

9. ODRŽAVANJE TRANSPORTNIH SREDSTAVA

Tokom rada transportnih sredstava, složenih popravljivih tehničkih sistema, sa promenom stanja menjaju se i njihove eksploataciono-tehničke (ET¹) karakteristike. Skup intervencija održavanja, čiji je zadatak da obezbede ispravan rad tehničkog sistema, odnosno odgovarajuće karakteristike pouzdanosti,^[B.3] utiče pozitivno na promenu ET svojstava. Šire posmatrano, priprema transportnog sredstva za rad obuhvata i intervencije snabdevanja gorivom, tehničkog pregleda i slično, koje se obavljaju najčešće u jedinstvenom tehnološkom sistemu i posmatraju organizaciono i informaciono kao jedinstven skup. Ovaj skup intervencija nazvaće se tehničko opsluživanje² transportnih sredstava.

Može da se zaključi da se tokom obavljanja transportnog procesa menja stanje sredstava i dolazi moment kada je neophodno izvršiti neku od intervencija tehničkog opsluživanja. Tada se prekida proces transportnog rada i otpočinje proces opsluživanja tokom koga se, takođe, menja stanje transportnih sredstava, ali u pozitivnom smeru. Po završetku intervencija opsluživanja, sredstvo ponovo može da se uključi u transportni proces.

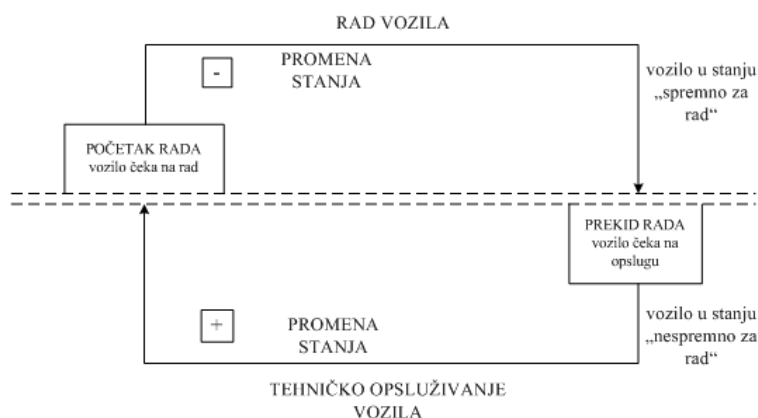
Dakle, može da se usvoji postavka da se u direktnoj međusobnoj zavisnosti odvijaju tri osnovna procesa:

¹ *Eksploataciono-tehnička (ET) svojstva transportnog sredstva pokazuju mogućnost njegovog punog iskorišćenja u određenim uslovima i omogućavaju da se oceni u kojoj meri određeno konstrukciono rešenje transportnog sredstva odgovara datim uslovima eksploatacije^[B.17]*

² *Oppluživanje transportnih sredstava u širem smislu obuhvata i niz usluga: registraciju, osiguranje, kadrovske poslove, računovodstvene poslove i slična opsluživanja, kao i period u kome se obavljaju intervencije na transportnom sredstvu.*

- transportni (radni) proces,
- proces promene stanja transportnih sredstava i
- proces tehničkog opsluživanja transportnih sredstava.

Posmatrano u odnosu na jedno transportno sredstvo, ciklično se smenjuju proces rada i proces opsluživanja. Oba su, naravno, praćena promenom stanja (Slika 9.1).



Slika 9.1. Ciklično smenjivanje procesa tokom eksploatacionog veka jednog transportnog sredstva

Važno je ovde uočiti dva karakteristična stanja u kojima transportno sredstvo može da se nalazi u odnosu na mogućnost obavljanja transportnog rada (Slika 9.1):

- stanje kada je transportno sredstvo „spremno za rad“ – period po obavljanju neophodnih intervencija opsluživanja, pa do ispostavljanja sledećeg zahteva za opslugom i
- stanje kada je transportno sredstvo „nespremno za rad“ – period kada transportno sredstvo čeka na intervencije

Proces promene stanja i izmene energije uslovljava u određenom momentu prelazak transportnih sredstava iz stanja „spremno za rad“ u stanje „nespremno za rad“, da bi nakon obavljanja intervencija opsluživanja stanje transportnog sredstva ponovo postalo „spremno za rad“.

Transportni proces se ovde posmatra prvenstveno sa aspekta međusobnog uticaja procesa promene stanja i procesa tehničkog opsluživanja.

U planiranom momentu vremena, transportno sredstvo „spremno za rad“ iz odgovarajuće KE³ grupe sa „raspoloživim“ rukovaocem otpočinje radni pro-

³ Konstruktivsko-eksploataciona (KE) grupa transportnog sredstva je homogeni skup transportnih sredstava, iste konstrukcije koje rade u sličnim uslovima u približno istom periodu.

ces. Mobilno transportno sredstvo ide na mesto utovara, vozi robu (putnike), istovaruje se, eventualno izvestan broj puta ponavlja ovaj proces, te se, takođe, planiski vraća u bazu gde se opslužuje. Ovaj jedan ciklus, od izlaska do povratka u bazu može da se nazove „radnim zadatkom“. Radni zadatak je određen:^{[B.4],[B.18]}

- vrstom transportnog sredstva (KE grupa) – A,
- vremenom otpočinjanja radnog zadatka – B,
- putem ili vremenom rada – C,
- vremenom okončanja radnog zadatka – D i
- transportnim radom (koji treba da se obavi) – E,

tj. jednim petodimenzionalnim vektorom. Sama struktura radnog zadatka ovde nije predmet razmatranja.

Skup svih radnih zadataka (planska kategorija) koji se obavljaju u određenom periodu vremena (dan, nedelja) nazvaće se „Operativni program rada“ (OPR). Zavisno od vrste transportnog rada, OPR može da ima različite oblike i da se odnosi na različite periode vremena. Na primer, kod prevoza putnika, koji je najčešće linijski, OPR je determinisan i može da se definiše matricom čije su vrste vektori koji definišu radne zadatke:

$$OPR = \begin{pmatrix} A_1 & B_1 & C_1 & D_1 & E_1 \\ A_2 & B_2 & C_2 & D_2 & E_2 \\ A_3 & B_3 & C_3 & D_3 & E_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_n & B_n & C_n & D_n & E_n \end{pmatrix}$$

OPR je proizvod procesa odlučivanja na nivou složenog poslovnog sistema preduzeća i predstavlja osnovu za donošenje operativnih odluka.

U odnosu na vremensku osu, odnos transportnog procesa i stanja transportnog sredstva može da se prikaže na način prikazan na slici 9.2.

Prva osa se odnosi na stanje spremnosti i-tog transportnog sredstva iz neke j-te KE (konstrukcijsko-eksploatacione) grupe transportnih sredstava posmatranog voznog parka.

Druga osa se odnosi na plan rada i-tog transportnog sredstva j-te KE grupe i obuhvata radne zadatke koje treba da obavi jedno transportno sredstvo te KE grupe (deo skupa svih radnih zadataka te KE grupe transportnih sredstava).

Na trećoj osi se vidi rezultat, tj. vreme tokom koga je transportno sredstvo radilo i vreme kada je trebalo da radi, a zbog „nespremnosti“ nije radilo, pa je korišćeno transportno sredstvo iz rezerve ili je taj deo planiranih radnih zadataka otkazan.

hronološkom redosledu. Ako se sa $m(t)$ označi promenljiva koja predstavlja broj radnih zadataka koji se obavljaju sa po jednim transportnim sredstvom te KE grupe, onda je broj neophodnih transportnih sredstava za obavljanje transportnih zadataka (N_n), pod pretpostavkom da transportna sredstva ne otkazuju.^[B.19]

$$N_n = \max_t \{m(t)\} \quad (9.1)$$

Obavljanje svih planiranih radnih zadataka uslovljava, zbog postojanja intervala t_{sj} , da broj potrebnih transportnih sredstava (N_p) bude najčešće veći od broja neophodnih:

$$N_p > N_n \quad (9.2)$$

U kojoj će se meri razlikovati N_n i N_p zavisi od:

- dužine, položaja u vremenu i učestalosti intervala t_2 (to je rezultat konstrukcije transportnog sredstva i stanja u kome se nalazi, kako i koliko intenzivno radi i kako se i kada opslužuje) i
- dužine i položaja intervala t_3 posmatranog skupa radnih zadataka.

U konkretnom voznom parku u posmatranoj KE grupi nalazi se N_i transportnih sredstava od kojih je u nekom momentu N_S „spremno za rad“. Ovaj broj je, kako se vidi, slučajan i zavistan od vremena, pa se može reći da je stanje sistema u pogledu spremnosti transportnih sredstava po KE grupama određeno diskretnim slučajnim procesom, u oznaci $N_S(t)$.

Polazeći od postavke da je procesom odlučivanja, na nivou upravljanja transportnim procesom, određeno $N_n(t)$ (na osnovu programa rada), potrebno je upravljati procesom $N_S(t)$ sa ciljem da se postigne:

$$N_S(t) > N_n(t) \quad (9.3)$$

uz što je moguće manje troškove. Kako na $N_S(t)$ utiče proces tehničkog opsluživanja u svojoj interakciji sa transportnim procesom i procesom promene stanja, u procesu upravljanja sva ova tri procesa moraju da se posmatraju integralno i u kontekstu međuzavisnosti. Proces opsluživanja, odnosno održavanja, jeste proces podrške transportnom procesu i kao takav se mora posmatrati u svim analizama.

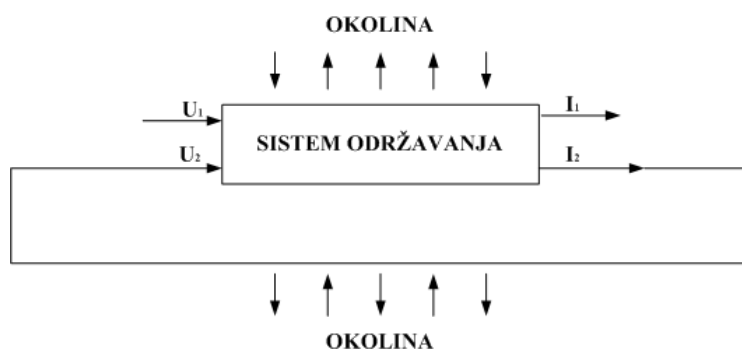
9.1. Cilj održavanja

Na koji način i prema kojim kriterijumima će se održavanje realizovati zavisi u značajnoj meri od strukture i proizvodnog programa preduzeća u okviru koga se ovaj proces realizuje. Sigurno je da se proces održavanja realizuje u

okviru sistema čiji je zadatak da obezbedi ispravan rad transportnih sredstava koja se u njemu održavaju, ali prema širem kontekstu mogu da se uoče dva karakteristična slučaja:

- A. Sistem za održavanje podržava prvenstveno konkretan vozni park jednog preduzeća.
- B. Sistem za održavanje čini samostalnu poslovnu jedinicu.

U slučaju održavanja voznog parka jednog preduzeća, sistem održavanja realizuje zahteve za održavanjem transportnih sredstava u skladu sa zahtevima za transportom koji proizilaze iz radnog procesa. Oprema, kadrovi i finansijska sredstva neophodna za redovno poslovanje i investicione poduhvate su resursi kojima ovaj sistem u najvećem broju slučajeva raspolaže, ali je neophodno njihovo neprestano prilagođavanje potrebama sistema (proširivanje, održavanje, menjanje, usavršavanje u interakciji sa okolinom: drugim delovima preduzeća, bankama, obrazovnim institucijama i sl.). Ovi resursi se u tom smislu mogu posmatrati kao ulazi (U_1 – Slika 9.3) u sistem održavanja.



- U_1 – sredstva za rad, kadrovi, finansijski resursi, rezervni delovi, energija
- U_2 – vozila „nespremna za rad“
- I_1 – informacije, otpisana vozila i materijal ...
- I_2 – vozila „spremna za rad“

Slika 9.3. Sistem održavanja kao „crna kutija“

Polazeći od činjenica:

- da se tokom transportnog procesa odvija promena stanja i
- da transportni proces ima primarni uticaj⁴ na proces formiranja zahteva za održavanjem,

smatra se da se transportna sredstva sa zahtevom za opslugu mogu posmatrati kao ulazi (U_2 , Slika 9.3) u sistem održavanja.^[B.4]

⁴ Na proces formiranja zahteva za održavanjem utiče i sistem održavanja kvalitetom intervencija i sprovođenjem preventivnih intervencija.

Značajan ulaz u ovaj sistem su i novonabavljeni rezervni agregati, sklopovi i delovi, energija, i sav potrebni materijal (U_1 – Slika 9.3).

Izlaz (I_2 – Slika 9.3) iz sistema održavanja su transportna sredstva čiji su zahtevi za opslugom realizovani. Kao izlaz se posmatraju i informacije i direktni uticaji na okolinu (I_1). Informacije se, globalno posmatrano, odnose na potrebe sistema vezane za njegov rad, mogućnosti obavljanja rada sistema, kao i na ostvareni rad. Direktni uticaj sistema na okolinu čine otpisana transportna sredstva, delovi, materijal, upotrebljena voda i slično.

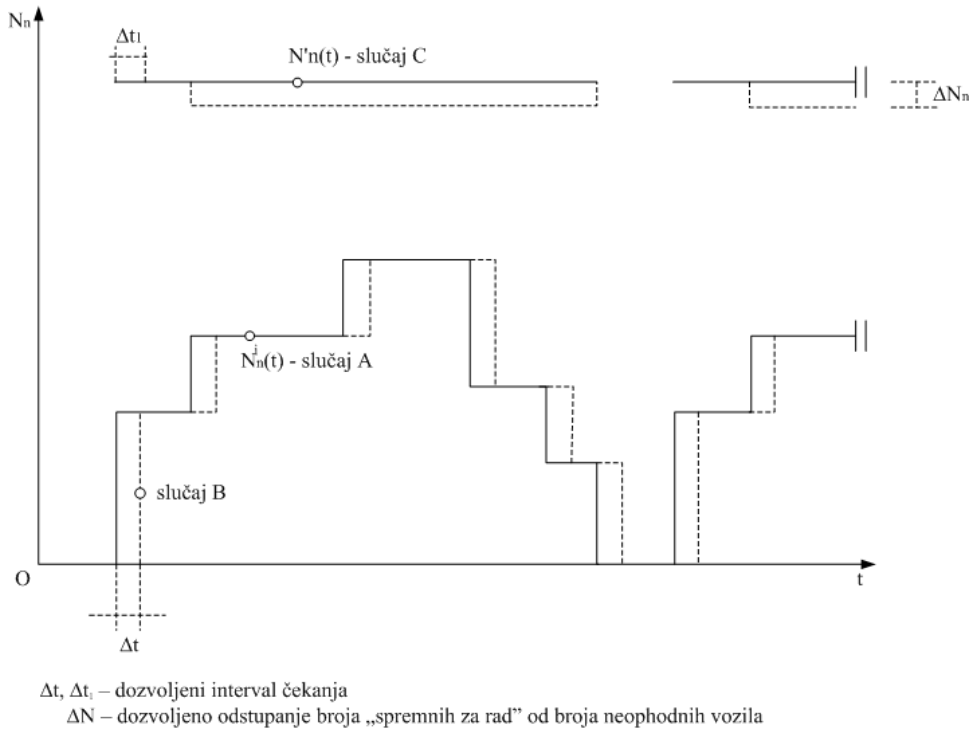
Na tok procesa održavanja utiču promene samog sistema (tehnologija, organizacija i slično) i okruženje koje ovde, na prvom mestu, čine drugi delovi preduzeća u okviru kojih se generišu zahtevi za opslugom i šira okolina preduzeća iz koje se dopunjavaju resursi i permanentno nabavlja energija, rezervni delovi, materijal i slično. Okolinu sistema tako čine ostali delovi preduzeća i okolina preduzeća (društveno-politički sistem, tržište, konkurencija – preko uticaja na proizvodni proces, priroda).

Polazeći od definicije da cilj predstavlja željeni podskup u prostoru stanja sistema (izlaza), potrebno je da se odredi šta je željeni podskup stanja i čime je određen.

Osnovna činjenica od koje se mora poći pri analizi jeste da je, u ovom slučaju, sistem održavanja podsistem sistema preduzeća. Sa druge strane, poštujući sistemski prilaz, optimalno poslovanje sistema preduzeća može da se ostvari jedino uzajamnim usklađivanjem rada svih funkcija jer se na umu neprestano imaju ciljevi celine, a ne njenih delova.^[B.20] Kako je cilj preduzeća u određenom vremenskom periodu da realizuje određeni plan proizvodnje, to se održavanjem mora obezbediti neophodan broj transportnih sredstava u stanju „spremno za rad“ u planski određenom momentu ili intervalu vremena, sa dovoljno visokom pouzdanošću u intervalu radnog zadatka ili u periodu između preventivnih intervencija održavanja.

Ukoliko je plan kratkoročniji, egzaktnije su određeni zahtevi u odnosu na neophodan broj transportnih sredstava (N_n), tj. moguće je egzaktnije odrediti ovaj elemenat cilja. U najpovoljnijem slučaju, kada se pristupa realizaciji kratkoročnog plana, radni proces je određen operativnim programom rada (OPR). Tada je cilj sistema egzaktno određen neslučajnom vremenskom funkcijom broja neophodnih transportnih sredstava u oznaci $N_n^{(i)}(t)$ (i se odnosi na odgovarajuću KE grupu transportnih sredstava) koja je determinisana pomoću OPR (slučaj A Slika 9.4).^[B.4] Povoljan slučaj je ako je moguće definisati dozvoljeno odstupanje ove funkcije. Tipičan primer ovog slučaja je javni gradski prevoz i linijski međugradski putnički prevoz. Tu je i period trajanja jednog OPR relativno dug. Kod transporta tereta, egzaktnost programa rada se smanjuje na prvom mestu zbog rada sa većim intervalima mogućeg čekanja na transportno sredstvo (slučaj B Slika 9.4). Dalje, postoje preduzeća koja delom svojih kapaciteta ispunjavaju slučajne zahteve tržišta čiji je period planiranja realizacije relativno kratak. U ovim slučajevima

se obično javlja zahtev za određenim brojem spremnih transportnih sredstava u određenom periodu vremena (slučaj C Slika 9.4).



Slika 9.4. Funkcija broja neophodnih transportnih sredstava

Funkcija broja neophodnih transportnih sredstava često ima cikličan karakter. Ciklus je najčešće dan, odnosno nedelja dana.

Dakle, cilj sistema održavanja jeste da omogući realizaciju cilja preduzeća kroz obezbeđenje transportnih sredstava odgovarajuće KE grupe u stanju „spremno za rad“, u periodu kada su potrebna i dokle su potrebna, sa određenim nivoom pouzdanosti. Željeni skup stanja predstavljaju određene vrednosti parametara sistema održavanja kojima se realizuje postavljeni cilj. Postavlja se pitanje da li su jedino parametri sistema održavanja ti koji utiču na ostvarenje zadatog cilja?

Jedan ekstremni slučaj bi mogao biti da u okviru preduzeća ne postoji sistem održavanja transportnih sredstava. Sa svakim otkazom, broj potrebnih transportnih sredstava (N_p), za dostizanje N_n u određenom momentu vremena povećava se za jedan. Troškovi nabavke transportnih sredstava će intenzivno rasti. Uvođenjem samo korektivnih intervencija (vidi poglavlje 9.2.) transportna sredstva će se posle određenog perioda održavanja opet vraćati u radni proces, te će se smanjiti potreba za nabavkom novih.

Ekstremni slučaj u drugom smeru bio bi maksimalno razvijen sistem održavanja: kapaciteti pogona za održavanje su veliki (nema čekanja na opslugu i dobro je razvijen program preventivnih intervencija). Praktično se javljaju samo „iznenadni otkazi“ i otkazi usled udesa. U tom slučaju je broj N_p blizak broju N_n , ali su ulaganja u sistem održavanja izuzetno velika.

Ovo znači da se pri posmatranju cilja sistema održavanja i mogućnosti njegove realizacije moraju uporedno, ili iterativno, usklađivati obim i struktura voznog parka, nivo pouzdanosti transportnih sredstava i parametri sistema održavanja, a sve u odnosu na usvojeni cilj preduzeća.

Kako je cilj preduzeća rezultat procesa optimizacije, koji iterativno uključuje dejstvo sistema održavanja u jednom periodu rada preduzeća, sistem održavanja može da bude praktično doveden u optimalno stanje (tj. da daje dobar efekat u odnosu na cilj preduzeća). U sledećem periodu vremena razvojem preduzeća može da se poveća obim transportnog rada. Ako se ne bi menjao sistem održavanja, već se npr. samo povećavao broj transportnih sredstava, sistem održavanja se, iako bi i dalje „po sebi“ dobro radio i zadržao dobru proizvodnost i sl, ne bi više nalazio u optimalnom stanju u odnosu na preduzeće. Postao bi ograničavajući deo preduzeća i doveo bi do „prekomerne“ nabavke transportnih sredstava kao kompenzacije njegovog npr. nedovoljnog kapaciteta. Ili suprotan slučaj: vozni park je delom obnovljen transportnim sredstvima nove tehnološke generacije. Sistem održavanja sad nije osposobljen da vrši neke intervencije (plastika, aluminijum, mikroprocesori...), a npr. znatno viši kvalitet transportnog sredstva dovođi do povećanja pouzdanosti i do značajnog smanjenja frekvencije i obima zahteva za intervencijama. Postojeći kapaciteti sistema održavanja postaju balast (znatno su veći od potrebnih i delom neprilagođeni novim zahtevima), tako da njihovi troškovi opterećuju rad preduzeća.

U drugom karakterističnom slučaju, kako je rečeno, radovi održavanja se realizuju u okviru samostalnih poslovnih jedinica preduzeća. Sistem za održavanje transportnih sredstava nije ograničen na konkretni vozni park, već realizuje zahteve za održavanjem na:

- transportnim sredstvima konkretnog proizvođača (jednog ili više),
- određenim agregatima konkretnih proizvođača: pumpe visokog pritiska, motori, električni agregati, nadgradnje i sl.,
- svim transportnim sredstvima, obavljajući samo određene intervencije: pranje, mazački radovi, dijagnostički radovi.

Osnovni preduslov za poslovanje preduzeća koja pružaju usluge iz oblasti održavanja transportnih sredstava jeste da su otvorena tržištu i da se razvijaju prema zahtevima i mogućnostima tržišta. U manjoj meri ispunjavaju ugovorne obaveze sa proizvođačima transportnih sredstava.

Proizvodni sistem, u ovom slučaju, čini sistem za održavanje. Osnovna koncepcija i moguća struktura ovog sistema je analogna sistemu koji je predhod-

no obrađen. Specifičnost ovog slučaja je da transportna sredstva sa zahtevom za opslugu koja su posmatrana kao ulaz U_2 u sistem (Slika 9.3), ulaze sa svojim zahtevima, a da sistem za održavanje nije u direktnoj vezi sa transportnim procesom, koji je jedan od glavnih uticajnih činilaca u procesu ispostavljanja zahteva za održavanjem. Moguć je slučaj čvršće poslovne veze između korisnika transportnih sredstava i preduzeća koje ih održava kada transportni proces intenzivnije utiče na proces održavanja.

Cilj sistema za održavanje transportnih sredstava u ovom slučaju je znatno jednostavniji: da se kvalitetno obavi maksimalna količina rada u jedinici vremena. Klijenti se brzo i kvalitetno opslužuju što utiče na njihov ponovni dolazak i na širenje kruga klijenata. Kvalitet obavljenih intervencija uticaće na dva načina na poslovanje preduzeća:

- smanjuje broj dolazaka transportnih sredstava na intervencije i
- širi krug klijenata.

Na taj način se kvalitet intervencija javlja kao tržišna kategorija: sa malo višim kvalitetom od prosečnog u posmatranoj sredini može se doći do pozitivnih efekata. To znači da nema precizno definisanih zahteva u odnosu na kvalitet (izuzetak su preduzeća koja rade pod ugovorom sa proizvođačima transportnih sredstava jer proizvođači definišu minimalno prihvatljiv nivo kvaliteta).

9.2. Konceptija održavanja

Prema^[B.2], pod konceptijom održavanja se podrazumevaju načela na kojima se donose odluke o svim elementima bitnim za sprovođenje postupaka održavanja, posebno u odnosu na njihov sadržaj i periodiku, tj. vreme. Veći broj mogućih konceptijskih rešenja svodi se u suštini na dve osnovne konceptije: preventivno i korektivno održavanje.

Osnovna karakteristika *preventivnog održavanja* je da se postupci održavanja sprovede pre pojave otkaza, da postupci preventivnog održavanja imaju zadatak da spreče ili da odlože pojavu otkaza.

U slučaju kada se sprovodi *korektivno održavanje* intervencije se sprovode samo kada dođe do otkaza. Zadatak je, u ovom slučaju, da se tehnički sistem u otkazu dovede u ispravno stanje.

U praksi se najčešće sreće kombinacija pomenutih osnovnih konceptija: kombinovano održavanje. Kod primene ove konceptije, pojedini sklopovi, agregati, podsistemi transportnog sredstva se održavaju preventivno, a drugi korektivno.

Pri razradi konceptije održavanja posebna pažnja se posvećuje preventivnom održavanju i odnosu preventivnog i korektivnog održavanja koji praktično proizilazi iz definisanog programa preventivnih intervencija (PPI).

Najširu primenu imaju dva osnovna vida preventivnog održavanja.^[B.2]

- preventivno održavanje koje se prvenstveno zasniva na informacijama o pouzdanosti posmatranog sistema i njegovih sklopova i elemenata, kada se postupci preventivnog održavanja planiraju tako da obezbede zahtevani nivo sigurnosti rada posmatranog sistema i
- preventivno održavanje koje se pored informacija o pouzdanosti zasniva i na stalnom i sistematskom praćenju i osmatranju izabranih i unapred određenih parametara i pokazatelja koji dovoljno sigurno govore o stanju sistema i njegovih važnijih elemenata, čime se dalje poboljšavaju postupci preventivnog održavanja: bolja sigurnost i bolja ekonomičnost.

Oba vida preventivnog održavanja mogu da se realizuju u nekim unapred određenim periodima vremena (prema programu sa utvrđenim ciklusom koji se često naziva program preventivnih intervencija – PPI) ili u trenucima vremena koji nisu unapred određeni, već se tokom rada sistema biraju ili „adaptiraju“, u zavisnosti od stvarnog stanja sistema i konstatovanih potreba za održavanjem.

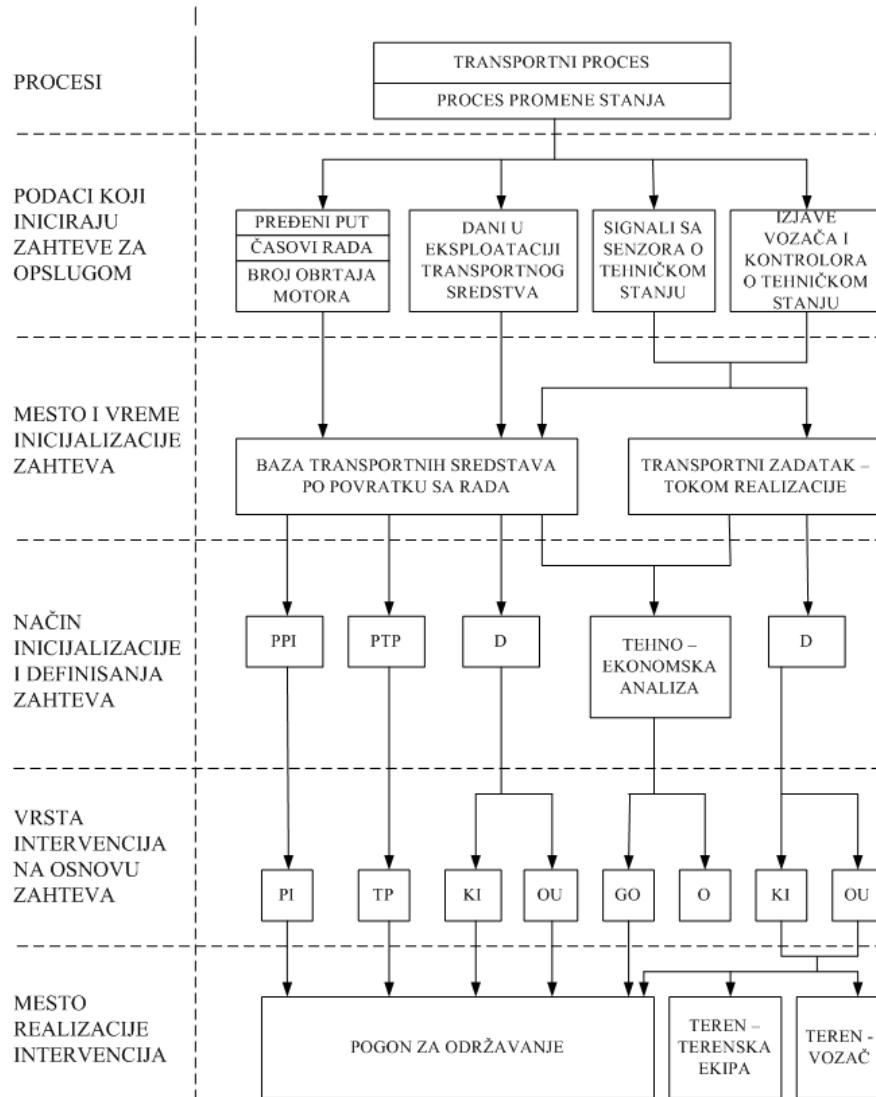
Često se, u odnosu na moment sprovođenja intervencija, primenjuje sprovođenje postupka preventivnog održavanja onda kada je to najlakše, tj. kada će to izazvati najmanje teškoća. Na primer, dok je transportno sredstvo u radionici zbog nekog otkaza, mogu da se obave određeni postupci održavanja na elementima i sklopovima koji nisu zahvaćeni tim otkazom. Ovaj način održavanja naziva se *oportunističko održavanje*.^{[B.2],[B.21]}

Izbor i razrada koncepcije održavanja čine veoma složen upravljački problem, čijim rešavanjem se bavi veći broj autora.^{[B.2],[B.5],[B.21]} Za korisnike transportnih sredstava primaran značaj ima koncepcija koju su definisali proizvođači transportnih sredstava, najčešće preko programa preventivnih intervencija – PPI. U procesu korišćenja transportnih sredstava definisana koncepcija se adaptira konkretnim uslovima rada i okruženju transportnog sredstva.

9.3. Ispostavljanje zahteva⁵ za opslugom

Tokom rada transportnih sredstava, promenom stanja, stvaraju se uslovi za pojavu zahteva za održavanjem. Moment pojave zahteva, njihov broj i vrsta su stohastičke veličine zavisne od transportnog procesa, transportnih sredstava koja ga realizuju i procesa održavanja.

⁵ Pod terminom zahtev će se u daljem tekstu podrazumevati potreba za izvršenjem odgovarajuće intervencije kako bi se transportno sredstvo vratilo u stanje „spremno za rad“ i time bilo spremno za uključjenje u transportni proces.



LEGENDA:

PPI – Program preventivnih intervencija	TP – Tehnički pregled
PTP – Program tehničkog pregleda	KI – Korektivne intervencije
D – Dijagnostika	OU – Oporavke udesa
PI – Preventivne intervencije	GO – Generalne opravke
	O – Otpis

Slika 9.5. Ispostavljanje zahteva za opslugom

Zahtev za intervencijom nastaje po povratku transportnog sredstva sa rada ili po prinudnom prekidu rada. Tada se vrši primopredaja i kontrola transportnog sredstva, pri čemu se registruju i identifikuju otkazi. Sa druge strane, sam proces održavanja transportnog sredstva utiče na proces promene stanja transportnih sredstava sprovođenjem određenog programa preventivnih intervencija (PPI). Prinudni karakter izvršenja ovih intervencija dovodi do ispostavljanja zahteva za obavljanjem preventivnih radova.

Kraj eksploatacionog veka agregata, odnosno transportnog sredstva, određuje se tehnoekonomskim metodama. Rezultat je zahtev za generalnom opravkom ili otpis posmatranog sredstva.

Ispunjavanje eventualnih zahteva za otklanjanje posledica udesa, zahteva za snabdevanje gorivom i zakonom uslovljenih planskih zahteva za obavljanjem tehničkog pregleda (Slika 9.5) takođe je neophodno da bi se to transportno sredstvo dovelo u stanje „spremno za rad“.

Čekanje na radni zadatak i čekanje na obavljanje radova po ispostavljenim zahtevima uslovljava ispunjenje zahteva za smeštajem transportnih sredstava.

Od vrste, načina i momenta ispostavljanja zahteva zavisi kako će i kada on biti realizovan. Mogu da se uoče dva karakteristična slučaja:

1. Transportno sredstvo u celosti obavlja radni zadatak i vraća se u bazu (mesto smeštaja transportnog sredstva i eventualno njegovog održavanja). Pri ulasku u bazu obavljaju se određene intervencije identifikacije, primopredaje i kontrole sredstva. U momentu ulaska u bazu vrši se preispitivanje stanja transportnog sredstva u smislu njegove spremnosti za dalji rad i definisanje eventualnih zahteva za održavanjem. Mogući su sledeći slučajevi:

- na osnovu pređene kilometraže, dana nabavke transportnog sredstva ili nekog drugog usvojenog kriterijuma, utvrđuje se da li postoji potreba obavljanja:
 - programom definisanih preventivnih intervencija (određeni stepen PPI),
 - generalne opravke – GO (eventualno: otpis transportnog sredstva),
 - tehničkog pregleda – TP.

Ovde se često, uz definisan zahtev, daje tolerantno područje (npr. 1000 km za PPI ili 30 dana za TP).

- na osnovu obrade signala sa senzora na transportnom sredstvu direktno se utvrđuje da li se javio neki otkaz i koji je to otkaz ili se sredstvo šalje na dijagnostiku radi utvrđivanja vrste otkaza i preciznog definisanja zahteva za intervencijama,
- na osnovu izjave vozača i kontrole transportnog sredstva utvrđuju se eventualni nevažni ili delimični otkazi transportnog sredstva nastali tokom rada ili se sredstvo šalje na dijagnostiku sa istim ciljem.

2. Tokom realizacije radnog zadatka na transportnom sredstvu dolazi do otkaza koji dovodi do trenutnog prekida rada transportnog sredstva. Ovo je slučaj kod kritičnih otkaza elemenata (bitan poremećaj u funkcionisanju transportnog sredstva) čiji je uzrok bilo promena stanja tokom eksploatacije, ili havarija pri udesu. Postoje dve mogućnosti postupanja po zahtevu u ovom slučaju:

- vozač otklanja otkaz ili ga delimično otklanja (i po povratku u bazu prijavljuje da bi se intervencija kvalitetno okončala) čime se, uz zakašnjenje, završava radni zadatak,
- obaveštava se baza o otkazu, pa se zavisno od vrste otkaza i mogućnosti otklanjanja na licu mesta:
 - šalje terenska ekipa radi otklanjanja otkaza, a transportno sredstvo nastavlja radni zadatak uz značajno kašnjenje ili
 - vrše pretovar tereta u drugo transportno sredstvo i transport neispravnog sredstva trećim transportnim sredstvom u bazu, što izaziva značajni poremećaj u realizaciji radnog zadatka i značajne troškove.

U slučaju kada se vrši pretovar, moment dolaska transportnog sredstva u bazu, kad može da započne i intervencija na njemu, zavisi od mesta udaljenosti pojave otkaza i raspolaganja transportnim sredstvima za vuču i za preuzimanje tereta (nekad i za pretovar).

Poseban slučaj predstavlja izrada zahteva za generalnom opravkom – GO ili otpisom posmatranog transportnog sredstva. Ovaj zahtev, koji je rezultat kompleksne tehnokonomске analize, nastaje praćenjem promene stanja transportnog sredstva i ukupnih troškova održavanja.

Posmatrajući proces ispostavljanja zahteva u celosti, može da se zaključi da postoji više mesta na kojima zahtevi nastaju i veliki broj vrsta zahteva. Da bi se stekla jasnija slika o ovom procesu, dat je matrični prikaz inicijalizacije tehničkih intervencija na transportnim sredstvima (Slika 9.6). Kodom 1 označeno je postojanje veze između mesta inicijalizacije i inicirane grupe intervencija.

Neophodno je da se uspostavi veza između odvijanja procesa održavanja i transportnog procesa, sa kojim se istovremeno odvija proces promene stanja. Na operativnom nivou, funkciju ove veze ima prijem-otprema transportnih sredstava (PO) koja je u neposrednoj vezi sa dispečerskim centrom⁶. Tu transportna sredstva iz transportnog procesa prelaze u proces održavanja i obratno.

Prema izloženom, za svako transportno sredstvo se pri ulasku u bazu, tokom relativno kratkog vremenskog perioda (ako postoji potreba) definišu zahtevi za tehničkim intervencijama, pa se na osnovu njih definiše i program intervencija koje je potrebno na njemu obaviti da bi prešlo u stanje „spremno za rad“ i stalo na smeštaj (S) da čeka vreme za izlazak na novi radni zadatak. Ovako sačinjen program intervencija čini sadržaj „radnog naloga“ – RN. Ako se u toku realizacije zahteva utvrdi potreba, program intervencija se može proširiti ili dopuniti.

⁶ Dispečerski centar je uobičajeni naziv za centar u kome se stiču podaci o odvijanju spomenutih procesa i iz koga se direktno upravlja procesima.

U opštem slučaju, vozni park je heterogen po vrsti i tipovima transportnih sredstava, kao i prema njihovoj starosnoj strukturi i stanju. Zato se pri analizi ispostavljanja zahteva transportna sredstva moraju posmatrati pojedinačno ili u okviru homogenih KE grupa.

			INICIRANA GRUPA INTERVENCIJA					
			PREVENTIVNE INTERVENCIJE	DIJAGNOSTIKA	KOREKTIVNE INTERVENCIJE	TEHNIČKI PREGLED	GENERALNE OPRAVKE	OPRAVKE UDESA
MESTO INICIJALIZACIJE	PRIJEM / OTPREMA	OTKAZ NA LINJI VOZAČ NEISPRAVNOST	0	1	1	0	0	1
		KILOMETRAŽA ČASOVI RADA KALENDARSKO VREME	1	0	0	1	0	0
		SIGNALI SA SENZORA	0	1	1	0	0	1
	PROGRAM PREVENTIVNIH INTERVENCIJA	0	1	1	0	0	0	
	DIJAGNOSTIKA	0	0	1	0	0	1	
	KOREKTIVNE INTERVENCIJE	0	1	0	0	1	0	
	TEHNIČKI PREGLED	0	1	1	0	0	0	
	GENERALNE OPRAVKE	0	1	0	0	0	0	
	ANALITIČKA SLUŽBA	1	0	0	0	1	0	

Slika 9.6. Matrični prikaz – inicijalizacija tehničkih intervencija na transportnom sredstvu

9.4. Osnovne grupe intervencija na transportnim sredstvima

Realizacija svakog zahteva za intervencijom na transportnom sredstvu uslovljava primenu adekvatne tehnologije. Sprovođenje intervencije je određeno raspoloživim kapacitetima, organizacijom rada i informacionom podrškom.

Kako postoji veliki broj vrsta zahteva za intervencijama (više hiljada) i kako se oni ispostavljaju na različite načine, neophodno je prvo izvršiti određenu

sistematizaciju zahteva i intervencija koje ih realizuju, da bi se zatim definisali tehnologija, organizacija, informaciona podrška i svi potrebni resursi za njihovu realizaciju,

Značaj uticaja načina ispostavljanja zahteva za opslugom na tehnologiju i organizaciju realizacije intervencija uslovio je da se skup svih intervencija na transportnom sredstvu posmatra u odnosu na dva osnovna kriterijuma. U jednom slučaju su pri analizi intervencija primarni kriterijumi mesto, način i moment inicijalizacije zahteva. U drugom slučaju, osnovni kriterijum je tehnologija realizacije. Odavde proizilazi grupisanje intervencija:

- prema načinu ispostavljanja zahteva i
- prema primenjenoj tehnologiji realizacije.

9.4.1. Osnovne grupe intervencija na transportnim sredstvima prema načinu ispostavljanja zahteva za opslugom

U odnosu na način ispostavljanja zahteva za opslugom, primaran uticaj ima način inicijalizacije zahteva. Posmatrajući ukupan skup zahteva za opslugom transportnih sredstava⁷, mogu se uočiti četiri osnovne grupe zahteva:

- I. Fizički ulazak (odnosno izlazak) transportnog sredstva u bazu inicira zahteve za administrativnim i kontrolnim intervencijama koje su definisane određenim programom. Vršiti se identifikacija sredstva, primopredaja dokumentacije i vizuelna kontrola kompletnosti transportnog sredstva, opreme i pribora. Ove intervencije su objedinjene pod imenom: **Prijem-Otprema (PO)**.
- II. Fizički ulazak transportnog sredstva u bazu inicira zahtev za **kontrolom i snabdevanjem gorivom (SG)** ili, kod transportnih sredstava na električni pogon, zahtev za **punjenjem akumulatorskih baterija**.
- III. Promene stanja iniciraju zahteve za **tehničkim intervencijama (TI)** na transportnom sredstvu, i to:
 - Na osnovu pređenog puta, časova rada, broja obrtaja motora i slično, po ulasku transportnog sredstva u bazu, određuju se (eventualni) zahtevi za nekim stepenom *preventivnih intervencija (PI)*, a na osnovu *Programa preventivnih intervencija (PPI)* konkretne KE grupe transportnih sredstava. To je skup intervencija preventivnog održavanja kojim se smanjuje intenzitet trošenja spregova i sprečava pojava iznenadnih otkaza i neispravnosti. Realizuje se pravovremenom negom, podmazivanjem, dijagnostičiranjem, podešavanjem, regeneracijom i zamenama delova i sklopova.
 - Na bazi tehnoekonomske analize, definišu se momenat i opseg generalne opravke nekog agregata ili transportnog sredstva kao celine (GO_A , GO_V).

⁷ Razmatraju se prvenstveno mobilna transportna sredstva. Kod stabilnih sredstava dolazak sredstva u pogon zamenjuje dolazak ekipe za održavanje do sredstva.

To je skup složenih tehničkih intervencija koje kontrolom, regeneracijom i zamenom delova i sklopova dovode ceo agregat ili transportno sredstvo u ispravno stanje. Obavljaju se prema posebno razrađenom tehnološkom postupku.

- Pojava kritičnih otkaza tokom izvršenja radnog zadatka, usled promene stanja (OL) ili posebno usled udesa (KOU), zahteva najčešće izvršenje niza složenih tehničkih intervencija. Neke može da izvrši vozač ili terenska ekipa na mestu pojave, a neke se mogu realizovati samo u posebnom pogonu, te sredstvo mora biti transportovano.
- Pojava nevažnih i delimičnih otkaza inicira zahtev za intervencijom po ulasku transportnog sredstva u bazu. To su *korektivne intervencije* (KI) koje se obavljaju sa ciljem dovođenja transportnog sredstva u ispravno stanje. Karakteriše ih više hiljada različitih radova za koje, od tipa do tipa transportnog sredstva, može da bude definisan različit tehnološki postupak realizacije. Proizvođači transportnih sredstava često daju razrađen postupak obavljanja karakterističnih intervencija.
- Prema broju dana od registracije, zakonski se propisuju obavljanje definisanog programa kontrolnih intervencija – *tehnički pregled* (TP).

IV. Čekanje transportnih sredstava na opslugu i na izlazak na radni zadatak uslovljava pojavu zahteva za **smeštajem** (S). Realizuju se na posebno obrađenim otvorenim površinama, a ređe u organizovanom zatvorenom prostoru.

Sam način ispostavljanja zahteva za opslugom utiče direktno na način realizacije zahteva. Intervencije koje se obavljaju na terenu uslovljavaju improvizovan tehnološki postupak. Slično je sa radovima čije je izvršenje neophodno u periodu kad nije radno vreme odgovarajuće funkcije pogona za održavanje. Sa druge strane, intervencije PI i TP omogućavaju dobru tehnološku i organizacionu pripremu jer su unapred poznate po strukturi.

9.4.2. Osnovne grupe intervencija na transportnim sredstvima prema tehnologiji realizacije zahteva za opslugom

Osnovno mesto gde se realizuju zahtevi (osnovna jedinica kapaciteta) je *radno mesto za vozilo* (*RmV*) (vidi poglavlje 10.), na kome transportno sredstvo stoji tokom obavljanja intervencija. Tehnologija izvršenja konkretne intervencije uslovljava postojanje odgovarajućeg *RmV*-a, potrebne opreme na *RmV*-u ili, kod izvršioca, često i specijalnih elemenata opreme koji se obično koncentrišu u tzv. specijalizovanim radionicama. Tu su, naravno, neophodni i radnici odgovarajućih kvalifikacija i stručnih profila. Drugim rečima, zahtevana intervencija se realizuje na prilagođenom *RmV*-u i eventualno u odgovarajućoj specijalizovanoj radionici.

U principu se, u skladu sa tehnološkim zahtevima intervencija, formiraju grupe tehnološki sličnih intervencija kojima se prilagođava jedno ili više RmV-a i njima pripadajuća oprema. Time se praktično formiraju specijalizovani delovi pogona za održavanje transportnih sredstava.

Tehničke intervencije koje se obavljaju na transportnim sredstvima mogu se, prema osnovnoj tehnologiji rada, grupisati u sledeće grupe:

- *intervencije nege* (N) – obuhvataju pranje i čišćenje transportnih sredstava sa odgovarajućom ručnom ili mehanizovanom opremom,
- *intervencije kontrole* (K) – prvenstveno vizuelne, sa primenom standardnog ručnog alata,
- *dijagnostički radovi* (D) – intervencije koje imaju za cilj utvrđivanje stanja spregova, agregata i transportnog sredstva kao celine, a obavljaju se primenom specijalnih dijagnostičkih uređaja,
- *radovi sa fluidima* (maziva i rashladne tečnosti) (F) – kojima se vrši zamena i dolivanje fluida u sklopove i agregate transportnog sredstva. Koriste se specijalni uređaji i instalacije (centralne ili posebne) namenjene radu sa fluidima,
- *intervencije podešavanja sklopova* (P) – kojima se, na konstrukcijom predviđen način, odnosi u posmatranom sklopu dovode u okvir dozvoljenih vrednosti (zazori, uglovi i slično). Koriste se pretežno standardni alat i dijagnostički uređaji,
- *intervencije obnavljanja stanja – regeneracije* (R) – koje obuhvataju radove na elementima i sklopovima sa ciljem dovođenja u opseg dozvoljenih odstupanja. Ovde se javlja veći broj vrsta radova kao što su:
 - mašinska obrada,
 - oblikovanje lima,
 - zavarivanje, navarivanje, sečenje,
 - priprema za farbanje i farbanje,
 - vulkanizerski radovi na pneumaticima,
 - opravka električnih uređaja,
 - radovi sa drvetom, staklom i slično,
 - radovi sa tkaninama i plastikom...

Većina navedenih radova praćena je dijagnostičkim radovima.

- *intervencije zamene delova i agregata* (Z) – koje obuhvataju demontažne, montažne i kontrolne radove, a često i dijagnostičke radove. Obavljaju se standardnim i specijalnim alatima.

Sve pomenute grupe radova mogu da se podele u dve tehnološki specifične grupe:

- *radovi „na vozilu“* – gde su uglavnom radovi označeni sa N, K, D, F, P i Z, koji se izvode na transportnom sredstvu na RmV-u

- *radovi „na stolu“* – koji se izvode u specijalizovanim radionicama na elementima, sklopovima i agregatima skinutim sa transportnog sredstva (najčešće su to radovi označeni sa D, P i R).

Ovde je, pri posmatranju funkcionisanja kapaciteta za održavanje, potrebno uočiti da transportno sredstvo u najvećem broju slučajeva stoji na RmV-u dok se na njegovim sklopovima ili agregatima obavljaju radovi u specijalizovanim radionicama. Poseban slučaj je kad se na određenom broju ili svim agregatima primenjuje tzv. *metod agregatne zamene*. Tada se transportno sredstvo zadržava na RmV-u samo pri demontiranju neispravnog i montiranju rezervnog, ispravnog agregata ili sklopa. Neispravan agregat se, nezavisno od ove intervencije, opravla u specijalizovanoj radionici i skladišti.

Radovi „na vozilu“ se često obavljaju na donjem delu transportnog sredstva. To uslovljava postojanje jednog broja RmV-a koja su specijalna (sa prilazom vozilu odozdo). Poseban slučaj su radovi nege i farbarski radovi koji zahtevaju posebno prilagođena RmV-a.

Svi radovi održavanja se mogu podeliti i prema strukama izvršilaca na: mehaničarske, električarske, gumarske, farbarske, tapetarske, instrumentarske, limarske, bravarske itd. U skladu sa ovom podelom, obično se formiraju i specijalizovane radionice. Učešće pojedinih struka radnika u tehnološkim grupama intervencija prikazano na slici 9.7. označeno je sa „1“.

		STRUKE RADNIKA							
		MEHANIČAR	ELEKTRIČAR	BRAVAR	LIMAR	GUMAR	PRECIZNI MEHANIČAR	FARBAR	POMOĆNI RADNIK
GRUPA INTERVENCIJA	NEGA	0	0	0	0	0	0	0	1
	KONTROLA	1	1	0	0	1	1	1	0
	DIJAGNOSTIKA	1	1	0	0	1	1	0	0
	RADOVI SA FLUIDIMA	1	0	0	0	0	0	0	1
	PODEŠAVANJE	1	1	1	1	1	1	0	0
	REGENERACIJA	0	0	1	1	1	1	1	0
	ZAMENA	1	1	1	1	1	1	0	0

Slika 9.7. Učešće pojedinih struka radnika u tehnološkim grupama intervencija

Za intervencije GO agregata obično se formiraju specijalizovane radionice, a poseban značaj imaju radionice za demontažu, defektažu i montažu agregata, ispitivanje agregata i radionica za mašinsku obradu elemenata agregata.

Ovde je važno da se uoči da se navedene grupe intervencija najčešće međusobno prepliću. Matricom na slici 9.8. navedene su moguće veze (označene sa „1“) između grupa intervencija formiranih na osnovu načina inicijalizacije zahteva i grupa sačinjenih na osnovu tehnologije realizacije intervencija.

		TEHNOLOGIJA REALIZACIJE							
		NEGA	KONTROLA	DIJAGNOSTIKA	RADOVI SA FLUIDIMA	PODEŠAVANJE	REGENERACIJA	ZAMENA	
NAČIN INICIJALIZACIJE	PRIJEM / OTPREMA	0	1	0	0	0	0	0	
	SNABDEVANJE GORIVOM	0	0	0	1	0	0	0	
	TEHNIČKE INTERVENCIJE	PREVENTIVNE	1	1	1	1	1	1	1
		KOREKTIVNE	0	0	1	1	1	1	1
		GENERALNE OPRAVKE	0	0	1	1	1	1	1
		OTKAZ NA LINIJI	0	0	1	1	1	1	1
		TEHNIČKI PREGLED	0	0	1	0	1	0	0
		SMEŠTAJ	0	0	0	0	0	0	0

Slika 9.8. Veze između načina inicijalizacije zahteva i tehnologije realizacije intervencija

9.5. Obim zahteva

Realizacija konkretnog zahteva uslovljava ulaganje utvrđenog obima rada [radnik × čas] kojim se određen obim zahteva. Veličina ovog obima rada određuje se merenjem vremena izvršenja radova kod realizacije posmatranog zahteva. Radove obavljaju, metodom slučajnog uzorka, izabrani radnici koji rade prema definisanom postupku rada sa određenom opremom. Dobija se skup vrednosti: svaki radnik će imati drugo vreme. U praktičnom radu se usvaja srednja vrednost koja označava prosečan obim rada potreban za obavljanje konkretne intervencije

na konkretnom tipu transportnog sredstva. Ova vrednost se često naziva: *norma-obim (NO)*. Svaka izmena u opremi, uvođenje nove tehnologije rada ili uvođenje novog tipa transportnog sredstva, zahteva novo određivanje potrebnog obima rada.

Proizvođači transportnih sredstava daju norme obima radova za karakteristične intervencije. No, pre njihove primene, potrebno je proveriti u kojoj meri odgovaraju konkretnim uslovima.

Montažno-demontažno vreme je potrebno odvojiti od vremena rada na samom delu, agregatu, u fazi određivanja norma-obima radova. To omogućava korišćenje normi, a po uvođenju agregatne zamene i kvantifikovanje njenog uticaja.

9.6. Tehnološko vreme realizacije zahteva

Vrsta zahteva za opslugom konkretnog transportnog sredstva jeste osnova za određivanje tehnologije njegove realizacije, kao i potrebnog obima rada. Tehnologija, organizacija rada i obim rada su osnov za određivanje vremena potrebnog da se na transportnom sredstvu obave svi zahtevi za opslugom sa njegovog RN. Ovo vreme će se nazvati tehnološko vreme jer obuhvata samo vreme koje je uslovljeno tehnologijom i organizacijom rada. Razlikovaće se: tehnološko vreme potrebno za realizovanje zahteva prema jednoj grupi intervencija i vreme realizacije svih zahteva sa konkretnog RN. Određivanje tehnološkog vremena realizacije zahteva je posebno značajno kod mobilnih transportnih sredstava koja dolaze na radna mesta. Potrebno je za određivanje raspoloživosti tih sredstava i, sa tim u vezi, ukupnog vremena tokom koga se transportno sredstvo nalazi u stanju „nespremno za rad“ (označeno sa t_2 na slici 9.2). U prilogu 10 „Tehnološko vreme realizacije zahteva“ dat je detaljan prikaz određivanja tehnološkog vremena realizacije zahteva.

9.7. Organizacija rada

Definisanjem odgovarajuće organizacije omogućuje se i obezbeđuje efikasno i racionalno ostvarivanje postavljenih ciljeva procesa održavanja transportnih sredstava.^[B.22]

Organizacija podrazumeva uređivanje, usklađivanje i vođenje sveukupnih odnosa u posmatranom procesu radi najuspešnijeg ostvarivanja cilja.^[B.22] Razvoj tehnologije i ukupan društveni razvoj uslovljavaju bolje i preciznije organizovanje.

Organizacija rada, jedna od kategorija nauke o organizaciji, definiše koji radnik, šta, sa čim, kako, u kom momentu ili posle čega radi; način koordinacije između RmV-a, dispečera transportnog procesa i skladišta; prioritete pri opsluzi; postupak unutrašnjeg transporta transportnih sredstava, agregata, delova, materijala i sl.

Pri razradi organizacije rada na održavanju obrađuju se:

- programska orijentacija preduzeća,
- transportna sredstva, rezervni delovi i materijal i faze rada na održavanju,
- proizvodni kapaciteti (RmV-i i specijalizovane radionice),
- lokacije preduzeća,
- vrste sredstava u preduzeću,
- analiza i poređenje tehnoloških alternativa,
- raspored RmV-a, opreme, specijalizovanih radionica,
- unutrašnji transport,
- održavanje opreme,
- pokazatelji ekonomske efektivnosti procesa održavanja,
- proizvod kao objekt usmeravanja i organizovanja rada.

Vidi se da je predmet proučavanja organizacije rada veoma širok i obuhvata značajan deo sadržaja ove knjige. Sa druge strane, na ovom mestu se želi samo ukazati na neke probleme, od značaja za tehnologiju održavanja transportnih sredstava, koji su predmet proučavanja organizacije rada.

U okviru „*rasporeda RmV-a, opreme, specijalizovanih radionica*“ potrebno je da se specijalizovane grupe RmV-a sa opremom prostorno postave tako da se omogući realizacija zahteva prema tehnološki uslovljenom redosledu, kao i realizacije svakog zahteva pojedinačno. Pri ovome se vodi računa o dužini manipulativnih puteva i frekvenciji njihovog korišćenja. Rezultat je, na ovoj osnovi organizovanih radnih površina, pogodan razmeštaj specijalizovanih grupa RmV-a, sa definisanim tokovima transportnih sredstava, za bilo koju moguću kombinaciju zahteva sa radnog naloga.

U okviru rešavanja „*unutrašnjeg transporta*“ određuju se i tokovi materijala i rezervnih delova u pogonu: ko, gde, šta uzima; gde, kako i čime nosi. Definiše se krug primene pokretnih alata i opreme.

Polazeći od „*proizvoda kao objekta usmeravanja i organizovanja rada*“, koga, u slučaju održavanja u okviru transportnog sistema, predstavlja realizovan OPR, definišu se organizacione mere, koje će da obezbede ispravna transportna sredstva kada su potrebna, u obimu u kome su potrebna i u periodu dok su potrebna. U okviru ovih mera se utvrđuje, između ostalog, radno vreme pojedinih grupa RmV-a, eventualno pojedinih RmV-a u toku dana i tokom nedeljnog ciklusa (po danima), raspored radnika po smenama, po RmV-ima i specijalizovanim

radionicama, način ispomaganja i zamene, formiranje ekipa za izvršenje konkretnih zadataka, kao i kretanje radnika po pogonu.

U cilju rešavanja navedenih problema, primenjuju se postojeće metode organizacije rada koje ovde neće biti predmet razmatranja. Napominje se da se „*pokazatelji ekonomske efektivnosti procesa održavanja*“ u okviru transportnog sistema mogu računati samo prema učešću održavanja u realizaciji OPR-a i prema ceni te realizacije.

9.8. Uslovi za realizaciju zahteva

Zahtevi za održavanjem posmatranog skupa transportnih sredstava uslovljavaju postojanje tehnološkog sistema u okviru koga će se realizovati. Ovaj tehnološki sistem se naziva *pogon za održavanje*. On treba da raspolaze objektivnim uslovima (radnici, oprema, površine, uslovi za rad...) za obavljanje zahtevanih intervencija.

Kada je u skladu sa postavljenom organizacijom razrađena tehnologija rada, izgrađeni RmV i specijalizovane radionice, sve opremljeno predviđenom opremom, zaposleni i obučeni potrebni radnici, realizacija određenog zahteva uslovljena je raspolaganjem energijom, informacijama, konkretnim rezervnim delom ili materijalom, dovoljnom količinom tehnološke vode i slično.

Za rad je neophodna energija u odgovarajućem obliku. Delom se nabavlja iz okruženja preduzeća (električna, toplotna), a delom se proizvodi u okviru pogona (vazduh pod pritiskom, toplotna). Iz ovog razloga postoje kompresorske stanice, toplana i sl. Prekid u snabdevanju energijom isključuje niz elemenata opreme iz upotrebe.

Promene u opisanim materijalnim i energetskim tokovima prati odgovarajući obim i sadržaj podataka. Njihova obrada omogućava izbor upravljačkih akcija. Povratni tok informacija deluje na procese u sistemu. Da bi se realizovao tok informacija neophodnih za upravljanje, nužno je postojanje odgovarajućeg informacionog sistema.

Kod intervencija koje su određene programom (preventivne intervencije PPI i tehnički pregled TP), određeni su potrebni rezervni delovi i materijal. Kod ostalih intervencija zahtevi za rezervnim delovima i materijalima su stohastični, kako po vrsti, tako i po obimu. Verovatnoća raspolaganja odgovarajućim rezervnim delom i materijalom u konkretnom slučaju zavisice od obima i prilagodenoosti zaliha rezervnih delova i materijala.

Za intervencije nege značajno je obezbeđenje potrebne količine tehnološke vode. Voda se priprema u bazenima, bilo prikupljanjem iz vodovoda, bilo prečišćavanjem korišćene vode.

Ovde je potrebno da se istakne da i sam pogon, kao tehnološki sistem, da bi funkcionisao, mora da bude održavan. Rad opreme zahteva sopstveno održavanje, kako preventivno, tako i korektivno. Proces održavanja elemenata opreme je, po svojoj suštini analogan, održavanju transportnih sredstava, ali je znatno manji po obimu. On mora biti usklađen sa procesom održavanja transportnih sredstava.

9.9. Poremećaji u procesu održavanja transportnih sredstava

Razmatranje procesa održavanja polazi od postavke da je usvojenom tehnologijom i organizacijom rada definisano osnovno stanje pogona za održavanje transportnih sredstava. Promene ovog stanja se posmatraju kao poremećaji. U ovom razmatranju neće se posmatrati poremećaji do kojih dolazi kad kapaciteti za održavanje nisu u mogućnosti da zadovolje sve ili deo zahteva usled neusklađenosti zahteva i raspoloživih kapaciteta.

U realnim uslovima rada, niz poremećaja utiče da se vreme realizacije određenog zahteva razlikuje od izračunatog tehnološki neophodnog vremena za realizaciju tog zahteva. Najintenzivnije poremećaje izaziva:

- odsustvo odgovarajućeg radnika u trenutku kada je potreban,
- nedostatak potrebnih rezervnih delova ili materijala u momentu kada su potrebni,
- nedostatak potrebne energije u momentu kada je neophodna,
- neispravnosti i otkazi na opremi koja nema odgovarajuću zamenu, u periodu kad je potrebna,
- poremećaji u organizaciji izazvani drugim poremećajima ili poremećajima u okruženju preduzeća,
- neispravnosti u informacionom sistemu (ne stižu tačne informacije pravovremeno na pravo mesto).

Uzrok odsustva odgovarajućeg radnika u momentu kada je potreban je obično neplanirano odsustvo sa RmV-a (poremećaj radne discipline) ili posla, a ređe se van preduzeća ne može naći odgovarajući radnik.

Poremećaji u snabdevanju rezervnim delovima, materijalom i energijom mogu biti uzrokovani poremećajima u njihovim tokovima unutar pogona, poremećajima pri nabavci (neblagovremena porudžbina) i poremećajima u okruženju preduzeća (odsustvo robe na tržištu).

Pouzdanost opreme je određena intenzitetom promene stanja svakog pojedinog elementa opreme. Ovaj intenzitet promene stanja zavisi od istih faktora kao i kod transportnih sredstava. Tu se nailazi na problem određivanja vremena rada pojedinih elemenata opreme. Relativno malo vreme korišćenja velikog broja

elemenata opreme omogućava da se najveći broj neispravnosti otkloni, a da ne izazove značajniji uticaj na proces održavanja.

Poremećaji u organizaciji dovode do zastoja i usporavanja odvijanja procesa. Teško ih je unapred predvideti. Sličan je slučaj i sa poremećajima u informacionom sistemu.

Karakteristika svih navedenih poremećaja je da su stohastični, kako po momentu pojavljivanja, tako i po intenzitetu delovanja na proces održavanja.

9.10. Definisanje procesa održavanja transportnih sredstava

Proces održavanja, kako je pokazano, svoja bitna svojstva ispoljava kada se posmatra u kontekstu transportnog procesa i procesa promene stanja. Analizom procesa je pokazano da na održavanje transportnih sredstava primaran uticaj ima proces ispostavljanja zahteva, tehnologija realizacije, primenjena organizacija rada i informacioni sistem. Tako mogu da se definišu sledeći **osnovni parametri procesa održavanja**:

- I. *Parametri procesa ispostavljanja zahteva za održavanjem* na osnovu analize sprovedene u poglavlju 9.3. su:
 - programi izvršenja PO, PPI, TP koji definišu vrstu, obim i periodičnost intervencija održavanja;
 - zakoni raspodele periodičnosti i obima intervencija KI, OU i GO.
- II. *Parametri realizacije zahteva* na osnovu sprovedenih analiza su:
 - redosled realizacije intervencija sa RN u okviru pogona za održavanje;
 - tehnološki zahtevi koje uslovljavaju intervencije (npr. specijalno RmV, RmV za farbanje, zahtevi u odnosu na opremu i sl.);
 - tehnološki postupci obavljanja intervencija.
- III. *Parametri organizacije rada i informacionog sistema*:
 - tokovi transportnih sredstava, radnika, rezervnih delova i materijala, energije i informacija;
 - radno vreme pojedinih RmV-a i pojedinih radnika;
 - postupci pri primopredaji transportnih sredstava, dispečiranju, formiranju ekipa i slično;
 - sredstva koja se koriste za prikupljanje, prenos, memorisanje i obradu podataka;
 - mesta rada sa podacima;
 - postupci obrade i korišćenja podataka.

IV. Parametri kapaciteta:

- broj radnika po specijalnostima;
- broj RmV-a po tehnološkim grupama, po vrsti (specijalna, obična, za farbanje i sl.), po rasporedu (eventualno linijski raspored), po specifičnostima (dužina, T kanal i sl.);
- specijalizovane radionice: po vrsti (gumarska, električarska i sl.), po veličini;
- oprema po tehničkim karakteristikama i mestu gde se nalazi;
- struktura i obim zaliha rezervnih delova i materijala;
- kapacitet taložnika, rezervoara za vodu i vodovoda;
- kapacitet trafostanice, kompresorske stanice i toplane (toplotne podstanice).

Efekti procesa održavanja u okviru transportnih sistema se, takođe, određuju u kontekstu transportnog procesa i procesa promene stanja. Stanje spremnosti transportnih sredstava određeno je diskretnim slučajnim procesom u oznaci $N_S(t)$. Tako se kao prvi pokazatelj efekata procesa održavanja u definisanim uslovima (OPR i vozni park) može usvojiti:

- diskretni slučajni proces koji definiše stanje „spremnosti za rad“ transportnih sredstava po KE grupama – $N_S^i(t)$.
- *proizvodnost* jednog RmV-a ili grupe RmV-a specijalizovanih za jednu grupu radova može uslovno da se odredi iz odnosa:

$$PR = \frac{\sum_{i=1}^n NO_i}{\sum_{j=1}^m t_{R_j}} [\text{rad} \times \text{čas} / \text{čas}] \quad (9.4)$$

gde je:

- NO_i – norma obim i te intervencije [$\text{rad} \times \text{čas}$],
- n – broj intervencija koje su obavljene u posmatranom periodu vremena (T) na jednom RmV u ili grupi RmV-a,
- t_{R_j} – vreme tokom koga je transportno sredstvo stajalo na RmV u [čas],
- m – broj postavljanja transportnog sredstva na RmV a u posmatranom periodu.

Proučavanje procesa održavanja, posebno iz ugla ekonomije, mora da obuhvati analizu iskorišćenosti radnog vremena radnika. Važno je da se ovde uoče dva osnova posmatranja:

- a) kao osnov se usvaja vremenski period od početka do kraja realizacije jednog RN, a posmatraju se radnici i RmV na kojima se taj nalog realizuje; računa se:

- *iskorišćenost radnog vremena* pri realizaciji konkretnog radnog naloga (RN_x na slici 10.2, u prilogu 10), prema izrazu:

$$I_{RV} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{j=1}^k n_j t_{Rj}} [-] \quad (9.5)$$

gde je:

- n – broj radnika koji su radili na realizaciji intervencija sa radnog naloga,
- t_i – vreme rada i -tog radnika na posmatranom nalogu [min],
- k – broj RmV na kojima je realizovan nalog,
- n_j – broj radnika koji je radio na j -tom RmV-u i
- t_{Rj} – vreme zadržavanja transportnog sredstva na j -tom RmV-u [min].

Ova veličina omogućava analizu iskorišćenosti radnog vremena u periodu kada se transportna sredstva nalaze na RmV-u.

- b) za osnov analize se usvaja bilo koji period vremena, a posmatra se pogon ili deo pogona; računa se:
- *iskorišćenost ukupnog radnog vremena* pogona, ili dela pogona prema izrazu:

$$I_{URV} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{k t_{RV}} [-] \quad (9.6)$$

gde je:

- m – broj ukupno realizovanih intervencija u posmatranom periodu,
- t_i – vreme rada radnika na i -toj intervenciji [min],
- k – broj radnika koji je radio u posmatranom periodu,
- t_{RV} – efektivno radno vreme jednog radnika u posmatranom periodu (bez vremena za topli obrok, presvlačenje i sl.) [min].

Analizom ove veličine i poređenjem sa prethodnom može da se oceni uticaj neravnomernosti pristizanja transportnih sredstava na opslugu, ravnomernost korišćenja kapaciteta i eventualno višak kapaciteta.

Kao dobar kumulativni pokazatelj, posebno za globalne analize može da se koristi:

- *cena održavanja na 1 km (tkm)* pređenog puta po konkretnim transportnim sredstvima, KE grupama i ukupno.

Mogućnost realizacije OPR-a transportnog sistema zavisi od raspolaganja ispravnim transportnim sredstvima odgovarajućih KE grupa u momentima ili periodima kada su potrebna, od pouzdanosti transportnih sredstava i od delovanja spoljnih poremećaja. Ako se prati realizacija OPR-a tokom dovoljno dugog perioda vremena, bilo na modelu, bilo u realnim uslovima, iz odnosa realizovanih i ukupno planiranih radnih zadataka izraženih pređenim putem (km) ili obavljanim transportnim radom (tkm, pkm) može da se odredi srednja verovatnoća realizacije zadatog OPR-a konkretnim transportnim kapacitetima i kapacitetima za opslugu u određenim uslovima:^[B.18]

- *srednja verovatnoća realizacije zadatog puta sa OPR-om:*

$$P_{OPRT} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{Ri}}{\sum_{i=1}^n C_{Pi}} \quad (9.7)$$

gde je:

C_{Ri} – realizovani put i -tog radnog zadatka [km],

C_{Pi} – planirani put i -tog radnog zadatka [km],

n – broj planiranih radnih zadataka u posmatranom periodu i

- *srednja verovatnoća realizacije zadatog transportnog rada sa OPR-om:*

$$P_{OPRA} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{Ri}}{\sum_{i=1}^n E_{Pi}} \quad (9.8)$$

gde je:

E_{Ri} – realizovani transportni rad i -tog radnog zadatka [tkm],

E_{Pi} – planirani transportni rad i -tog radnog zadatka [tkm].

Dobijen je pokazatelj koji integralno izražava dobrotu i usklađenost procesa održavanja sa drugim važnim procesima transportnog sistema.

Na kraju će se navesti i pokazatelj nivoa ostvarene ekonomije procesa održavanja:

- *ekonomska efektivnost* koja se prema [B.22] izražava kao odnos ukupnih vrednosti procesa (V) i ukupnih ulaznih vrednosti u proces (U) u posmatranom periodu:

$$E = \frac{V}{U} = 1 + \frac{D_0}{U} \quad (9.9)$$

gde je sa D_0 označena dobit postignuta ovim procesom.

Ovde je neophodno istaći da održavanje u okviru transportnog sistema nije proces koji direktno donosi prihod. Zato se dobit ovog procesa ne može jednostavno izračunati. Neophodno je, posredno, izračunati ili utvrditi deo dobiti koji je ostvarilo preduzeće zahvaljujući održavanju.

U slučaju kada se održavanje realizuje u okviru samostalnog preduzeća, ono se posmatra kao proizvodni proces, a E se računa direktno prema navedenom izrazu.

9.11. Plan održavanja

Plan održavanja je osnovni alat u procesu upravljanja održavanjem voznih parkova. Obuhvata:

- inventarski broj vozila,
- naziv i kratak opis intervencija održavanja koje će se obaviti na vozilu,
- (planirani) datum i vreme isključenja vozila iz eksploatacije,
- (planirani) datum i vreme početka realizacije intervencija,
- mesto obavljanja intervencija,
- (planirani) datum i vreme uključenja vozila eksploataciju.

Rezultat su:

- iskustva proizvođača vozila koja su izražena kroz koncept održavanja konkretnog vozila (PPI, odnosno sopstveni sistem upravljanja održavanjem ugrađen na vozilu: senzori stanja, memorisana iskustva i osmišljeni softver);
- ekstrapolacije uslova i intenziteta korišćenja vozila;
- ekstrapolacije promene stanja na homogenom stanju vozila;
- poznavanje mesta i tehnologije intervencija održavanja (gde se rade, način dolaska vozila, vreme čekanja, trajanje intervencija ...);
- koordinacije između OPR-a (kojim dispečer u eksploataciji određuje konkretna vozila za konkretne radne zadatke) i OPO-a⁸ odgovarajuće radionice (kojim dispečer u održavanju raspoređuje konkretna vozila na RmV-a u radionici – radni nalozi).

Plan održavanja sačinjava lice zaduženo za brigu o stanju voznog parka. Posebna osobina ovog plana je njegova (delimična) prilagodljivost potrebama transportnog procesa i radionica. Nepromenljivi su zahtevi za isključivanje vozila

⁸ Operativni plan održavanja (OPO)

iz eksploatacije, sa ciljem obavljanja intervencija bitnih za bezbednost i za obavljanje osnovnih funkcija.

Danas se na tržištu nalazi veliki broj gotovih softverskih paketa koji podržavaju proces upravljanja održavanjem (CMMS⁹). U okviru njih je i Plan održavanja. Međutim, neophodno je preispitati primenljivost i adekvatnost raspoloživih softverskih paketa u konkretnom slučaju.

⁹ *Computer Management Maintenance System (CMMS)*