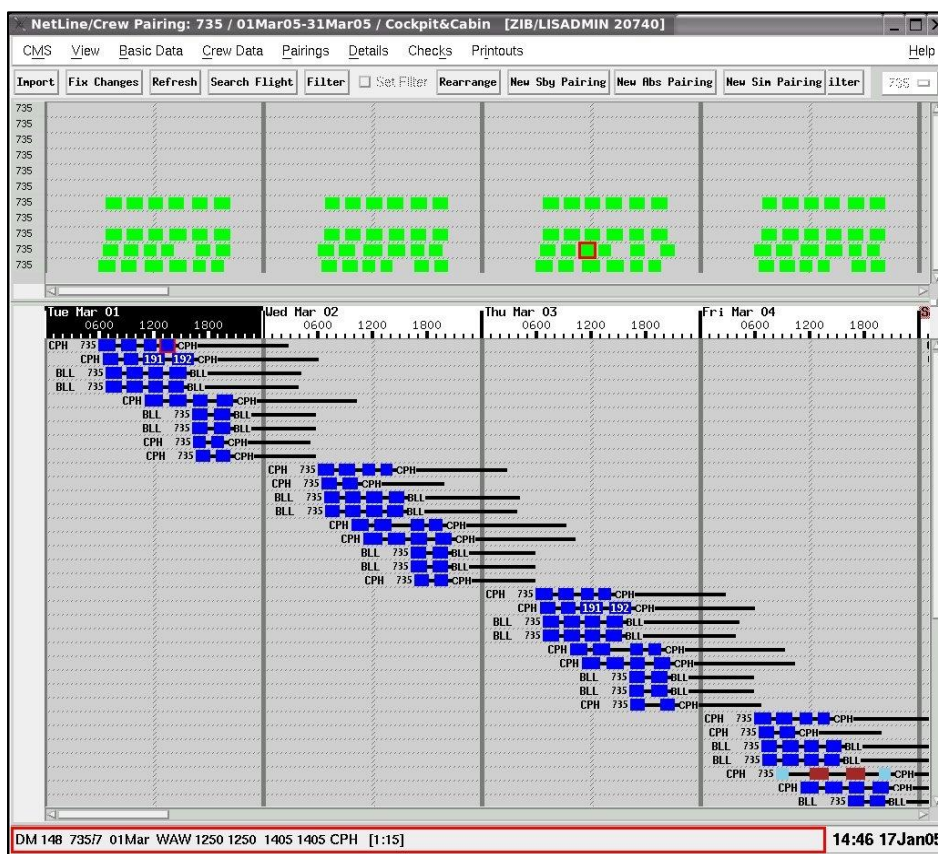


Slika 8. Izgled radnog sučelja programskog alata Merlot Aero, [25]

4.6.3. NetLine/Crew

NetLine/Crew produkt je softverske tvrtke Lufthansa Systems GmbH & Co. Program radi sinkronizirano sa programom NetLine/Ops++ koji prikuplja i prikazuje mnoge druge vrste podataka, uključujući: broj rezerviranih sjedala po klasama u zrakoplovu, tehnička ograničenja ili nedostupnost zrakoplova, rotacije posada, DHC posade na letovima i dr. S druge strane,

NetLine/Crew se koristi isključivo za upravljanje nad aktivnostima vezanim uz rad posada. Program posjeduje ugrađene alate za izradu zakonitih *pairinga* kao i alate za ispitivanje zakonitosti izrađenog *rostera*. Odabirom sučelja *Tracking*, planeri mogu obavljati monitoring nad stvarnim rasporedom rada i provoditi izmjene u stvarnom vremenu. Odabirom sučelja *Assignment*, planeri mogu izrađivati moguće scenarije za stvaranje i raspoređivanje *pairinga* iz stvarnog scenarija. Osim toga, program sadrži i zasebne preglednike za stvaranje novih *pairinga* od zasebnih sektora. Na slici 9 je prikazan izgled sučelja za izradu *pairinga* u sklopu programa NetLine/Crew.



Slika 9. Izgled sučelja za izradu *pairinga* u sklopu programa NetLine/Crew, [26]

Program posjeduje i brojne druge alate koji pomažu planerima u svakodnevnom radu, poput mogućnosti praćenja i evidentiranja rokova valjanosti medicinskih licenci, provjera stručnosti, dohvaćanje i ažuriranje hotelskih smještaja, evidentiranje osobnih preferencija članova posade (npr. zahtjevi za posebne prehrambene potrebe) itd. Članovi posade koriste povezanu mobilnu aplikaciju putem koje mogu dobiti uvid u stvarni raspored rada i putem koje mogu prihvatiti novonastale izmjene u rasporedu rada.

5. Utjecaj planiranja posada na rizik umora

Umor se definira kao fiziološko stanje smanjene mentalne ili fizičke sposobnosti koje je posljedica gubitka sna ili produljene budnosti, cirkadijskog ritma ili radnog opterećenja (mentalne i/ili tjelesne aktivnosti) koje može umanjiti budnost člana posade i sposobnost sigurnog upravljanja zrakoplovom ili obavljati sigurnosne dužnosti [27].

Upravljanje umorom mora biti zajednička odgovornost regulatora, operatora i članova posade. Regulator je odgovoran za pružanje regulatornog okvira i za osiguravanje nadzora provedbe mjera za umanjene rizika umora letačkog i kabinskog osoblja od strane operatora. S druge strane, operator je odgovoran za planiranje *pairinga* i rasporeda koji članovima posade omogućuje sigurno obavljanje svojih dužnosti bez povećanja rizika umora. Od članova posade se očekuje da racionalno iskoriste planirane pauze za odmor i da dolaze sposobni na dužnost [27].

5.1. Utjecaj različitih vrsta letačkih dužnosti na umor

Problematika utjecaja različitih vrsta letačkih dužnosti na razinu umora posade može se segmentirati na problematiku kratko linijskih i problematiku dugo linijskih letova. Član posade u jednom radnom danu može imati planirano i do nekoliko kratko linijskih letova, ovisno o raspoloživom FDP-u. Za takav slučaj specifično je da član posade radi veliki broj uzastopnih kraćih letova uz visok intenzitet radnog opterećenja u kratkim vremenskim intervalima (uzlijetanja i polijetanja). Osim toga, ove dužnosti često započinju vrlo rano ujutro ili završavaju kasno u noć što može rezultirati smanjenom ljudskom izvedbom zbog nedostatka sna. Rizici povezani s umorom u operacijama na kratkim udaljenostima su degradacija kognitivnih i psiho-motoričkih sposobnosti kod članova posade. S druge strane, član posade može biti planiran ja jednom ili više dugo linijskih letova u jednom danu, ovisno o raspoloživom FDP-u. Dugo linijske letove karakterizira dug vremenski period trajanja letačke dužnosti s dugim razdobljem malog radnog opterećenja. Ove dužnosti obično su popraćene promjenom vremenskih zona, često tijekom lokalne noći. Rizici povezani s umorom u operacijama na dugim udaljenostima uglavnom su povezani s vjerojatnošću da će jedan ili oba pilota zaspati [28].

Jet leg problem stalni je problem za članove posade koji se planiraju na dugo linijskim letovima. Članovi posade ne zadržavaju se dovoljno dugo u jednoj vremenskoj zoni da bi se mogli aklimatizirati. Uzastopno planiranje člana posade na dugo linijskim letovima dovodi do kroničnog *jet leg* problema za tog člana posade zbog rutinskih promjena vremenskih zona [28].

5.2. Utjecaj količine sna na obavljanje planiranih dužnosti

Spavanje je vitalna fiziološka potreba. Količina i kvaliteta sna koju pojedinac dobiva u određeno vrijeme ovisi o prethodnim intervalima spavanju i budnosti, dobu dana, životnoj dobi i vanjskom okruženju. Odrasli bi trebali spavati sedam ili više sati dnevno kako bi održavali i promovirali optimalno zdravlje. Redovito spavanje manje od sedam sati po noći povezano je s nepovoljnim zdravstvenim ishodima, uključujući debljanje i pretilost, dijabetes, hipertenziju, srčane bolesti i moždani udar, depresiju i povećan rizik od smrti. Spavanje manje od sedam sati po noći također je povezano s oslabljenom imunološkom funkcijom, povećanom boli, smanjenom izvedbom, povećanim brojem pogrešaka i većim rizikom od nesreća [29].

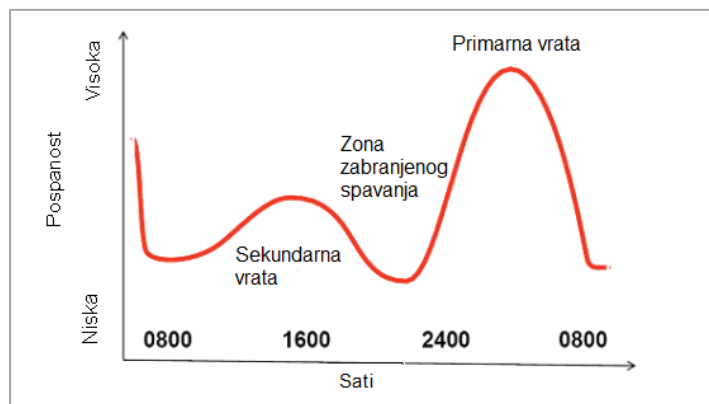
Kad osoba izgubi redovan san, gotovo svi aspekti funkcioniranja mogu patiti, uključujući budnost, izvedbu i raspoloženje. Gubitak sna kod člana posada može degradirati njegove kognitivne procese, budnost, fizičku koordinaciju, prosuđivanje i donošenje odluka, komunikaciju, gledište i bezbrojne druge parametre koji su bitni za njegov svakodnevni rad [30]. Prema [30], jedan sat gubitka sna može utjecati na budnost, a dva sata gubitka sna mogu značajno utjecati na budnost i performanse člana posade.

Postoje dvije vrlo različite vrste spavanja: Spavanje s brzim pokretima očiju (REM²⁸) i spavanje bez brzih pokreta očiju (Ne-REM). Tijekom spavanja u ne-REM fazi aktivnost moždanih valova postupno se usporava u usporedbi s aktivnošću moždanih valova u budnom stanju, a tijelo se obnavlja rastom mišića i popravkom oštećenja tkiva. Tijekom normalnog noćnog sna, većina odraslih obično provede oko tri četvrtine svog vremena spavanja u ne-REM snu. Za vrijeme REM faze spavanja, mozak se obnavlja i informacije od prethodnog dana se sortiraju i povezuju s pohranjenim sjećanjima. Tijekom REM faze spavanja tijelo se ne može kretati kao odgovor na signale iz mozga, stoga se ova faza spavanja često naziva „zauzet mozak i paralizirano tijelo“ [27].

²⁸ REM (engl. *Rapid Eye Movement*) - Spavanje s brzim pokretima očiju

Ako je član posade bio budan dulji vremenski period i nije ostvario ne-REM i REM fazu spavanja, potrebno je planirati adekvatan vremenski period za drijemanje. Ostvareno drijemanje može pomoći u održavanju performansi i budnosti u kratkom roku, sve dok prilika za puni san ne bude dostupna i iskorištena. Kada razdoblje dužnosti počinje kasnije tijekom dana (npr. navečer ili noću), drijemanje prije početka rada skratit će razdoblje budnosti i pomoći u održavanju performansi i budnosti tijekom perioda dužnosti. Dokazano je da drijemanje prije dužnosti ne smanjuje količinu sna koja se dobije tijekom isplanirane pauze za odmor na dužnosti [27].

Prilikom planiranja posada potrebno je razmotriti i shvatiti tzv. „vrata za spavanje“. Riječ je vremenskim intervalima unutar 24h kada ljudski organizam lakše ulazi u san i intervalima kada je vrlo teško ostvariti san (zabranjena zona) [28]. Na slici 10 shematski su prikazani vremenski intervali koja pogoduju ili odmažu početku sna. Intervali konkavnosti označeni su kao primarna i sekundarna vrata odnosno razdoblja pogodna za san zbog visokog stupnja pospanosti. Interval konveksnosti označen je kao tzv. zabranjena zona za san zbog izrazito niskog stupnja pospanosti.



Općenito, ljudsko tijelo je programirano da spava noću i da bude budno danju. Ljudi tijekom svakog dana dostižu dva puta vrhunac pospanosti i dva puta vrhunac budnosti. Otprilike između 3-5 ujutro i 15-17 sati pospanost doseže vrhunac i san može lakše doći. Suprotno tome, oko 9-11 ujutro i 19-23 sata, budnost i performanse su na vrhuncu pa može biti teško zaspati [30].

5.3. Utjecaj odvijanja planiranih dužnosti na cirkadijski ritam

Izraz "cirkadijski ritam" (od latinskog *circa* "oko" i *dies* "dan") odnosi se na ciklus fiziološke funkcije koji se ponavlja otprilike svaka 24 sata. Jedan je od ključnih procesa koji reguliraju vrijeme i kvalitetu spavanja. Cirkadijski ritam povezan je s centrima za poticanje spavanja i budnosti u mozgu, koje modulira kako bi kontrolirao ciklus spavanja/budnosti te tako utjecao na vrijeme i količinu REM faze sna. Radni rasporedi često zahtijevaju budnost tijekom normalnih sati spavanja i spavanje tijekom normalnih sati aktivnosti. Ovakva vrsta problema umora naziva se *Shift Lag* [27].

Poremećaj cirkadijskog ritma u smjenskom radu prisutan je kod [28]:

- a) noćnih dužnosti,
- b) ranojutarnjih dužnosti i
- c) promjena dužnosti.

Prilikom obavljanja noćnih dužnosti, san se sve više pomiče iz optimalnog dijela cirkadijskog ritma. Tijekom većeg dijela optimalnog vremena za spavanje u cirkadijskom ritmu, član posade je na dužnosti i obavlja radne zadaće. Članu posade postaje teže dobiti odgovarajući san nakon završetka dužnosti jer je cirkadijski ritam „zaključan“ na ciklus dan/noć i ne mijenja svoju orijentaciju kako bi promicao spavanje tijekom dana kada član posade leti noću [27].

5.4. Utjecaj *ad-hoc* promjena planiranih dužnosti na cirkadijski ritam

Cirkadijski ritam ne može se odmah prilagoditi promjenama u rasporedu rada/odmora ili vremenskoj zoni. Kada se takve promjene dogode, cirkadijski ritam je neko vrijeme nesinkroniziran u odnosu na okolinu, a pojedinačni ritmovi nisu međusobno usklađeni. Cirkadijski poremećaji uzrokovani nepravilnim rasporedima ili promjenama vremenske zone mogu dovesti do gubitka sna, slabijeg učinka, pogoršanog raspoloženja, probavnih smetnji i drugih simptoma. Može potrajati od dana do tjedana sve dok se cirkadijski ritam potpuno ne uskladi [29].

Promjene unaprijed planiranog i objavljenog rasporeda rada svakodnevna su pojava kod operatora. Nerijetko se događa da se ostvareni i planirani raspored letačkih dužnosti gotovo u

potpunosti razlikuje. Posljedica takvog događaja može biti vidljiva na kraju mjeseca kada se utvrdi da je broj dužnosti koje ulaze u cirkadijski ritam bio znatno veći od prvotno planiranog broja takvih dužnosti za određenog člana posade. Od operatora se očekuje da vodi evidenciju i da kontrolira jednaku preraspodjelu ranih/kasnih ili noćnih dužnosti među članovima posade.

5.5. Smjernice za planiranje posada uz minimalni rizik stvaranja umora

ICAO smjernice za planiranje posada uz minimalni rizik stvaranja umora obuhvaćaju [27]:

- Savršen raspored za člana posade su dnevne dužnosti s neograničenim spavanjem noću.
- Cirkadijski ritam ne prilagođava se u potpunosti promijenjenim rasporedima kao što je noćni rad. Postupno se prilagođava novoj vremenskoj zoni, ali potpuna prilagodba obično traje dulje od 24-48 sati.
- Kad god se razdoblje dužnosti preklapa s uobičajenim vremenom spavanja člana posade, može se očekivati da će ograničiti san. Primjeri uključuju rano vrijeme početka dužnosti, kasno vrijeme završetka dužnosti i noćni rad.
- Što se više razdoblje dužnosti preklapa s uobičajenim vremenom spavanja člana posade, to će manje spavati član posade. Rad kroz uobičajeno noćno razdoblje spavanja je najgori mogući scenarij.
- Što je dulje član posade budan, to su lošiji njegov učinak i stupanj svjesnosti.
- Tijekom uzastopnih dužnosti s ograničenim spavanjem, članovi posade će akumulirati nedostatak sna i povećati rizik za pogreškom u kritičnim trenucima.
- Kako bi se oporavio od nedostatka sna, član posade treba imati najmanje dvije lokalne noći za redom (minimalni tjedni odmor). Učestalost ovakvog odmora treba biti planirana i povezana sa stopom nakupljanja nedostatka sna.
- Potrebno je svesti neplanirane *ad-hoc* izmjene na najmanju moguću mjeru, osobito ako one krše ili se preklapaju s WOCL²⁹-om.

²⁹ WOCL (engl. *Window of Circadian Low*) - Spora faza cirkadijskog ritma je vremensko razdoblje između 02:00 i 05:59 sati u vremenskoj zoni na koju je član posade aklimatiziran

6. Analiza ograničenja radnog vremena posada

Zrakoplovna regulativa Europske unije u dokumentu „Commission Regulation (EC) No 965/2012“ u dijelu „Subpart FTL“ utvrđuje zahtjeve koje moraju ispuniti operator i članovi njegove posade u pogledu ograničenja vremena leta i dužnosti te zahtjeve za odmor članova posade. Primarni je fokus FTL-a definiranje korelacije dopuštenog trajanja dužnosti i povećanja umora kao funkcije složenih zadataka za vrijeme dužnosti te akumuliranog umora tijekom određenog razdoblja [18].

U nastavku ovoga poglavlja prikazane su i objašnjene sve vrste dužnosti koje mogu biti dodijeljene članovima posade kao i ključna ograničenja iz FTL-a koja utiču na proces planiranja posada.

6.1. Aklimatizacija

Aklimatiziran znači stanje u kojem je cirkadijski ritam (WOCL) člana posade usklađen s vremenskom zonom u kojoj se taj član posade nalazi. Član posade smatra se aklimatiziran na vremensku zonu u opsegu od dva sata od lokalnog vremena u mjestu polaska. Kada se lokalno vrijeme na mjestu na kojem počinje dužnost razlikuje za više od dva sata od lokalnog vremena na kojem počinje sljedeća dužnost člana posade, u svrhu izračuna maksimalnog dnevnog trajanja vremena letačke dužnosti, smatra se aklimatiziranim u skladu s vrijednostima iz tablice 1 [31].

Tablica 1. Stanje aklimatizacije

Vremenska razlika (h) između referentnog vremena ³⁰ i lokalnog vremena gdje članu posade počinje sljedeća dužnost	Vrijeme koje je prošlo od vremena javljanja u referentno vrijeme				
	< 48	48-71:59	72-95:59	96-119:59	≥120
< 4	B	D	D	D	D
≤6	B	X	D	D	D
≤9	B	X	X	D	D

³⁰ Referentno vrijeme - Lokalno vrijeme na točki javljanja koja se nalazi u opsegu od dva sata od lokalnog vremena na koje se član posade aklimatizira

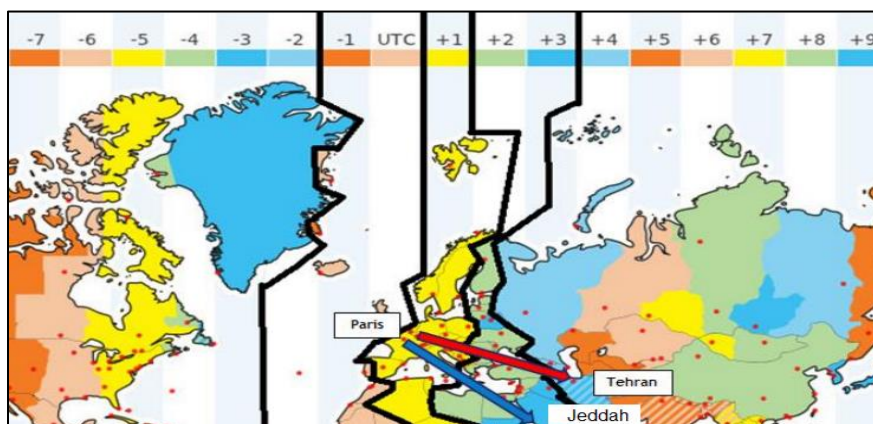
≤ 12	B	X	X	X	D
-----------	---	---	---	---	---

Izvor: [31]

Oznake iz tablice 1 definiraju se na sljedeći način [31]:

- „B“ znači aklimatiziran na lokalno vrijeme vremenske zone polaska,
- „D“ znači aklimatiziran na lokalno vrijeme u kojemu član posade počinje svoju sljedeću dužnost,
- „X“ znači da je član posade u nepoznatom stanju aklimatizacije.

Vremenska razlika između referentne vremenske zone i lokalnog vremena je razlika između vremenske zone na koju je član posade zadnji put bio aklimatiziran i vremenske zone u kojoj će član posade započeti sljedeću dužnost. Član posade ostaje u aklimatiziranom stanju sve dok se nalazi u opsegu od +/- 2 sata od vremenske zone na koju je aklimatiziran. Navedena konstatacija može se prikazati na primjeru sa Slike 11. Član posade koji je aklimatiziran na vremensku zonu Pariza (UTC³¹+1), ostaje aklimatiziran sve dok ostaje unutar sljedećih vremenskih zona: UTC-1, UTC, UTC+1, UTC+2, UTC+3 na kraju radnog vremena. Shodno tome, član posade bi u Jeddahu (UTC+3) bio aklimatiziran dok bi se u Teheranu (UTC+3:30) član posade trebao aklimatizirati [32].



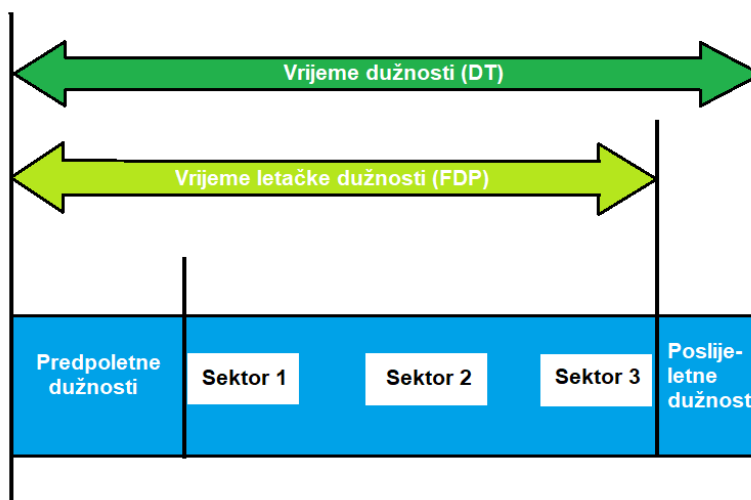
Slika 11. Koordinirano svjetsko vrijeme, [32]

³¹ UTC (engl. *Universal Time Coordinated*) - Koordinirano svjetsko vrijeme

6.2. Razlike između vremena dužnosti (DT) i vremena letačke dužnosti(FDP)

Vrijeme dužnosti (DT) znači razdoblje koje počinje kada se član posade po nalogu operatora mora javiti na dužnosti ili započeti dužnosti i koje završava kada je osoba oslobođena svih dužnosti, uključujući dužnosti nakon leta. Vrijeme letačke dužnosti (FDP) je razdoblje koje počinje kada se član posade mora javiti na dužnost, koja uključuje jedan ili više sektora i završava kada se zrakoplov zaustavi i ugase se motori na kraju posljednjeg sektora na kojem je taj član posade na dužnosti kao radni član posade (operativni član posade). Predpoletne dužnosti su dio FDP-a i DT-a, dok su poslijeletne dužnosti dio DT-a. Operator treba odrediti vremensko trajanje predpoletnih i poslijeletnih dužnosti uzimajući u obzir vrstu operacije, veličinu i vrstu zrakoplova i druge uvjete pod kojima se izvode ove dužnosti. Vremensko trajanje predpoletnih i poslijeletnih dužnosti određuje operator [1].

Iz slike 12 na kojoj je ilustrirano što obuhvata FDP, a što DT, može se zaključiti da FDP počinje u trenutku započinjanja predpoletnih dužnosti, a završava u vrijeme dolaska odnosno gašenja motora na posljednjem operativnom (radnom) sektoru. DT traje od trenutka javljanja na dužnost pa sve do trenutka završetka poslijeletnih dužnosti nakon posljednjeg operativnog sektora.



Slika 12. Vrijeme dužnosti (DT) i vrijeme letačke dužnosti (FDP)

6.2.1. Ograničenje trajanja vremena leta (Maksimalni dnevni FDP)

Najveće dopušteno dnevno trajanje vremena letačke dužnosti (*maximum daily FDP*), bez korištenja produženja (*extended FDP*) računa se prema tablici 2.

Tablica 2. Maksimalni dnevni FDP za aklimatizirane članove posade

Početak FDP-a u referentno vrijeme	1-2 sektora	3 sektora	4 sektora	5 sektora	6 sektora	7 sektora	8 sektora	9 sektora	10 sektora
0600-1329	13:00	12:30	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00
1330-1359	12:45	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00
1400-1429	12:30	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00
1430-1459	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00
1500-1529	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00
1530-1559	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00	09:00
1600-1629	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00	09:00
1630-1659	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00	09:00	09:00
1700-0459	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00
0500-0514	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00	09:00
0515-0529	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00	09:00
0530-0544	12:30	12:00	11:30	11:00	10:30	10:00	09:30	09:00	09:00
0545-0559	12:45	12:15	11:45	11:15	10:45	10:15	09:45	09:15	09:00

Izvor: [31]

Promatrajući tablicu 2, može se zaključiti da najveće dopušteno dnevno trajanje vremena letačke dužnosti iznosi 13 sati te može biti ostvareno jedino u slučaju da član posade radi jedan ili dva sektora i da je vrijeme javljanja na dužnosti u periodu između 06:00 i 13:29. Računanje maksimalnog FDP-a za člana posade prema tablici 2 može se prikazati na narednom primjeru. Ako član posade radi četiri sektora, a vrijeme javljanja na dužnost za prvi sektor je u 14:45, maksimalni FDP za tog člana posade je 11h i 15min. Dodavanjem maksimalnog dobivenog FDP-a na planirano vrijeme javljanja na dužnost, dobije se točno vrijeme do kad član posade može raditi. U navedenom primjeru, član posade može raditi sve do 02:00. što bi značilo da zrakoplov u kojem je ovaj član posade operativni član posade, mora sletjeti i gasiti motore do najkasnije 02:00 kako ne bi došlo do prekoračenja FDP-a za tog člana posade.

U slučaju da je kabinskom osoblju potrebno više vremena nego letačkom osoblju za njihov *brifing* prije leta za isti sektor ili niz sektora, FDP kabinskog osoblja može se produžiti za razliku u vremenima javljanja između kabinskog i letačkog osoblja. Razlika ne smije biti veća od jedan sat. Maksimalni dnevni FDP za članove kabinskog osoblja biti će zasnovan na vremenu u kojem se letačko osoblje javilo za svoj FDP (tablica 2), ali FDP će početi u vrijeme javljanja na dužnost kabinskog osoblja [1].

6.2.2. Plansko produljenje

Najveće dopušteno dnevno trajanje FDP-a može se planirano produžiti odlukom operatora za najviše jedan sat i najviše dva puta u bilo kojih sedam uzastopnih dana. U tom slučaju odmor prije i nakon leta se povećava za dva sata ili se odmor nakon leta povećava za četiri sata [31].

Primjena planskog produljenja planira se unaprijed i ograničena je na najviše [31]:

- a) pet sektora kada se ne ulazi u WOCL;
- b) četiri sektora, kada se ulazi u WOCL za dva sata ili manje;
- c) dva sektora, kada se ulazi u WOCL za više od dva sata.

Planska produljenja FDP-a limitirana su brojem sektora i početkom FDP-a kako je prikazano u tablici 3.

Tablica 3. Maksimalni dnevni FDP sa produljenjem

Početak FDP-a	1-2 sektora (u satima)	3 sektora (u satima)	4 sektora (u satima)	5 sektora (u satima)
0615-0629	13:15	12:45	12:15	11:45
0630-0644	13:30	13:00	12:30	12:00
0645-0659	13:45	13:15	12:45	12:15
0700-1329	14:00	13:30	13:00	12:30
1330-1359	13:45	13:15	12:45	Nije dozvoljeno
1400-1429	13:30	13:00	12:30	Nije dozvoljeno
1430-1459	13:15	12:45	12:15	Nije dozvoljeno
1500-1529	13:00	12:30	12:00	Nije dozvoljeno
1530-1559	12:45	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno
1600-1629	12:30	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno

1630-1659	12:15	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno
1700-1729	12:00	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno
1730-1759	11:45	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno
1800-1829	11:30	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno
1830-1859	11:15	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno
1900-0614	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno	Nije dozvoljeno

Izvor: [1]

Za plansko produljenje FDP-a propisan je odmor koji slijedi prije i nakon takvih dužnosti kao i dozvoljen broj takvih dužnosti u određenom vremenskom razdoblju, ali nije propisano koje sve dužnosti mogu prethoditi u danima prije. Na primjer, *split duty* dužnosti kod kojih postoji jasan rizik od pojave poremećaja cirkadijskog ritma ili poremećaja spavanja, mogu biti planirane dan prije letačke dužnosti kod koje je FDP planski produljen. Letačke dužnosti sa produljenim FDP-om mogu biti izričito zahtjevne, osobito u slučajevima kada članovi posade nisu imali dovoljno vremena za oporavak od prethodnih dužnosti. Shodno tome, preporuka je da članovima posade bude planiran jedan slobodan dan prije početka letačke dužnosti sa planski produljenim FDP-om u svrhu kvalitetnije pripreme za takvu dužnosti i u svrhu izbjegavanja rizika od pojave akumuliranog umora od dužnosti koja je prethodila dan prije.

6.2.3. Odgođeno vrijeme javljanja na planirani let u jedinstvenom FDP-u

Operator ima pravo odgoditi vrijeme javljanja na dužnost u slučaju nepredviđenih okolnosti na dan operacije. Od operatora se očekuje da na vrijeme obavijesti člana posade na kojeg se primjenjuje odgođeno vrijeme javljanja na dužnost kako član posade ne bi napustio odgovarajući smještaj prije vremena. Kada je član posade obavješten o odgođenom vremenu javljanja na dužnost zbog kašnjenja planiranog leta zbog nepredviđenih okolnosti, prije nego napusti mjesto odmora (hotelska soba ili privatni smještaj), FDP će se računati kako slijedi [1]:

- a) prva obavijest o odgodi vodi izračunu maksimalnog FDP-a u skladu sa c) ili d);
- b) ako se vrijeme odgode dodatno mijenja, FDP se počinje računati jedan sat nakon druge obavijesti ili u stvarno vrijeme javljanja na dužnost ako je ranije;

- c) kada je odgoda kraća od četiri sata tada će maksimalni FDP biti baziran na izvornom (planiranom) vremenu javljanja i vrijeme letačke dužnosti će započeti u stvarno vrijeme javljanja;
- d) kada je odgoda četiri sata ili dulja tada će se maksimalni FDP računati prema restriktivnijem vremenu javljanja (planirano ili stvarno), a FDP počinje u odgođeno vrijeme javljanja;
- e) kao izuzetak od a) ili b), kada operator obavijesti člana posade o odgodi javljanja 10 i više sati unaprijed, a prije nego napusti mjesto odmora, član posade neće više biti uznemiravan od strane operatora sve do međusobno dogovorenog vremena, tada se to proteklo vrijeme od 10 sati ili više računa kao vrijeme odmora.

U nastavku je prikazan jedan primjer računanja FDP-a za člana posade koji radi četiri sektora, nakon odgode vremena javljanja na dužnost do četiri sata (Primjer A) i jedan primjer računanja FDP-a nakon odgode vremena javljanja na dužnost od četiri sata ili više (Primjer B). U primjerima A i B, vremena su lokalna.

Primjer A: Planirano vrijeme javljanja na dužnost za član posade je u 14:00. Član posade je dobio prvu obavijest o zaustavljanju u 12:00 i odgođeno mu je vrijeme javljanja na dužnost za tri sata, odnosno novo vrijeme javljanja na dužnost za tog član posade je u 17:00. Maksimalni FDP iz tablice 2 za planirano vrijeme javljanja u 14:00 iznosi 11h i 30 min. Navedeni maksimalni FDP se pridodaje na odgođeno vrijeme javljanja na dužnost (17:00) i dobije se rješenje da član posade može raditi sve do 04:30.

Primjer B: Planirano vrijeme javljanja na dužnost za član posade je u 11:00. Član posade je dobio prvu obavijest o zaustavljanju u 09:00 i odgođeno mu je vrijeme javljanja na dužnost za četiri sata, odnosno novo vrijeme javljanja na dužnost za tog član posade je u 15:00. Maksimalni FDP iz tablice 2 za planirano vrijeme javljanja u 11:00 iznosi 12h, a za odgođeno vrijeme javljanja u 15:00 iznosi 11h. U ovom slučaju, uzima se restriktivnije vrijeme maksimalnog FDP-a, a to je vrijeme od 11h. Na odgođeno vrijeme javljanja (15:00) pridodaje se maksimalni FDP od 11h i dobije se rješenje da član posade može raditi sve do 02:00.

6.2.4. Ograničenja radnog vremena članova posade

Operator mora osigurati da ukupan broj sati provedenih na dužnosti za članove posade ne smije prijeći [31]:

- a) 60 sati tijekom bilo kojih sedam uzastopnih dana;
- b) 110 sati tijekom bilo kojih 14 uzastopnih dana;
- c) 190 sati tijekom bilo kojih 28 uzastopnih dana, raspoređenih što je više moguće ravnomjerno tijekom tog razdoblja.

Operator mora osigurati da ukupno vrijeme leta (*Total Block time*) svakog člana posade ne smije prijeći [31]:

- a) 100 sati tijekom bilo kojih 28 uzastopnih dana;
- b) 900 sati tijekom kalendarske godine i
- c) 1000 sati leta u 12 uzastopnih kalendarskih mjeseci u godini.

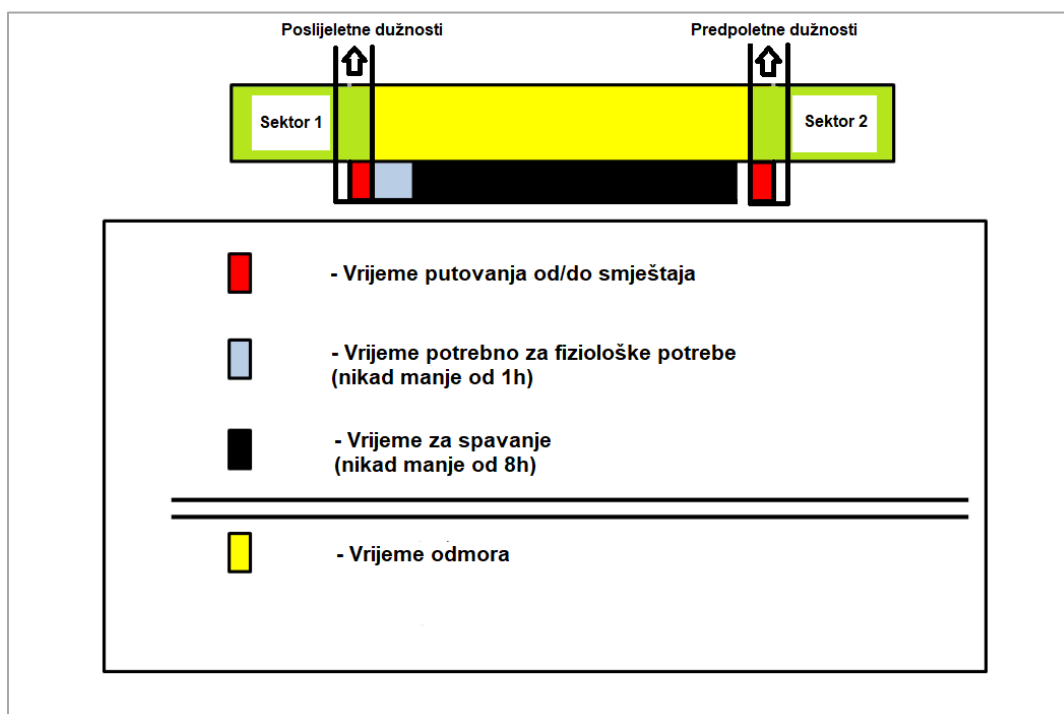
6.3. Vrijeme odmora

Razdoblje odmora počinje od trenutka kada je član posade otpušten s dužnosti do trenutka javljanja na sljedeću dužnost. Minimalno vrijeme odmora u domaćoj bazi prije početka FPD-a mora biti najmanje jednako dugo kao prethodno razdoblje dužnosti ili 12 sati, ovisno o tome što je duže [1]. Izračun vremena odmora za člana posade u domaćoj bazi može se praktično prikazati na primjerima A i B u nastavku.

Primjer A: Ako je član posade započeo svoju dužnost u 07:00, a istu dužnost završio u 17:00 toga dana, DT za tog člana posade je iznosio manje od 12h, točnije 10h. U ovom slučaju, uzima se restriktivnija vrijednost od 12h i računa se od vremena završetka dužnosti. Dobije se rješenje da član posade može započeti sljedeću dužnost u 05:00 idućeg dana.

Primjer B: Ako je član posade započeo svoju dužnost u 07:00, a istu dužnost završio u 19:30 toga dana, DT za tog člana posade je iznosio više od 12h, točnije 12h i 30 min. U ovom slučaju, uzima se restriktivnija vrijednost od 12h i 30 min i računa se od vremena završetka dužnosti. Dobije se rješenje da član posade može započeti sljedeću dužnost u 08:00 idućeg dana.

Ako se član posade nalazi van domaće baze, minimalno vrijeme odmora prije početka FDP-a izvan domaće baze mora biti najmanje onoliko koliko je trajala prethodna dužnost ili 10 sati, ovisno što je duže. Kada je član posade zrakoplova izvan domaće baze, operator mora osigurati mogućnost spavanja od minimalno osam sati, ne uključujući vrijeme potrebno za putovanje (od aerodroma do smještaja i obrnuto) i za ostale fiziološke potrebe. Ukoliko je vrijeme potrebo za putovanje od/do odgovarajućeg smještaja iznosi više od 30 minuta, operator mora povećati vrijeme odmora za duplo od vremena za putovanje koje prelazi 30 min [1]. Na slici 13 prikazan je planirani raspored aktivnosti za člana posade izvan baze.

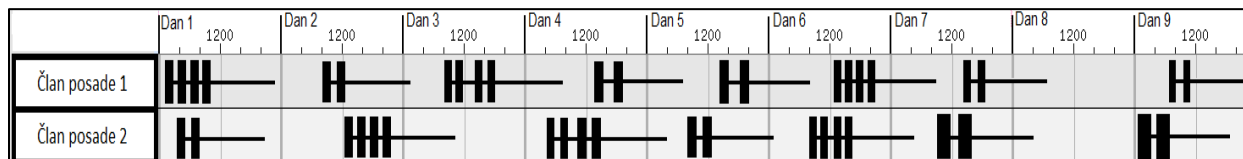


Slika 13. Planirani raspored aktivnosti izvan baze; [33]

6.3.1. Minimalni odmor

Operator je dužan osigurati i redovita produženja vremena odmora za oporavak u svrhu kompenzacije kumulativnog umora. Minimalno redovito produženo vrijeme odmora u svrhu oporavka mora iznositi 36 sati, uključujući dvije lokalne noći s tim da vrijeme između kraja jednog redovitog produženog vremena odmora i početka drugog redovitog produženog vremena odmora ne smije prelaziti 168 sati. Redovito produženo vrijeme odmora za oporavak mora se povećati na dva lokalna dana sva puta svakog mjeseca [1].

Na *rosteru* sa slike 14 prikazan je slučaj u kojem Član posade 1 ima ostvaren minimalan odmor osmi dan odnosno nakon provedenih sedam uzastopnih radnih dana, dok su dužnosti kod Član posade 2 isplanirane tako da ne ostvaruje minimalni odmor osmi dan. Prema prikazanom *rosteru* sa slike 14, Član posade 1 obavlja zakonite dužnosti po FTL-u, dok Član posade 2 ne obavlja zakonite dužnosti jer nema ostvaren minimalni odmor nakon provedenih sedam uzastopnih radnih dana.



Slika 14. Minimalni odmor

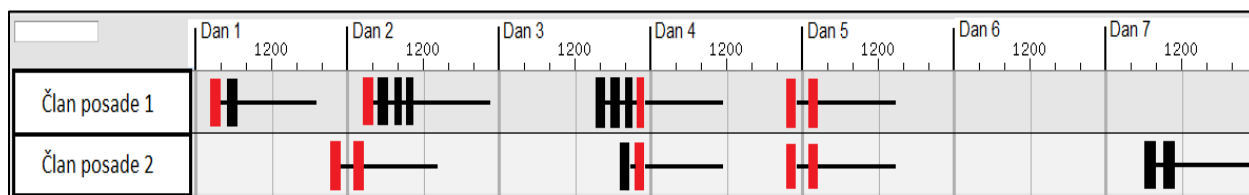
Minimalni odmor (uključene dvije lokalne noći) bi trebao pružiti priliku za ostvarenjem sna od osam sati u periodu između 22:00 i 08:00. Na primjeru sa slike 14 može se uočiti da Član posade 1 ima priliku ostvariti san od osam sati u noći sa sedmog na osmi dan dok je deveti dan planiran jutarnji let kod kojeg prijeletne dužnosti započinju u 06:00 i član posade teoretski ostvaruje lokalnu noć (period od osam sati između 22:00 i 08:00) odnosno period oslobođen od dužnosti između 22:00 (osmi dan) i 06:00 (deveti dan). U tom periodu član posade ne može ostvariti san od osam sati s obzirom da dužnost započinje 06:00h u domaćoj bazi, stoga član posade mora biti budan mnogo prije vremena javljanja na dužnost kako bi obavio pripremu za let, fiziološke potrebe i sl. te se uputio prema mjestu javljanja na dužnost. Ovo vrijeme pripreme i putovanja do mjesta javljanja na dužnost može trajati do 01:30h [1]. Prijedlog je da u sklopu lokalne noći, period od 22:00 do 06:00 bude predviđen isključivo za san, a dodatnih 01:30h bude rezervirano za pripreme od doma (fiziološke potrebe, spremanje uniforme i ostalo) i vrijeme prijevoza do mjesta javljanja na dužnost. Uvođenjem ove promjene, Član posade 1 sa slike 14 bi mogao započeti svoju dužnost u 07:30 (deveti dan).

6.3.2. Odmor nakon ranih/kasnih dužnosti

U slučaju poremećaja u rasporedu, ako član posade ima planiran prelazak s kasnog završetka (period koji završava između 23:00 i 01:59)/noćne dužnosti (period bilo gdje između 02:00 i

04:59) na ranu dužnost (period koji počinje između 05:00 i 05:59) u domaćoj bazi, odmor između dva FDP-a mora uključivati jednu lokalnu noć [1].

Ako član posade ima četiri ili više noćnih dužnosti, ranih početaka ili kasnih završetaka između dva produžena vremena odmora za oporavak, drugo produženo vrijeme odmora za oporavak se produžuje na 60 sati [1]. Na slici 15, crvenom bojom označeni sektori predstavljaju letove sa ranim/kasnim završetkom ili noćne letove. Član posade 1 sa slike 15 ima planirana četiri sektora sa ranim/kasnim ili noćnim završetkom te posljedično mora ostvariti odmor od 60 sati nakon sedam radnih dana (168 sati) ili ranije. Član posade 2 sa slike 15 ne mora ostvariti odmor od 60 sati jer ima planirane samo tri dužnosti sa ranim/kasnim ili noćnim završetkom unutar sedam uzastopnih dana. Na prikazanom slučaju sa slike 15, članu posade 2 je dovoljan minimalni tjedni odmor (36 sati) šesti dan te nakon toga ponovo može raditi sedam dana odnosno 168 sati.



Slika 15. Rane/kasne dužnosti

6.4. Ostale dužnosti

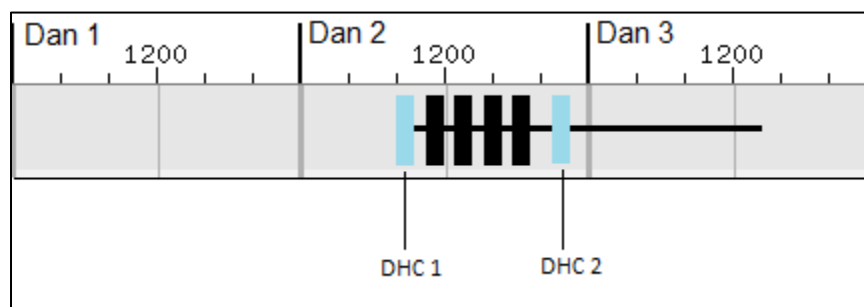
U nastavku je istaknuto nekoliko vrsta dužnosti na koje je potrebno obratiti dodatnu pozornost prilikom planiranja posada je za sobom povlače dodatna ograničenja u pogledu računanja FDP-a i DT-a za takve vrste dužnosti.

6.4.1. Pozicioniranje

Pozicioniranje (DHC) je prijevoz člana posade koji nije operativni član posade iz jednog mjesta u drugo po nalogu operatora. Pozicioniranje člana posade se u pravilu obavlja radi započinjanja naredne dužnosti izvan baze ili radi povratka u bazu nakon završetka dužnosti van baze.

Pozicioniranje nakon javljanja na dužnost, a prije operativnog sektora, uračunava se u FDP, ali se ne računa kao sektor. Sve vrijeme provedeno na pozicioniranju ubraja se u izračun odmora koji slijedi nakon [1]. Na slici 16 prikazan je primjer *rostera* za člana posade koji ima planiran DHC

let prije i nakon operativnih sektora. Ako se uzme da je vrijeme javljanja na dužnost za prvo pozicioniranje u 08:00, a promatrani član posade radi četiri operativna sektora, dobije se rješenje da promatranom članu posade FDP ističe u 20:00 (tablica 2). Pozicioniranje u bazu je planirano sa letom koji slijeće u bazu u 20:30. Obzirom da se pozicioniranje nakon operativnog sektora ne ubraja u FDP, ovaj član posade može zakonito pristupiti letu sa kojim se pozicionira u bazu (DHC 2). Odmor koji slijedi za ovog člana posade, računa se prema vremenu trajanja DT-a. U ovom slučaju (slika 16), s uključenim pozicioniranjem, DT traje od trenutka javljanja na dužnost za prvo pozicioniranje pa sve do trenutka gašenja motora na letu sa kojim se pozicionira u bazu.



Slika 16. Prikaz pozicioniranja prije i nakon operativnih sektora

6.4.2. Dijeljeno radno vrijeme (*split duty*)

Dijeljeno radno vrijeme (*split duty*) je vrijeme letačke dužnosti (FDP) koje se sastoji od dva ili više sektora, odvojenih vremenom pauze (*break*) koje je manje od minimalnog vremena odmora. Dijeljeno radno vrijeme uvjetuje da vrijeme pauze između sektora traje dulje od tri sata, a manje od 09:59 h. Pauza isključuje vrijeme za predpoletne i poslijelejne dužnosti i vrijeme putovanja od/do odgovarajućeg smještaja. Minimalno ukupno vrijeme za predpoletne i poslijelejne dužnosti i vrijeme prijevoza određuje operator, ali u nikojem slučaju ne smije trajati manje od 30 min. Samo za slučaj dijeljenog radnog vremena, FDP se može uvećati za 50% vremena trajanja pauze [1]. Metoda izračuna FDP-a za dijeljeno radno vrijeme prikazana je na primjeru koji slijedi (Primjer A).

Primjer A: Član posade radi dva sektora koja su planirana kao *split duty*. Vrijeme javljanja na dužnost za prvi sektor je u 21:00, a vrijeme slijetanja zrakoplova na prvom sektoru je u 21:45. Vrijeme polijetanja na drugom sektoru je u 04:00 idućeg dana. Ako se uzme da je operator odredio 01:00 h za predpoletne i poslijelejne dužnosti i ako vrijeme prijevoza do smještaja u jednom pravcu

iznosi 15 min, dobije se da vrijeme trajanja pauze iznosi 04h i 45min. Vrijeme javljanja na dužnost je planirano u 21:00, prema tome FDP ističe u 08:00 idućeg dana (tablica 2). Ako se primjeni mogućnost produljenja FDP-a za 50% vremena trajanja pauze kod dijeljenog radnog vremena, dobije se rješenje da FDP za ovog člana posade ističe u 10:23 idućeg dana.

U sklopu EU Reg. 965/2012 i EU Reg. 83/2014 nije propisan točan broj *split duty* dužnosti koji može biti planiran u mjesec dana. Obzirom da *split duty* dužnosti utječu na budnost i remete cirkadijski ritam, preporuka bi bila ograničiti broj takvih dužnosti i ne planirati više takvih uzastopnih dužnosti zbog mogućeg rizika poremećaja cirkadijanog ritma budnosti i spavanja kod tog člana posade. Nakon *split duty* dužnosti koja zadire u cirkadijski ritam, izgledno je da će član posade nastojati nadomjestiti san tijekom dana što bi potom moglo otežati ulazak u san iduću noć. U ovom slučaju, postoji izgledan rizik da taj član posade neće imati dovoljno odmora zbog neusklađenog ritma budnosti i spavanja. Stoga je preporuka da članu posade, nakon *split duty* dužnosti koja zadire u cirkadijski ritam, budu planirani dnevni letovi koji nemaju rani ili kasni završetak (23:00 – 05:59) u iduća dva dana ili da bude planiran jedan slobodan dan. Na ovaj način, član posade bi ostvario dvije lokalne noći što bi povećalo vjerojatnost da u slučaju ne usklađivanja cirkadijskog ritma nakon prve lokalne noći, član posade ima priliku za povratkom izgubljenog ritma budnosti i spavanja nakon druge lokalne noći.

6.4.3. Obveza dežurstva

Dežurstvo je unaprijed najavljeno i određeno vremensko razdoblje tijekom kojeg član posade mora biti na raspolaganju operatoru za preuzimanje dužnosti za let, pozicioniranje ili druge dužnosti bez vremena za odmor u međuvremenu. Dežurstvo može biti planirano na zračnoj luci ili izvan zračne luke u odnosu na mjesto boravka člana posade. Maksimalno vrijeme trajanje dežurstva izvan zračne luke iznosi 16h. Ako se član posade aktivira na dežurstvo unutar prvih šest sati dežurstva, maksimalni FDP računa se od trenutka javljanja na dužnost. Ako se član posade aktiviran na dežurstvo nakon prvih šest sati dežurstva, maksimalni FDP se smanjuje za vrijeme dežuranja preko šest sati. Prilikom aktiviranja na dežurstvo, potrebno je obratiti pozornost da vrijeme trajanja dežurstva i vrijeme trajanja FDP-a ne dovedu do budnosti veće od 18h za tog člana posade [1].

6.4.4. Diskrecija kapetana zrakoplova

U nepredviđenim okolnostima u letačkim operacijama koje započnu za vrijeme ili nakon vremena javljanja na dužnost, može doći do izmjene ograničenja FDP-a, vremena dužnosti i vremena odmora uz suglasnost kapetana zrakoplova. Takve izmjene moraju biti u skladu sa slijedećim odredbama [1]:

- a) najveći dopušteni dnevni FDP iz tablice 2 ne može se produžiti za više od dva sata;
- b) ako u zadnjem sektoru unutar FDP-a zbog nepredviđenih okolnosti nakon polijetanja dođe do prekoračenja dozvoljenog produženja FDP-a let se može nastaviti prema planiranom odredištu ili alternaciji; u tom slučaju, odmor koji slijedi nakon FDP-a može se smanjiti, ali nikada ne smije biti kraći od 10 sati.

7. Utjecaj nepredviđenih okolnosti u letačkim operacijama na proces planiranja posada

U operativnom radu, unutar propisanih ograničenja, često se obavljaju promjene rasporeda u zadnji čas i posljedično dodjela neplaniranih dužnosti radi ispunjavanja nepredviđenih operativnih potreba. Specifični izazovi povezani s neplaniranim dužnostima su njihova inherentna nepredvidivost i vjerojatnost da će član posade biti u stanju izvršiti zadanu dužnost (engl. *fit*). U nastavku su navedena razmatranja koje je potrebno uzeti u obzir prilikom izvršavanja neplaniranih izmjena rasporeda [27]:

- potreba za spavanjem prije i nakon neplaniranih obaveza;
- član posade treba dobiti priliku da isplanira svoje slobodno vrijeme i vrijeme za san (što je više moguće) kako bi mogao obavljati svoje dužnosti na zadovoljavajućoj razini;
- član posade mora se moći oporaviti od umora nakupljenog tijekom radnog vremena;
- prilagodba duljine razdoblja čekanja u odnosu na duljinu razdoblja obavijesti (na primjer stanje nepotrebno dugog čekanja na zračnoj luci umjesto čekanja od doma za slučaj aktiviranja na dežurstvo);
- u slučaju aktiviranja na dežurstvo, FDP će trebati prilagoditi u odnosu na vrijeme provedeno na dežurstvu.

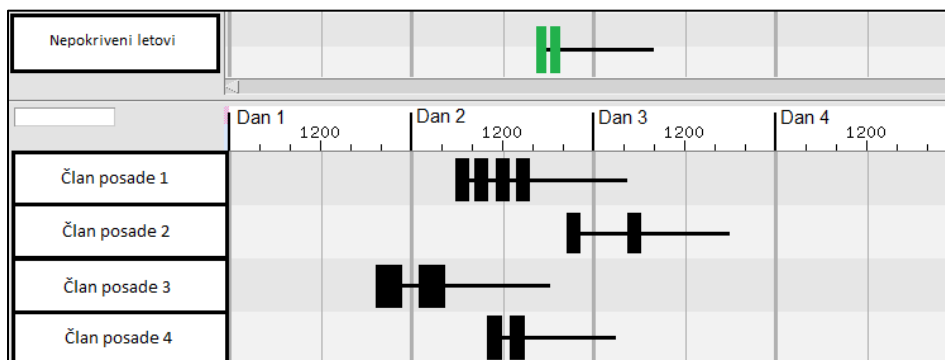
7.1. Primjeri rješavanja problema taktičkog dodjeljivanja sektora

Problem taktičkog dodjeljivanja sektora odnosi se na problem naknadnog dodjeljivanja sektora na dan operacije. Riječ je o kombinatornim problemima koji najčešće imaju neodređen broj ishoda, a nastaju uslijed raznih poremećaja koji se mogu javiti na dan operacije (npr. nedostatak člana posade zbog bolovanja, zamjena člana posade zbog prekoračenja FDP-a i sl.). Prilikom rješavanja problema ovog tipa, potrebno je u uzeti u obzir sva ograničenja propisana FTL-om i sva druga ograničenja koja propisuje operator. Osim toga, potrebno je provesti i prediktivnu analizu za svaki problem kako bi se predvidjele moguće posljedice svakog pojedinog rješenja.

U nastavku slijedi analiza odabranih problemskih zadataka vezanih uz dodjeljivanja nepokrivenih sektora na dan operacije. U primjerima koja slijede, uzeto je da vrijeme za predpoletne dužnosti u bazi i izvan baze iznosi jedan sat, a vrijeme za poslijeletne dužnosti iznosi 30 min.

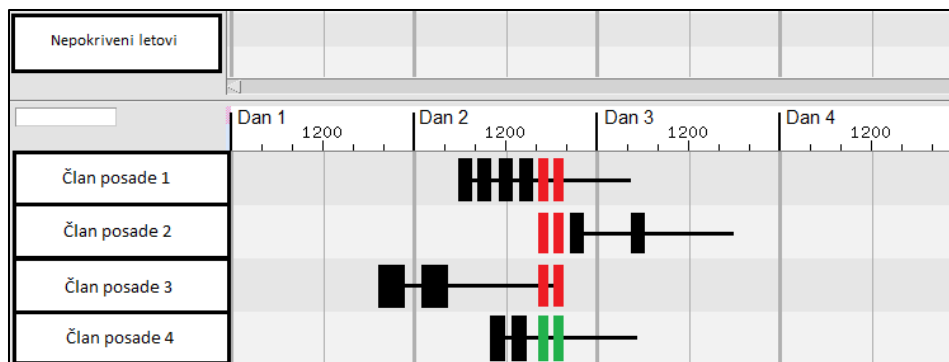
7.1.1. Problem taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije

Na slici 17 prikazan je problem taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije (dan 2). Zelenom bojom označena su dva nepokrivena sektora koja se promatraju, dok su crnom bojom označeni prethodno dodijeljeni sektori. Od četiri raspoloživa člana posade sa slike 17, niti jedan nema obvezu dežurstva i niti jedan nije neraspoređen na dan operacije. Na raspolaganju su četiri člana posade pri čemu sva četiri člana posade imaju već prethodno dodijeljene sektore. U ovom slučaju, potrebno je dodijeliti dva nepokrivena sektora bez kršenja FTL-a i bez angažiranih dežurnih i neraspoređenih članova posade.



Slika 17. Problem taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije

Na slici 18 prikazana su moguća rješenja prikazanog problema dodjeljivanja sektora sa slike 17. Crvenom bojom označeni sektori ukazuju da dodjeljivanjem još dva sektora, *pairing* postaje nezakonit prema FTL-u.



Slika 18. Moguća rješenja problema taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije

Član posade 1 ima planirana četiri sektora u *rosteru* pri čemu je određeno vrijeme javljanja na dužnost za prvi operativni sektor u 06:00. Iz tablice 2, dobije se rješenje da Član posade 1 može raditi do isteka FDP-a u 18:00. Dodjeljivanjem još dva sektora na planirana četiri, dobije se da FDP za Člana posade 1 ističe u 17:00. Planirano gašenje motora na drugom dodijeljenom sektoru je u 20:00 što jasno ukazuje da Član posade 1 ne može raditi posljednja dva sektora koja su naknadno dodijeljena.

Član posade 2 ima planiran *split duty* na dva sektora pri čemu je određeno vrijeme javljanja na dužnost za prvi sektor u 20:00. Planirano gašenje motora na prvom sektoru je u 22:00, a paljenje motora na drugom sektoru u 04:00. Uzimajući vrijednosti iz tablice 2 i primjenjujući propisana pravila za računanje *Split duty-a*, dobije se rješenje da Član posade 2 može raditi do isteka FDP-a u 09:15 (određeno je vrijeme prijevoza u trajanju od 15 min do smještaja u jednom pravcu i vrijeme trajanja predpoletnih dužnosti van baze iznosi jedan sat). Dodjeljivanjem još dva sektora dobije se da Član posade 2 radi *split duty* na četiri sektora. Vrijem javljanja na dužnost za prvi sektor je u 15:00 i FDP se računa od tog sektora. U tom slučaju, dobije se da FDP ističe u 04:15. Planirano gašenje motora na posljednjem sektoru je u 06:00, stoga i ovaj član posade ne može raditi još dva naknadno dodijeljena sektora.

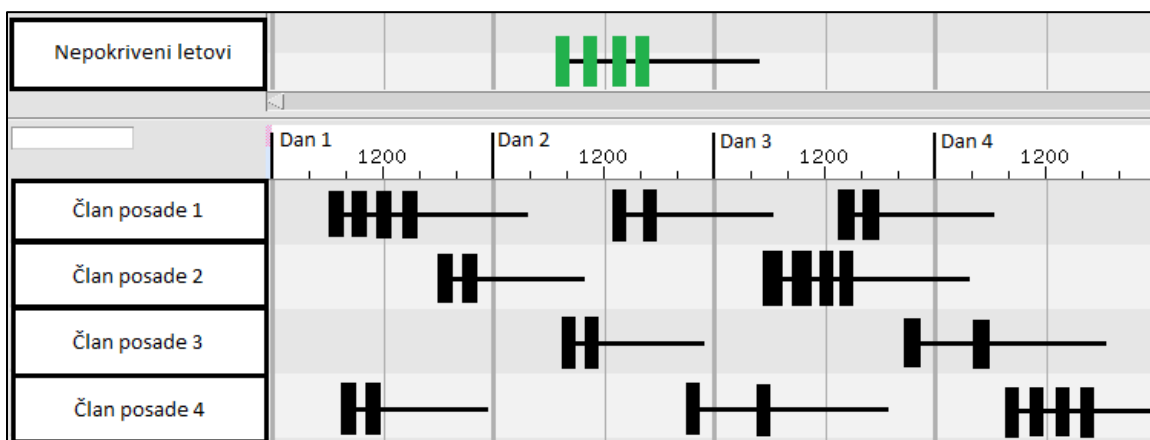
Član posade 3 je prethodno odradio dva noćna leta sa DT manjim od 12H. Odmor koji slijedi za ovog člana posade je 12h i počinje od trenutka odjavljivanja sa dužnosti nakon posljednjeg sektora (04:00). Vrijem javljanja na dužnost za prvi dodijeljeni sektor je određeno u 15:00, a minimalni odmor za Člana posade 3 ističe u 16:00. Dobiveno vrijeme isteka odmora ukazuje da Član posade 3 nema dovoljno odmora da bi započeo naredno dužnost u vrijeme javljanja na dužnost za prvi dodijeljeni sektor (15:00).

Član posade 4 ima planirana dva sektora pri čemu je vrijeme javljanja na dužnost za prvi sektor u 09:00. Dodjeljivanjem još dva sektora na planirana dva, dobije se rješenje da FDP za ovog člana posade ističe u 21:00. Planirano gašenje motora na posljednjem dodijeljenom sektoru je u 20:00, stoga se dolazi do zaključka da u ovom primjeru dodjeljivanja nepokrivenih sektora postoji samo jedan član posade kojem se mogu dodijeliti još dva nepokrivena sektora, a to je Član posade 3.

7.1.2. Problem taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije

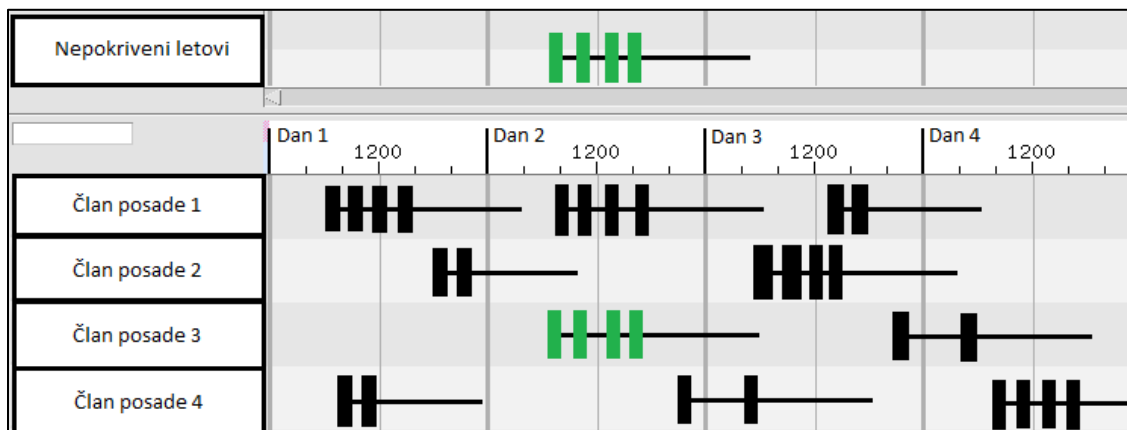
Na slici 19 prikazan je drugi složeniji primjer problema dodjeljivanja sektora. Ovaj primjer se razlikuje od prethodnog po tome što se može riješiti uključivanjem više od jednog člana posade. U pojedinim slučajevima, klasično dodjeljivanje sektora na već prethodno dodijeljene sektore nije optimalno rješenje pa se stoga pribjegava drugim rješenjima koja za sobom povlače izmjene poput preslagivanja *pairinga*. Prilikom preslagivanja *pairinga* potrebno je obaviti prediktivnu analizu kako bi se pravovremeno uočili potencijalni rizici takve preraspodjele *pairinga*.

U nastavku, promatra se slučaj sa slike 19 u kojem je potrebno raspodijeliti nepokriveni *pairing* od četiri sektora pri čemu svaki od sektora počinje ili završava u bazi. Na raspolaganju su četiri člana posade od kojih svaki od njih ima već prethodno dodijeljene sektore te niti jedan od njih nema obvezu dežurstva i nije neraspoređen na dan operacije (dan 2). S obzirom da problem sa slike 19 ima neodređen broj rješenja, u nastavku će biti izdvojena i analizirana četiri moguća rješenja problema.



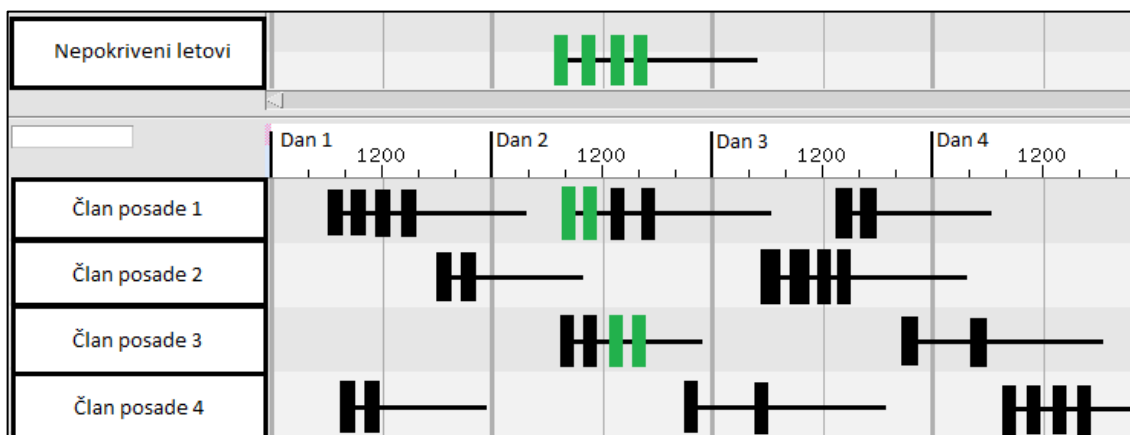
Slika 19. Problem taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije

Prvi način rješavanja problema sa slike 19 uključuje razdvajanje nepokrivenog *pairnga* na dva zasebna *pairinga* od po dva sektora. Na slici 20 prikazano je jedno rješenje takvog načina rješavanja problema. Prethodno dodijeljen *pairing* sa dva sektora od Člana posade 3 je dodijeljen Članu posade 1, a promatrani nepokriveni *pairing* je dodijeljen Članu posade 3.



Slika 20. Prvo rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije

Na slici 21 prikazano je drugo slično rješenje problema pri čemu su prva dva nepokrivena sektora dodijeljena Članu posade 1, a druga dva sektora Članu posade 3.

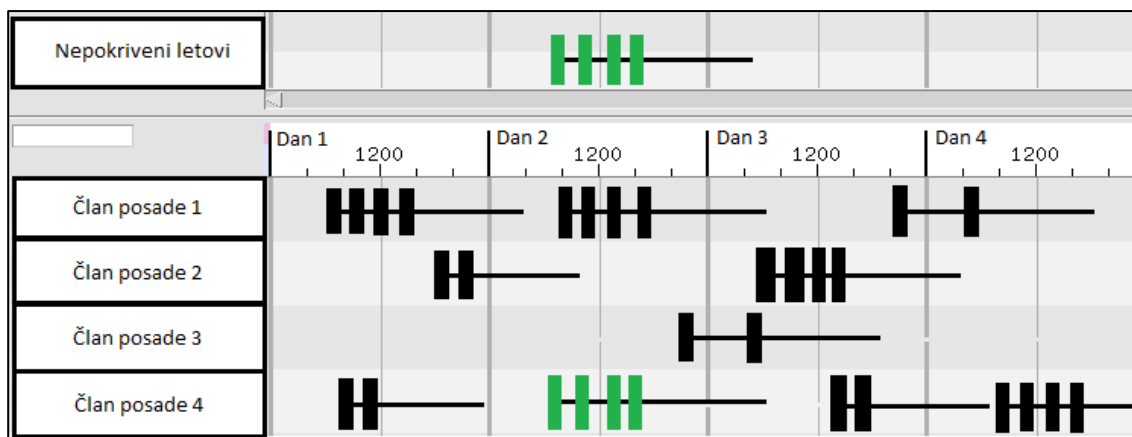


Slika 21. Drugo rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije

Prvo i drugo rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije (slika 20 i slika 21) nisu nužno optimalna rješenja jer povlače za sobom određene rizike i prijetnje. *Pairing* se nastoji planirati tako da bude isti za sve članove posade i da svi sektori koji čine *pairing* budu na istom tipu zrakoplova. Razdvajanjem *pairinga* i dodavanjem sektora na druge

planirane *pairinge* predstavlja rizik da taj član posade neće imati dovoljno vremena za prelazak sa jednog na drugi tip zrakoplova i da će potencijalno kašnjenje na nekom od prvih dva sektora imati za posljedicu kašnjenje na druga dva sektora. Osim toga, čest problem predstavljaju i prelasci sa *Schengen* na *non-Schengen* sektore i obratno. U tom slučaju, osim ako državne vlasti ne propisuju drugačije, članovi posade prolaze pasošku kontrolu koja dodatno skraćuje vrijeme između sektora (*turnaround time*³²).

Ostali načini rješavanja problema sa slike 19 bi morali uključivati preslagivanje *pairinga* za naredne dane. Jedan od takvih načina rješavanja problema sa slike 19 prikazan je na slici 22. Članu posade 4 dodijeljen je nepokriveni *pairing* od četiri sektora za drugi dan i dva sektora od Člana posade 1 za treći dan, dok su Članu posade 1 dodijeljena dva sektora od Člana posade 3 za drugi dan kao i dva *split duty* sektora od istog člana posade za treći i četvrti dan. Članu posade 3 dodijeljena su samo dva *split duty* sektora od Člana posade 4 za drugi i treći dan. Dodjeljivanjem nepokrivenog *pairinga* od četiri sektora Članu posade 4, posljedično je nastupio veći broj izmjena zbog propisanih FTL ograničenja.



Slika 22. Treće rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije

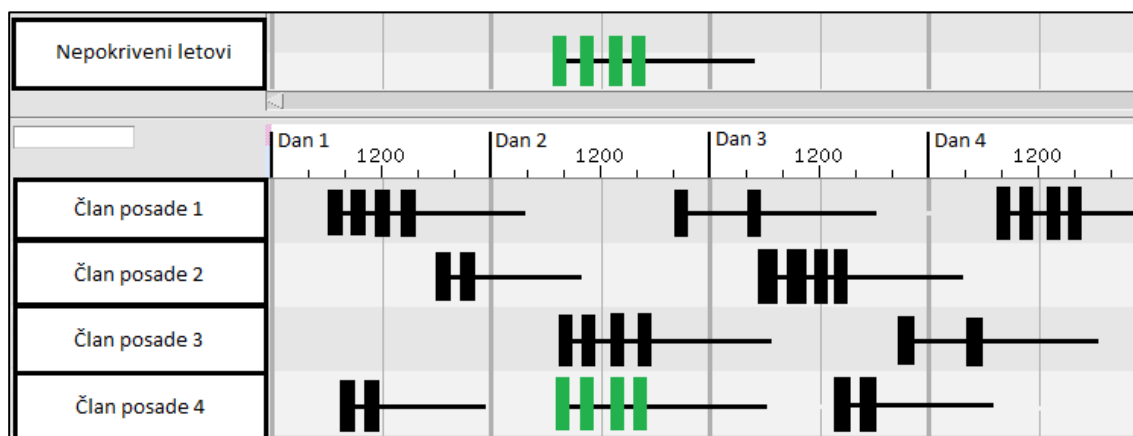
Treće rješenje problema (slika 22) je u potpunosti zakonito prema FTL-u, ali skriva druge prijetnje i rizike. Prva uočljiva prijetnja je kod Člana posade 4 za treći i četvrti dan. Dva *pairinga* su suviše blizu što jasno ukazuje da je vrijeme minimalnog odmora u bazi nakon posljednjeg sektora treći dan vrlo ograničeno. U slučaju bilo kojeg poremećaja u prometu i posljedičnog

³² *Turnaround time* - Vrijeme zaokreta zrakoplova koje se računa od trenutka parkiranja zrakoplova na parkirnu poziciju do trenutka napuštanja parkirne pozicije

kašnjenja na nekom od sektora treći dan, došlo bi do situacije u kojoj bi Član posade 4 ne bi ostvario minimalni odmor za planiranu dužnost četvrti dan. Ovakav ishod događanja bi doveo do daljnjih izmjena i preslagivanja *pairinga* u *rosteru* za naredne dane. Svaka promjena rasporeda letenja može izazvati nezadovoljstvo među članovima posade zbog promjena koje narušavaju komfor ili remete isplanirano slobodno vrijeme. Osim za članove posade, promjene u rasporedu rada negativno utječu i na poslovanje operatora zbog troškova nastalih od prekovremenog i hitnog prekovremenog rada članova posade, dodatnih troškova hotelskih soba, zemaljskog prijevoza za članove posade i sl.

Osim opisane prijetnje zbog mogućeg nedostatka minimalnog odmora za Člana posade 4 na primjeru sa slike 22, uočljiv je i nedostatak kod neravnomjerne raspodjele radnog vremena među članovima posade. Primjer je član posade 3 koji radi samo dva *split duty* sektora u četiri dana, dok Član posade 1 ima planirano osam sektora u dva dana, a potom je treći dan planiran *split duty* u večernjim satima. Ovakva raspodjela dužnosti nije primjerena zbog neravnomjernog radnog opterećenja i posljedičnog generiranja prekomjernog umora kod pojedinih članova posade.

Na slici 23 prikazan je posljednji, četvrti primjer rješavanja problema sa slike 19. U ovom primjeru, Članu posade 4 dodijeljen je nepokriveni *pairing* od četiri sektora za drugi dan i dva sektora od Člana posade 1 za treći dan. Za razliku od prethodnog primjera, članu posade 3 dodijeljena su dva sektora od člana posade 1, a Članu posade 1 dodijeljene su dužnosti od Člana posade 4 za drugi, treći i četvrti dan.



Slika 23. Četvrto rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije

Ako se usporede treće i četvrto rješenje problema (slika 22 i slika 23), jasno se može zaključiti da je četvrto rješenje problema (slika 23) prihvatljivije zbog boljeg iskorištenja kapaciteta i manjeg broja rizičnih točaka uzrokovanih skućenim rasporedom *pairinga*.

7.2. Preporučene prakse za ublažavanje pojava poremećaja

Ako operativni plan dopušta, *pairinge* je potrebno planirati sa dovoljno *buffera* između sektora u svrhu obavljanja pasoške kontrole ili planirati zasebne *pairinge* bez prelazaka sa *Schengen* na *non-Schengen* sektore. Ovime se postiže ušteda u vremenu koje u konačnici može nadomjestiti naslijeđena kašnjenja. Osim toga, svi članove iste posade bi trebali imati isti *pairing* kako bi se spriječilo križanje posada i moguća kašnjenja na sektorima zbog zamjene članova posade. *Pairinge* kod kojih su sektori planirani na različitim tipovima zrakoplova je potrebno svesti na minimum ili po mogućnosti eliminirati u potpunosti zbog održavanja komfora za članove posade i zbog uštede na vremenu zemaljskog prijevoza.

Na osnovu prikazanih primjera u ovom poglavlju, dolazi se do zaključka da nije moguće razviti univerzalnu metodologiju rješavanja kombinatornih problema dodjeljivanja i preslagivanja sektora na dan operacije. Svaki pojedini problem je potrebno zasebno analizirati i shodno rezultatima analize rješavati. Moguće je jedino odrediti opće smjernice i preporuke na koji način pristupiti rješavanju problema i kojem cilju težiti. Odabrane smjernice i preporuke sažete su u nastavku:

- pridržavati se ograničenja koja proizlaze iz FTL-a kao i svih ostalih ograničenja koja propisuje operator;
- pribjegavati rješenjima problema sa što je moguće manjim brojem izmjena u rasporedu rada;
- ako je moguće, nastojati da provođenje izmjena u rasporedu rada kod jednog člana posade ne utječe na ostale članove posade;
- težiti ka jednakoj raspodjeli radnih sati među članovima posade;
- težiti ka jednakoj raspodjeli radnog opterećenja u određenom vremenskom razdoblju;
- razmotriti utjecaj izmjena na dan operacije na planirane dužnosti za naredne dane;

- težiti ka jednakoj raspodijeli dužnosti koje ulaze u cirkadijski ritam. (ne ponavljati takve dužnosti više puta kod istog člana posade).

8. Zaključak

Izraz „posada“, odnosi se na zajednički pojam koji objedinjuje letačko i kabinskog osoblje zrakoplova. Letačko osoblje najčešće čine dva člana posade, a to su: zapovjednik zrakoplova i kopilot, dok u rijetkim situacijama to može biti drugi časnik, treći časnik te inženjer leta. S druge strane, sastav kabinskog osoblja čini veći broj ljudi, a konačan broj potrebnih članova kabinskog osoblja na letu određuje operator ovisno o veličini zrakoplova na kojem se izvodi letačka operacija. Potreban minimalni broj članova kabinskog osoblja za svaki tip zrakoplova u floti operatora mora odobriti država operatora, a propisani broj članova kabinskog osoblja mora biti dostatan za provedbu sigurne i efikasne evakuacije u slučaju nenadanih događaja.

Prije započinjanja operativnih dužnosti, od članova letačkog i kabinskog osoblja se očekuje da ishode potrebne dozvole u skladu s Uredbom Komisije (EU) br. 1178/2011, Uredbom (EU) 965/2012 i nacionalnim propisima države u kojoj se dozvola ishodi. Pilotske dozvole kategorizirane su prema europskim i nacionalnim propisima. Za pilote u komercijalnom zračnom prometu, ključno je da posjeduju važeće Dio-FCL dozvole, a za članove kabinskog osoblja neophodno je posjedovanje važećeg Certifikata kabinskog osoblja (CCA). Pored spomenutih dozvola, članovima posade se izdaju i ostale potvrde, poput potvrde o jezičnoj i potvrde o zdravstvenoj sposobnosti. Nakon stjecanja potrebnih dozvola i potvrda, članovi posade se dalje planiraju na periodična školovanja i treninge te provjere stručnosti.

Proces planiranja posada je dio cjelokupnog procesa planiranja resursa operatora koji se provodi u dvije osnovne faze, a to su faza pred taktičkog planiranja koja se obavlja tjednima ili mjesecima unaprijed, te faza taktičkog planiranja koja se provodi na dan operacije uslijed nastalih poremećaja. U pred taktičkoj fazi planiranja cilj je generirati raspored rada s minimalnim troškovima, dok je u taktičkoj fazi cilj održati pokrivenost rasporeda rada bez uzimanja troškova kao primarnog kriterija. Za rješavanje problema pokrivanja niza rotacija s minimalnim brojem članova posade, rabe se različiti moduli planiranja poput heurističkog modula, *Carmen* modula i modula grananja i vezanja. Operatori, shodno vlastitim potrebama, odabiru različite programske alate koji u sebi već imaju ugrađene module za planiranje posada. Od značajnijih programskih alata, ističu se Sabre AirCentre Crew Manager, Merlot Aero i NetLine/Crew.

Umor članova posade se može interpretirati kao opasnost koja predvidljivo degradira različite vrste ljudskih performansi i može pridonijeti zrakoplovnim nesrećama i incidentima. Na umor članova posade uvelike utječe raspored rada. Prilikom izrade rasporeda rada, treba težiti ka jednakoj raspodjeli radnog opterećenja u jednakom vremenskom razdoblju te pribjegavati rješenjima koji neće uzrokovati kronične poremećaje cirkadijskog ritma i poremećaje spavanje među članovima posade.

Radna vremena posade regulirana su regulativama Europske unije, EU Reg. 965/2012 i EU Reg. 83/2014. U sklopu spomenutih regulativa, propisana su ograničenja vremena leta i dužnosti te vremena za odmor članova posade. Za određena ograničenja utvrđeno je da su nedorečena odnosno da se pruža mogućnost za njihovom nadopunom. Ograničenje broja broja *split duty* dužnosti koji može biti planiran u mjesec dana te broj uzastopnih *split duty* dužnosti može smanjiti rizik od kroničnog poremećaja cirkadijanog ritma budnosti i spavanja. Osim toga, preporuka je da tijekom dvije lokalne noći u periodu minimalnog odmora, period od 22:00 do 06:00 bude planiran isključivo za san te da planirana dužnost u tom slučaju ne započinje prije 07:30. Ovime bi član posade imao priliku tijekom minimalnog odmora, u dvije noći zaredom ostvariti san od 8h u periodu između 22:00 i 06:00. Kod planskih produljenja FDP-a, preporuka je dan prije takvih dužnosti planirati kao slobodan dan ili ne planirati dužnosti poput noćnih dužnosti, *split duty* dužnosti i sličnih dužnosti koje bi mogle povećati rizik od pojave umora na dan planirane dužnosti s planskim produljenjem FDP-a.

U operativnoj fazi, raspored rada je podložan izmjenama jer letovi mogu biti otkazani ili odgođeni, član posada može otvoriti bolovanje itd. Operatori rješavaju te probleme tako što koriste robusnost rasporeda rada te pred taktički planiraju rezervne resurse poput dežurnih ili neraspoređenih članova posada. Općenito, problemi oporavka u taktičkoj fazi planiranja su složeniji od problema koji nastaju u pred taktičkoj fazi planiranja, počevši od pristupa kombinatornom modeliranju pa sve do odabira optimalne varijable odlučivanja. U taktičkoj fazi planiranja, planeri se služe različitim kombinatornim metodama kako bi raspored rada učinili održivim i sigurnim uz poštivanje svih zadanih ograničenja, no teško je razviti onu kombinatornu metodu planiranja za koju se zna da će biti optimalna i primjenjiva u svakom od slučajeva poremećaja.

Popis literature

- [1] EU. *Commission Regulation (EU) No 965/2012 of 5 October 2012 laying down technical requirements and administrative procedures related to air operations pursuant to Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council*. European Commission; 2012.
- [2] EU. *Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council of 20 February 2008 on common rules in the field of civil aviation and establishing a European Aviation Safety Agency, and repealing Council Directive 91/670/EEC, Regulation (EC) No 1592/2002 and Directive 2004/36/EC*. Poglavlje II. European Commission; 2008.
- [3] Sky Brary. *Pilot Flying (PF) and Pilot Monitoring (PM)*. Dostupno na: <https://skybrary.aero/articles/pilot-flying-pf-and-pilot-monitoring-pm> [Pristupljeno: 04.09.2023.]
- [4] EASA. *Easy Access Rules for Aircrew (Regulation (EU) No 1178/2011) - Revision from August 2023*. Dostupno na: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/online-publications/easy-access-rules-aircrew-regulation-eu-no?page=5> [Pristupljeno: 05.09.2023.]
- [5] Career Explorer. *What does a flight engineer do?*. Dostupno na: <https://www.careerexplorer.com/careers/flight-engineer/> [Pristupljeno: 10.09.2023.]
- [6] ICAO. *Annex 1 to the Convention on International Civil Aviation: Personnel Licensing*. Dvadeseto izdanje; 2018. Dostupno na: https://www.icao.int/APAC/Meetings/2019%20COSCAP%20SEAEASA%20PEL/AN01_cons.2019_compressed.pdf [Pristupljeno: 10.09.2023.]
- [7] The Inspire Academy. *Duties and Responsibilities of Cabin Crew*. Dostupno na: <https://theinspireacademy.com/blog/duties-and-responsibilities-of-cabin-crew/> [Pristupljeno: 15.09.2023.]
- [8] ICAO. *Annex 6: Operation Of Aircraft*; 2022.

- [9] EU. *Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council of 20 February 2008 on common rules in the field of civil aviation and establishing a European Aviation Safety Agency, and repealing Council Directive 91/670/EEC, Regulation (EC) No 1592/2002 and Directive 2004/36/EC*. Poglavlje IV. European Commission; 2008.
- [10] EASA. *FAQ n.45829, Determination of the minimum required number of cabin crew on an aircraft*. Dostupno na: <https://www.easa.europa.eu/en/faq/45829> [Pristupljeno: 16.09.2023.]
- [11] Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo. *Licenciranje*. Dostupno na: <http://www.ccaa.hr/licenciranje-i-skolstvo-41356> [Pristupljeno: 18.09.2023.]
- [12] EU. *Commission Regulation (EU) No 1178/2011 of 3 November 2011 laying down technical requirements and administrative procedures related to civil aviation aircrew pursuant to Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council*. European Commission; 2011.
- [13] EU. *Commission Implementing Regulation (EU) 2020/359 of 4 March 2020 amending Regulation (EU) No 1178/2011 laying down technical requirements and administrative procedures related to civil aviation aircrew pursuant to Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council*. European Commission; 2020.
- [14] EASA's Cabin Safety Expert Group. *Initial Training for Cabin Crew - Guidance Material*; 2022. Dostupno na: <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/137354/en> [Pristupljeno: 26.09.2023.]
- [15] Sky Brary. *Crew Resource Management (CRM)*. Dostupno na: <https://skybrary.aero/articles/crew-resource-management-crm> [Pristupljeno: 26.09.2023.]
- [16] EU. *Commission Regulation (EU) No 245/2014 of 13 March 2014 amending Commission Regulation (EU) No 1178/2011 of 3 November 2011 laying down technical requirements and administrative procedures related to civil aviation aircrew*. European Commission; 2014.
- [17] EU. *Commission Implementing Regulation (EU) 2019/27 of 19 December 2018 amending Regulation (EU) No 1178/2011 laying down technical requirements and*

- administrative procedures related to civil aviation aircrew pursuant to Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Council.* European Commission; 2019.
- [18] Gang Yu. *Operations research in the airline industry.* Austin, Texas, United States of America: University of Texas at Austin; 1998.
- [19] Wen X, Sun X, Sun Y, Yue X. *Airline crew scheduling: Models and algorithms.* Transportation Research Part E; 2021. Dostupno na <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1366554521000788> [Pristupljeno: 11.10.2023.]
- [20] Soumis F, Desrosiers J, Stojković M. *The Operational Airline Crew Scheduling Problem.* Transportation Science. 1998;32(3): 232-245. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/200035399_The_Operational_Airline_Crew_Scheduling_Problem [Pristupljeno: 11.11.2023.]
- [21] Kohl N, Karisch S. *Airline Crew Rostering: Problem Types, Modeling, and Optimization.* Kluwer Academic Publishers; 2004. Dostupno na: <https://www.inf.utfsm.cl/~mcriff/Tesistas/lista-papers/airline-crew-rostering.pdf> [Pristupljeno: 11.11.2023.]
- [22] Belobaba P, Odoni A, Barnhart C. *The global airline industry.* United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd; 2009. Dostupno na: <http://www.komaristy.ru/stud/the.global.airline.industry.pdf#page=172> [Pristupljeno: 30.09.2023.]
- [23] Tatalović M, Mišetić I, Bajić J. *Planiranje zračnog prijevoza.* Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu; 2017.
- [24] Cabral L, Cabral A, Freitas M, Maculan N, Carlos R, Pontes V. *An heuristic approach for large scale crew scheduling problems at Rio-Sul Airlines.* 2000. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/228677847_An_heuristic_approach_for_large_scale_crew_scheduling_problems_at_Rio-Sul_Airlines [Pristupljeno: 20.11.2023.]

- [25] AltexSoft. *Crew Management in Airlines: Planning and Scheduling with Sabre, Jeppesen, and others*. Dostupno na: <https://www.altexsoft.com/blog/crew-management-system-in-airlines/> [Pristupljeno: 20.11.2023.]
- [26] Zuse Institute Berlin. *Airline Crew Scheduling*. Dostupno na: <https://www.zib.de/projects/airline-crew-scheduling> [Pristupljeno: 21.11.2023.]
- [27] ICAO. *Fatigue Management Guide for Airline Operators*; 2015. Dostupno na: [https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20\(Final\)%20EN.pdf](https://www.icao.int/safety/fatiguemanagement/FRMS%20Tools/FMG%20for%20Airline%20Operators%202nd%20Ed%20(Final)%20EN.pdf) [Pristupljeno: 26.11.2023.]
- [28] Steiner S, Fakleš D, Gradišar T. *Problems of crew fatigue management in airline operations*. International Conference on Traffic and Transport Engineering (ICTTE); 29-30 studeni 2012, Beograd: Scientific Research Center Ltd. Belgrade; p. 617-623.
- [29] Journal of sleep disorders research. *Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society*. 2015;38(6): 843-844. Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4434546/> [Pristupljeno: 26.11.2023.]
- [30] Rosekind M, Gregory K, Elizabeth L. Co, Miller D, Dinges D. *Crew Factors in Flight Operations XII: A Survey of Sleep Quantity and Quality in On-Board Crew Rest Facilities*. California, United States of America: NASA Ames Research Center; 2000. Dostupno na: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20010038243/downloads/20010038243.pdf> [Pristupljeno: 27.11.2023.]
- [31] EU. *Commission Regulation (EU) No 83/2014 of 29 January 2014 amending Regulation (EU) No 965/2012 laying down technical requirements and administrative procedures related to air operations pursuant to Regulation (EC) No 216/2008 of the European Parliament and of the Council*. European Commission; 2014.
- [32] Healy G. *Understanding EASA FTL 2016 – A Generic Interpretation*. Nezavisno objavljeno; 2017.

Popis kratica

API	(Application Programming Interface) Aplikacijsko programsko sučelje
ATPL	(Airline Transport Pilot Licence) Dozvola prometnog pilota
CAA	(Civil Aviation Authority) Agencija za civilno zrakoplovstvo
CCA	(Cabin Crew Attestation) Potvrda kabinskog osoblja
CPL	(Commercial Pilot Licence) Dozvola profesionalnog pilota
CRM	(Crew Resource Management) Upravljanje resursima posade
DHC	(Dead Head Crew) Član posade koji se premješta po nalogu operatora
DT	(Duty Period) Vrijeme dužnosti
EASA	(European Union Aviation Safety Agency) Europska agencija za zrakoplovnu sigurnost
FDP	(Flight Duty Period) Vrijeme letačke dužnosti
FSTD	(Flight Simulation Training Device) Uređaj za simulaciju letenja
FTL	(Flight Time Limitations) Ograničenja vremena letenja
ICAO	(International Civil Aviation Organization) Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva
IR	(Instrument Rating) Ovlaštenje za instrumentalno letenje
LAPS	(Light Aircraft Pilot Licence) Dozvola pilota lakog zrakoplova
MOPSC	(Maximum Operational Passenger Seating Configuration) Najveća operativna konfiguracija putničkih sjedala
MPL	(Multi-crew Pilot Licence) Dozvola pilota višečlane posade
OBS	(Observer) Promatrač
PF	(Pilot Flying) Pilot koji leti

PIC	(Pilot in Command) Pilot zapovjednik
PICUS	(Pilot in Command Under Aupervision) Zapovjednik zrakoplova pod nadzorom
PM	(Pilot Monitoring) Pilot koji nadzire
PPL	(Private Pilot Licence) Dozvola privatnog pilota
REM	(Rapid Eye Movement) Spavanje s brzim pokretima očiju
SARP	(Standards and Recommended Practices) Standardi i preporučene prakse
SCCM	(Senior Cabin Crew Member) Viši član kabinskog osoblja
SPO	(Single Pilot Operations) Operacije sa jednim pilotom
STC	(Supplemental Type Certificate) Dopunski tipski certifikat zrakoplova
STD	(Scheduled Time of Departure) Predviđeno vrijeme polijetanja
TCDS	(Type Certificate Data Sheet) List s podacima o certifikatu tipa zrakoplova
TMG	(Touring Motor Glider) Turistička motorna jedrilica
TR	(Type Rating) Ovlaštenje za tip zrakoplova
UTC	(Coordinated Universal Time) Koordinirano svjetsko vrijeme
WOCL	(Window of Circadian Low) Spora faza cirkadijskog ritma

Popis slika

Slika 1. Proces planiranja posada kao dio planiranja ukupnih operativnih resursa	20
Slika 2. Klasifikacija procesa planiranja posada.....	21
Slika 3. Ulazni podaci za izradu roстера.....	22
Slika 4. Izgled pairinga u rosteru	23
Slika 5. Problem uparivanja posada.....	24
Slika 6. Elementi Carmen sustava	29
Slika 7. Izgled sučelja za uparivanje i raspoređivanje posada u sklopu programskog alata Sabre AirCentre Crew Manager.....	33
Slika 8. Izgled radnog sučelja programskog alata Merlot Aero.....	34
Slika 9. Izgled sučelja za izradu pairinga u sklopu programa NetLine/Crew.....	35
Slika 10. Vremenska razdoblja pogodna za spavanje	38
Slika 11. Koordinirano svjetsko vrijeme.....	42
Slika 12. Vrijeme dužnosti (DT) i vrijeme letačke dužnosti (FDP).....	43
Slika 13. Planirani raspored aktivnosti izvan baze	49
Slika 14. Minimalni odmor	50
Slika 15. Rane/kasne dužnosti	51
Slika 16. Prikaz pozicioniranja prije i nakon operativnih sektora	52
Slika 17. Problem taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije.....	56
Slika 18. Moguća rješenja problema taktičkog dodjeljivanja dva nepokrivena sektora na dan operacije.....	57
Slika 19. Problem taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije	58
Slika 20. Prvo rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije.....	59
Slika 21. Drugo rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije.....	59
Slika 22. Treće rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije.....	60
Slika 23. Četvrto rješenje problema taktičkog dodjeljivanja četiri nepokrivena sektora na dan operacije.....	61

Popis tablica

Tablica 1. Stanje aklimatizacije	41
Tablica 2. Maksimalni dnevni FDP za aklimatizirane članove posade.....	44
Tablica 3. Maksimalni dnevni FDP sa produženjem.....	45

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

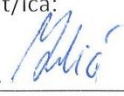
IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ **diplomski rad**
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega 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 diplomskog rada pod naslovom Utjecaj kumulativnih ograničenja rada letačkog i kabinskog osoblja na proces planiranja posada, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 31.1.2024.

Student/ica:

Marko Jukić,
(ime i prezime, potpis)