

# Analiza logističke potpore - studija slučaja

---

Huđin, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:366238>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Tomislav Huđin**

**ANALIZA LOGISTIČKE POTPORE – STUDIJA  
SLUČAJA**

**Završni rad**

**Zagreb, 2015.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **ZAVRŠNI RAD**

### **ANALIZA LOGISTIČKE POTPORE – STUDIJA SLUČAJA**

### **LOGISTIC SUPPORT ANALYSIS – CASE STUDY**

Mentor: dr. sc. Diana Božić

Student: Tomislav Huđin, 0135225005

Zagreb, 2015.

## **SAŽETAK**

Promotri li se bilo koji tehnički sustav u procesima planiranja, izgradnje i uporabe uočiti će se da iza svega toga stoji potpora u smislu održavanja i osiguranja rada promatranog sustava. U ovome završnom radu govori se o dijelu ukupne potpore sustava pod nazivom logistička potpora.

Obrađeni su i prikazani zahtjevi za provedbom logističke potpore tokom cijelog životnog ciklusa, važnost i ciljevi analize logističke potpore, glavni elementi logističke potpore te primjena potpore na odabrani realni sustav.

Rezultat pravilne primjene analize logističke potpore (ALP) je troškovno uspješan sustav koji se optimalno može održavati. U sklopu ovoga rada prikazana je primjena logističke potpore u praksi kod održavanja kamiona marke MAN TGX.

**KLJUČNE RIJEČI:** analiza logističke potpore, sustav, održavanje

## **ABSTRACT**

Any technical system that is observed in the proces of planning, construction and operation, it will be noticed that behind all this is support in terms of maintenance and security work of the observed system. In this final a part of overall system support called logistical support is presented.

The requirements are processed and presented with implementation of logistical support throughout whole life cycle of system, importance and objectives of analysis of logistical support and their use in real life systems.

The result of correct application of the logistical support analysis (ALP) is cost-efficient system which can be maintained optimally. As part of this final work a logistics system is presented in practice of maintaining the MAN TGX trucks.

**KEY WORDS:** analysis of logistics support, system, maintenance

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1. SVRHA I VAŽNOST LOGISTIČKE POTPORE .....	2
1.1 Općenito o pojmu sustava.....	8
2.2. Životni ciklus.....	9
2.2.1. Idejni projekt .....	11
2.2.2. Glavni projekt.....	12
2.2.3. Izvedbeni projekt.....	13
2.2.4. Proizvodnja ili građenje .....	14
2.2.5. Rad sustava.....	15
2.2.6. Razgradnja sustava .....	15
2.3. Važnost primjene logistike u svrhu smanjenja ukupnih troškova .....	16
3.ELEMENTI LOGISTIČKE POTPORE.....	19
3.1. Održavanje .....	19
3.2. Opskrbna potpora .....	27
3.3. Ispitna i potporna oprema.....	31
3.4. Osoblje i obuka.....	32
3.5. Transport i rukovanje .....	32
3.6. Pomoćni objekti i oprema .....	33
3.7. Tehnički podaci .....	33
4. PRIKAZ LOGISTIČKE POTPORE IZ PRAKSE – STUDIJA SLUČAJA .....	34
4.1. Mobilni servis – Mobile24 .....	38
4.2. MAN servisni ugovori.....	39
5. ZAKLJUČAK .....	42
LITERATURA.....	43
POPIS SLIKA .....	44

POPIS TABLICA.....	44
POPIS KRATICA .....	44

## 1. UVOD

U današnje vrijeme, tehnički vrlo razvijeno s tendencijom brzog rasta, prilikom razvoja nekog sustava važno je pravovremeno uzeti u obzir i zahtjeve za održavanje tog istog sustava. Pored silne konkurencije i težnje za uštedom većina pažnje se usmjerava na izvedbu i kakvoću sustava, a potpora sustava stavlja se u drugi plan. Radi postizanja učinkovitijeg i djelotvornijeg rada sustava tijekom njegovog životnog vijeka vrlo je važno ugraditi zahtjeve za logističkom potporom sustava kroz svaki dio životnog ciklusa, prvenstveno tijekom procesa planiranja i izgradnje sustava.

Završni rad koncipiran je u pet poglavlja. U UVODU definirana je problematika rada te svrha analize logističke potpore. U drugom poglavlju pod naslovom SVRHA I VAŽNOST LOGISTIČKE POTPORE opisuje se pojam i struktura sustava te svrha i razlozi primjene analize logističke potpore u procesu razvoja sustava. U trećem poglavlju ELEMENTI LOGISTIČKE POTPORE prikazuju se i opisuju sastavni dijelovi logističke potpore. Za potrebe izrade četvrtog poglavlja, PRIKAZ LOGISTIČKE POTPORE IZ PRAKSE, napravljen je posjet ovlaštenom servisu MAN kamiona. Prikazani podaci rezultat su intervjua sa stručnim osobljem. Peto poglavlje ZAKLJUČAK sadrži osobne zaključke o obrađenoj temi.

## 1. SVRHA I VAŽNOST LOGISTIČKE POTPORE

Logistička potpora predstavlja skup svih pothvata čiji je ukupni rezultat učinkovita i ekonomična potpora sustava tijekom cijeloga predviđenoga vijeka trajanja. Logistička potpora mora biti sastavni dio planiranja, projektiranja, građenja, puštanja u rad, rada i razgradnje sustava.

Pojam logističke potpore prvenstveno se odnosi na održavanje sustava te na ostala sredstva i radnje vezanih uz održavanje. Vrlo je važno razmatrati logističku potporu na početku izgradnje svakog sustava upravo iz dva razloga: [1]

- Troškovi potpore sustava često su najveći dio ukupnih troškova životnog ciklusa, a njihov udio u ukupnim troškovima neprekidno raste
- Na troškove potpore sustava znatno utječu odluke donesene u ranim fazama životnog ciklusa.

Svrha primjene analize logističke potpore je ugradnja zahtjeva za potpornost u procese projektiranja i izgradnje sustava koji se dalje odvijaju tokom cijelog životnog ciklusa. Potporni zahtjevi moraju se definirati na troškovno uspješan način i moraju biti u skladu sa radnim zahtjevima sustava koji se formuliraju na početku životnog ciklusa, a na temelju provedbe analize u tom dijelu ciklusa definiraju se nacrt održavanja i kriteriji za projektiranje potpornosti.

Logistička potpora sadrži sljedeće elemente: [1]

- održavanje
- opskrbna potpora (rezervni dijelovi)
- ispitna i potporna oprema transportna i rukovateljska oprema
- osoblje i obuka
- pomoćni objekti i oprema
- tehnički podaci



Analiza logističke potpore daje ocjenu predloženoj konfiguraciji sustava u pogledu određivanja potrebnih sredstava za logističku potporu. Ocjena daje podatke za projektiranje na temelju kojih je moguće odrediti vrstu i količinu potporne opreme, zahtjeve za pričuvne/popravne dijelove, broj osoblja i njihovi kvalifikaciju, zahtjeve za dodatnu obuku, tehničke podatke, računalna sredstva, pomoćna sredstva zahtjeve za transport i rukovanje.

U analizi se koriste različite analitičke metode i modeli za oblikovanje sustava. Neke od njih su: Monte Carlo analiza (npr. za određivanje učestalosti održavanja u ranim fazama životnog ciklusa), metoda statičkog predviđanja za analizu i predviđanje pouzdanosti i održavljivosti, teorija slučajnih procesa, teorija podvorbenih sustava (za osoblje, potpornu opremu i pričuvne dijelove), linearno i dinamičko programiranje (npr. za dodjelu sredstava), itd. [1]

Analiza logističke potpore koristi se u procesu ocjene alternativnih rješenja za opremu sustava. Neki od primjera su: [1]

- različiti pristupi popravljanju: popravak ili bacanje. Ako je izabran popravak, na kojoj će se razini funkcijskog sustava obavljati održavanje?
- mjerila pouzdanosti i održavljivosti u projektu opreme sustava: različiti načini pakiranja, ispitivanja, dijagnostike i sl.
- Utjecaj na projekt sustava sa stajališta potpornosti putem izbora najpogodnijih sastavnih dijelova sustava i najpovoljnijih dobavljača.

Tijekom provedbe analize koriste se već postojeće baze podataka, kao i izrazi koji povezuju razna mjerila, specifikacije, funkcijske analize, predviđanja pouzdanosti i održavljivosti, analiza održavanja, podaci nakon ispitivanja ili rada iste opreme na drugim radnim mjestima, itd.

Rezultati dobiveni analizom su: [1]

1. Razine održavanja
2. Održavalački pothvati i održavalački ciklusi na razinama održavanja:
  - održavalački ciklus
  - trajanje održavalačkog pothvata
  - učestalost održavalačkog pothvata

3. Ispitna i potporna oprema:

- količina i vrste po razinama održavanja
- tempo uporabe
- pouzdanost
- troškovi istraživanja i razvoja
- investicijski troškovi
- troškovi rada i održavanja

4. Pričuvni/popravni dijelovi:

- razine popravljanja
- nepopravljivi ili potrošni dijelovi (količina i vrste)
- popravljivi dijelovi (količina i vrste)
- učestalost zamjena
- razina zaliha pričuvnih dijelova
- sigurnosna zaliha pričuvnih dijelova
- tempo škartiranja
- ciklus dobave
- trajanje nabave
- brzina habanja
- trajanje čuvanja na polici u skladištu
- raspoloživost pričuvnih dijelova
- troškovi narudžbe
- troškovi držanja zaliha
- troškovi materijala

5. Osoblje i obuka:

- broj osoblja, vrste i kvalifikacija po razinama održavanja
- tempo odlazaka
- krivulje učenja
- učinkovitost osoblja
- troškovi osoblja
- zahtjevi za početnim obrazovanjemtroškovi obrazovanja

6. Tehnički podatci:

- zahtjevi za tehničkim priručnicima
- podaci o dobavi logistike
- zahtjevi za sustav za prikupljanje podataka
- troškovi prvih podataka

7. Transport i rukovanje:

- zahtjevi za opremom (količine, vrsta, smještaj)
- pakiranje i otprema
- troškovi opreme i transporta

8. Računalna sredstva

9. Pomoćna sredstva

- zahtjevi za pomoćna sredstva za rad, održavanje i obrazovanje
- zahtjevi za skladišnim prostorom
- kapitalna oprema
- alati i posebna oprema za rukovanje
- troškovi pomoćnih sredstava ( istraživanje i razvoj, rad i održavanje)

10. Dodatna mjerila:

- raspoloživost
- MTBM, MTBF,  $\lambda$ , R
- troškovna uspješnost, uspješnost sustava
- TAT (turn around time)
- troškovi životnog ciklusa ( istraživanje i razvoj, investicije, rad i održavanje)
- troškovi OC i OP
- iskoristivost primarne opreme.

Analiza logističke potpore ostvaruje se u ranoj fazi formiranja prvih kriterija dizajniranja kroz definiranje sustava operativnim zahtjevima, održavanjem, konceptom podrške, identifikacijom i određivanje prioriteta tehničkih mjera uspjeha, ostvarenje funkcionalne analize, te u raspodjeli zahtjevima. Slika 1. prikazuje razvoj logističkih zahtjeva kroz analizu potpore.

Radne karakteristike sustava, razvoj, korištenje, učinkovitost logistike, ograničenja održavanja i zahtjevi okoliša definirani su prema određenim potrebama. Učinkovitost logistike može uključivati faktore za dostupnost, pouzdanost, sposobnost održavanja, podršku i sl. Na taj način je definiran koncept sustava održavanja. Radni zahtjevi i koncept održavanja su temeljne odrednice resursa logističke podrške. Glavne operativne, proizvodne funkcije i funkcije podrške su identificirane kao kriterij plana. Dakle, kvalitativni i kvantitativni zahtjevi sustava se ocjenjuju posredstvom kriterija plana (ili ograničavanja) s obzirom na značajke ugovorne razine pojedinog elemenata kao i cijelog sustava, odnosno pojedine verzije. Ti zahtjevi (funkcije) koji uključuju logističke faktore, također, formiraju granice dizajna. Unutar granica određenih kriterijem dizajna, alternativni elementi i konfiguracije podrške su ocijenjeni kroz „trade-off“ studije<sup>1</sup> i odabire se najbolji pristup. Za svaku alternativu prevodi se analiza prethodne sposobnosti podrške kako bi se odredili očekivani potrebni resursi povezani s tom alternativom.

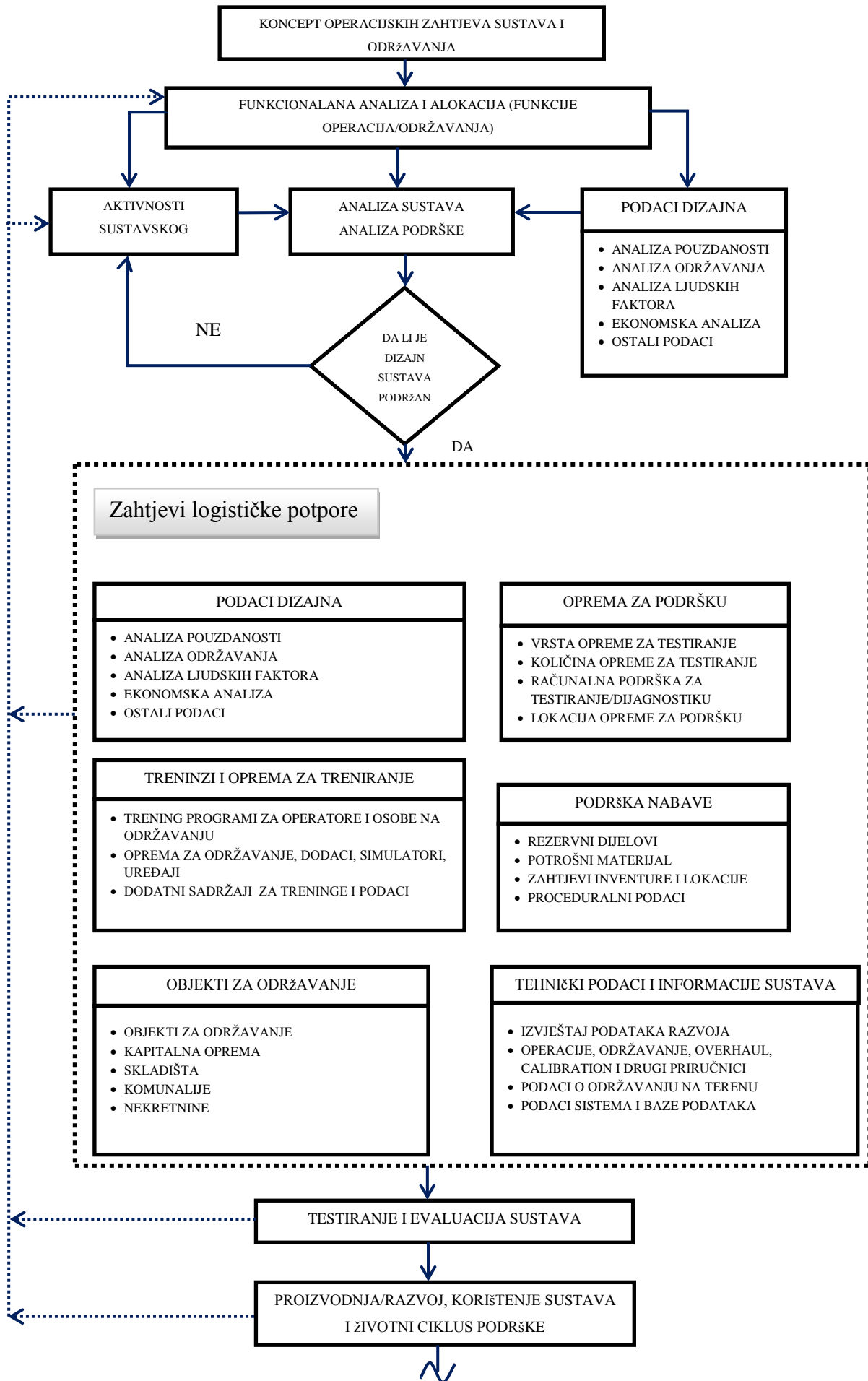
Odabrana glavna konfiguracija sustava se ocjenjuje kroz analizu sposobnosti podrške koji vodi do ukupne identifikacije logističkih resursa. Konfiguracija sustava se pregledava u uvjetima svoje očekivane prosječne učinkovitosti i usklađenosti s prvotno određenim kvalitativnim i kvantitativnim zahtjevima. Kroz proces planiranja je osigurana direktna pomoć osoblju za osmišljavanje. Ti zadaci uključuju interpretaciju kriterija; izvedbu posebnih studija, sudjelovanje u selekciji opreme i opskrbljivača, izrada predviđanja ( pouzdanosti i sposobnosti opskrbe ); sudjelovanje u progresivnim formalnim i neformalnim pregledima plana; sudjelovanje u testiranju, procjeni modela i prototipa opreme veličine i vještine, obrazovne zahtjeve, tehnički podaci, resursi, transport, pakiranje i manipuliranje potrebama. Noseća analiza u ovoj fazi pruža vrednovanje (program) oblikovanja sustava za podršku i potencijalni trošak/efikasnost sustava i baza za omogućavanje i prikupljanje predmeta za karakterističnu pomoć.

Odgovarajući elementi sustava su proizvedeni i/ili konstruirani, testirani i distribuirani u cijeli razmjer operativne uporabe. Elementi logističke podrške su usvojeni, testirani i planirani u operaciju prema potrebi baze. Kroz životni vijek sustava, logistički podaci se prikupljaju da omoguće ocjenu sustava te njegovu efikasnost (gledano kroz trošak), a da bi se što ranije identificirala djelovanja ili problemi sa održavanjem i promijenila vremena za preventivno održavanje tijekom životnog vijeka.

[2]

---

<sup>1</sup> Trade off studija (odmjeravanje) predstavlja metodu za donošenje odluka o bilo kojoj problematici sustava.



Slika 1. Razvoj logističkih zahtjeva kroz analizu potpore, [2]

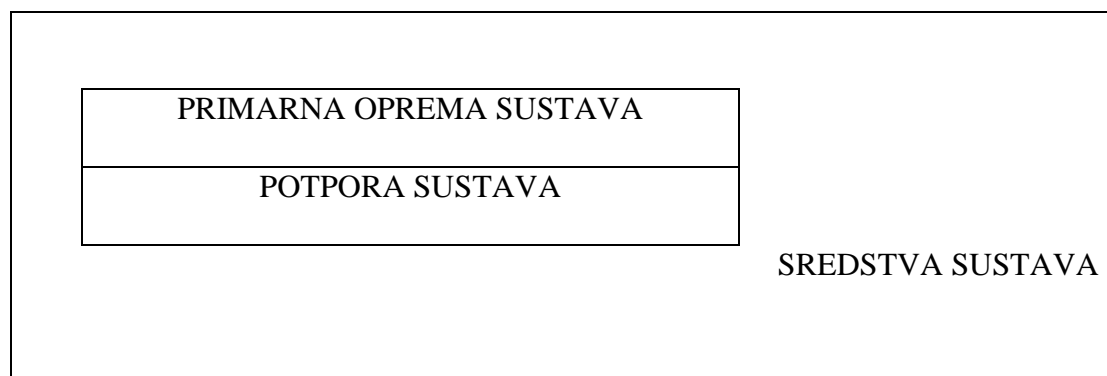
## 1.1 Općenito o pojmu sustava

Sustav je hijerarhijska zajednica sastavnih dijelova strukturirana tako da obavljaju zadaće koje su svrha postojanja sustava, a svrha se definira u obliku radnih zahtjeva. Svaki sustav sastoji se od prostorne i vremenske dimenzije. Prostornu dimenziju čine sredstva sustava: materijali, uređaji, zgrade, software, hardware, pomoćna sredstva, podaci, osoblje, troškovi. Vremensku dimenziju sustava čini životni ciklus s vijekom trajanja.

Obilježja sustava su: [1]

- Sredstva sustava i životni ciklus
- Protok i raspodjela materijala
- Potpora (financijska, opskrba, ispitna, obuka, pomoćna oprema, transport, podaci i održavanje tijekom cijelog vijeka trajanja)

Sredstva sustava sastoje se od primarne opreme i potpore. Primarnu opremu predstavlja oprema i dokumentacija potrebna za ostvarenje svrhe sustava, a potporu predstavlja oprema i dokumentacija potrebna za osiguranje učinkovitog i ekonomičnog rada sustava za vrijeme cijelog životnog ciklusa. Potporu sustava čine: logistička potpora, ekonomska potpora i ostala potpora (odnosi se na ne – tehničke sustave). Slika 2. prikazuje sredstva sustava opisana u strukturi sustava.



Slika 2. Podjela sredstva sustava, [1]

Jedna od najučinkovitijih metoda za oblikovanje sustava je metoda sustavnog pristupa. Proces sustavnog pristupa počinje od definiranja potrebe za sustavom, preko projektiranja, građenja i uporabe do razgradnje na kraju životnog ciklusa. Svrha uporabe metode sustavnog

pristupa u oblikovanju sustava je ostvarivanje optimalne ravnoteže između radnih, ekonomskih i logističkih čimbenika.

Glavne značajke sustavnog pristupa su: [1]

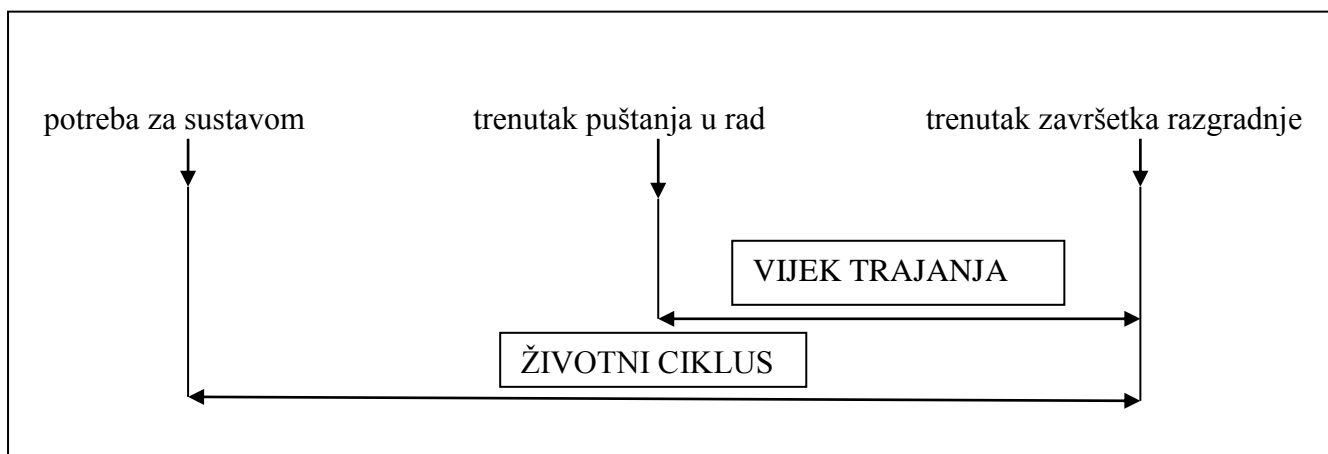
- Hijerarhijski pristup sustavu, tj. shvaćanje sustava kao hijerarhijski strukturirane cjeline, što izlazi iz definicije sustava,
- Orijehtacija na životni ciklus, tj. promatranje vremenske dimenzije sustava kao cjeline od trenutka pojave potrebe za sustavom pa preko projektiranja, razvoja, proizvodnje i građenja, rada uz stalnu potporu, do završetka razgradnje,
- Pojačani napor za indentificiranje radnih zahtjeva sustava u ranim dijelovima životnog sustava, tako da se oni mogu pretvoriti u ciljeve i kriterije projektiranja. Takav pristup osigurava veći utjecaj procesa projektiranja na sve dijelove životnog ciklusa,
- Interdisciplinarnost: tijekom projektiranja se zahtijeva poznavanje više struka i njihovo međudjelovanje.

## 2.2. Životni ciklus

Životni ciklus predstavlja vremensku dimenziju sustava koja započinje trenutkom pojave ili definiranjem potrebe za sustavom, a završava trenutkom završetka razgradnje sustava. Vremenski prikaz životnog ciklusa i vijeka trajanja sustava prikazan je na slici 3.

Životni ciklus sadrži četiri glavna vremenska razdoblja: [1]

1. Razdoblje tvorbe pojma i definicije sustava (formulira se svrha ili cilj sustava i njegova opća svojstva)
2. Razdoblje projektiranja (oblikovanje sustava i izrada prototipa)
3. Razdoblje građenja i puštanja u rad
4. Razdoblje rada i održavanja, koje završava razgradnjom sustava.



Slika 3. Životni ciklus i vijek trajanja, [1]

Životni ciklus ima šest glavnih dijelova: [1]

1. Idejni projekt
2. Glavni projekt
3. Izvedbeni projekt
4. Proizvodnja ili građenje
5. Rad sustava
6. Razgradnja sustava

Logistika uključuje aktivnosti kroz sve faze životnog ciklusa. U početnoj fazi ranog planiranja definiraju se logistički zahtjevi i funkcije koje su potrebne za ostvarivanje tih zahtjeva. Zatim, kroz sintezu, analizu i konstrukcijsko projektiranje je definirana logistika i održavanje sustava. Slijedi radni vijek sustava, njegova logistička potpora, sagledavanje elemenata logistike i nastavak provedbe zahtjeva u prilog proizvodnih aktivnosti i na kraju povlačenje i procesiranje sustava za reciklažu i odlaganje.



### 2.2.1. Idejni projekt

Idejni projekt predstavlja prvi korak u sveukupnom procesu dizajna i pokrenut kao odgovor na identificirane potrebe kupaca.

Izrađuje se na temelju potrebe za ovakvim sustavom i na temelju istraživanja, a sadrži: [1]

- studiju ostvarivosti
- analizu potrebe
- definiranje općih radnih zahtjeva
- nacrt održavanja
- kvalitativne i kvantitativni zahtjeve za potpornost sustava

Proces razvoja nekog sustava dolazi od identifikacije želje ili potrebe za nečime, a temelji se na realnom nedostatku ili nedovoljne učinkovitosti postojećih sustava. Kroz analizu potrebe su identificirane funkcije koje sustav mora obavljati.

Analiza potrebe mora biti provedena s ciljem pretvorbe definirane želje/potrebe u više specifičnih razini zahtjeva sustava: [1]

- što se traži od sustava u smislu funkcionalnih uvjeta
- koje funkcije mora obavljati sustav
- koje su osnovne funkcije
- koje su sekundarne funkcije
- što mora biti postignuto da se razriješi navedeni nedostatak
- kad to mora biti ostvareno
- gdje se to može postići

Studija ostvarivosti primjenjuje se s ciljem identificiranja alternativnih tehničkih pristupa u ispunjavanju zahtjeva dizajna.

Nakon provedbe analize potrebe za sustavom, potrebno je definirati svrhu sustava u obliku radnih zahtjeva koji prethode nacrtu održavanja, oni obuhvaćaju: [1]

- detaljan opis svrhe ili cilja sustava
  - opis primarnih i ostalih radnih zadataka
  - što sustav treba obavljati
- mjerila izvedbe i fizičke značajke

- koje čine izvedba: veličina, težina, oblik dijelova, područje uporabe, točnost, preciznost, kapacitet, brzina protjecanja
- mjesto rada
  - broj i geografska lokacija gdje će se sustav iskorištavati
- definiranje vijeka trajanja
- zahtjevi s obzirom na tempo uporabe (učestalost rada) sustava:
  - broj radnih sati (dnevno, mjesečno)
  - iskoristivost ukupnog kapaciteta itd.
- značajke uspješnosti
  - troškovna uspješnost, radna raspoloživost, uporabivost, pouzdanost i održavljivost
- okoliš
  - podrazumijeva definiranje okoline u kojoj sustav smije raditi (ravnic, gorje, salinitet, vibracije, itd.

U postupku definiranja zahtjeva sustava, težnja je prvenstveno usmjerena na bavljenje s elementima sustava koje se odnose izravno na izvršavanje svrhe sustava, to su: primarna oprema, osoblje, računalna sredstva, podaci, pomoćna sredstva, itd. Istovremeno, vrlo malo pažnje posvećeno je održavanju i podršci sustava. Općenito, težnja je usmjerena prema samo dijelu sustava, a ne u okviru cijelog sustava.

Redoslijed izrade nacrtu održavanja ujedno je i opis njegovog sadržaja: [1]

1. definiranje početnih kriterija projektiranja sustava na temelju opisa svrhe, sadržaja i radnih zahtjeva sustava
2. opis predviđenih razina održavanja
3. pristupi popravljanju

### 2.2.2. Glavni projekt

Glavni projekt obuhvaća: [1]

- Funkcijsku analizu sustava (uključuje: funkcijske zahtjeve, radne zahtjeve sustava, održavalavačke zahtjeve sustava)
- Prva sinteza i dodjela kriterija projektiranja, zahtjeva za učinkovitost i zahtjeva za potporu sustava

### 2.2.3. Izvedbeni projekt

Izrađuje se nakon i na temelju idejnog i glavnog projekta, a ciljevi projektiranja pri izradbi izvedbenog projekta su: [1]

- Funkcijsko projektiranje
  - predstavlja projektiranje s obzirom na izvedbu, tj. bavi se tehničkom izvedbom sustava: veličina, težina, obujam, točnost, kapacitet itd.
- Projektiranje za pouzdanost
  - bavi se ispravnim radom sustava za vrijeme njegova vijeka trajanja
  - cilj je najveća moguća pouzdanost, uz što manji broj kvarova
- Projektiranje za održavljivost
  - bavi se lakoćom, ekonomičnošću, sigurnošću i točnošću provedbe održavalačkih ciklusa i procesa
  - cilj ovog projektiranja je minimiziranje trajanja održavalačkih ciklusa i procesa, maksimiziranje potpornih značajki sustava, minimiziranje količine sredstava logističke potpore potrebnih u procesu održavanja i minimiziranje troškova ukupne potpore sustava
- Projektiranje ljudskog čimbenika
  - predstavlja optimizaciju sučelja čovjek-stroj u procesu redovitog rada, održavanja i ostale potpore sustava
  - ljudski čimbenik se očituje u oblikovanju uređaja s obzirom na rad sustava
  - rezultat ovog projektiranja donosi smanjenje potrebnih kvalifikacija, skraćivanje potrebne obuke, smanjenjem brzine kvarenja i smanjenje broja kvarova uzrokovanih radom i nazočnošću osoblja
- Projektiranje za proizvodnost
  - proizvodnost je značajka projekta sustava koja omogućuje djelotvornu i učinkovitu proizvodnju jednog ili više primjeraka sustava

- Projektiranje za potpornost
  - potpornost je značajka projekta sustava usmjerena na osiguranje učinkovite i djelotvorne potpore sustava tijekom cijelog vijeka trajanja
- projektiranje za ekonomsku ostvarivost
  - ekonomska ostvarivost je značajka projekta i sustava usmjerena na postizanje najveće moguće dobiti i troškovne uspješnosti
  - cilj ovog dijela izvedbenog projekta je temeljenje projektnih odluka na ukupnim troškovima cijelog životnog ciklusa
- projektiranje za društvenu prihvatljivost
  - sustav mora biti dio društvenog sustava tako što se vodi računa o ekološkim načelima (minimum zagađivanja okoline, minimalan rizik s obzirom na sigurnost, itd.)

#### 2.2.4. Proizvodnja ili građenje

Ovo poglavlje bavi se djelom životnog ciklusa koji uključuje proizvodnju ili izgradnju sustava prvenstveno usmjereno prema proizvodnoj djelatnosti.

Logistički dio u fazi proizvodnje ili izgradnje sustava sadrži nekoliko glavnih aspekata djelovanja: [1]

- Aspekti podrške potrebne u proizvodnom procesu i odnose se na početne kupovinu sredstava od različitih dobavljača, protok materijala kroz proizvodni pogon, uspostavu i održavanje zaliha, pakiranje i transport, skladištenje i krajnju distribuciju proizvoda za uporabu
- Rezervacije, nabava, proizvodnja i distribucija elemenata logistike utvrđenih kroz analizu podrške, koji su potrebni za održavanje i podršku sustava tijekom predviđenog razdoblja korištenja. To uključuje rezervaciju, nabavu ili proizvodnju rezervnih i popravljenih dijelova, posebne testove i potpurnu opremu, softver, tehničke podatke, itd.

Kod proizvodnje i građenja izvode se sljedeće radnje: [1]

- Različita mjerenja na izgrađenom sustavu
- Probni rad i testiranja
- Vođenje dokumentacije o izvedbenom stanju (u projektnu dokumentaciju treba unijeti sve što je za vrijeme građenja promijenjeno ili dodano)
- Korekcije sustava

#### 2.2.5. Rad sustava

Kada je sustav isporučen i instaliran za operativnu uporabu kupca, postoji stalna potreba za sustavom podrške. U početku rada sustava postoji mogućnost pojave kvara koji zahtijeva proceduralne prilagodbe i preinake u svrhu uklanjanja nedostataka. U ovome dijelu životnog ciklusa provodi se proces održavanja za vrijeme vijeka trajanja.

#### 2.2.6. Razgradnja sustava

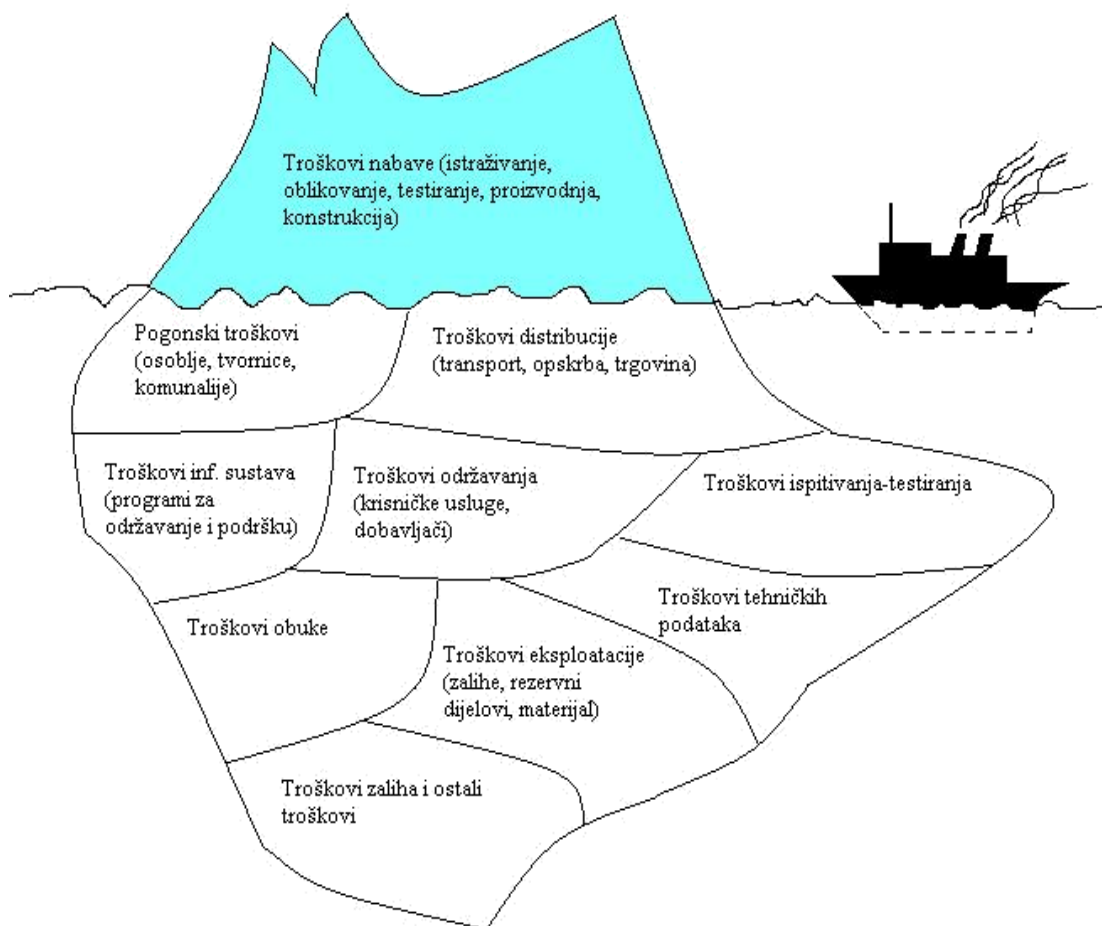
Odnosi se na dizajniranje sustava za sposobnost recikliranja i odlaganja materijala. Na kraju životnog vijeka elementi sustava postaju zastarjeli i povlače se, a materijalne su rezerve maknute sa zaliha. Proces razgradnje sustava mora biti izveden u mjestu za recikliranje takvog materijala ili disponiran na takav način da ne zagadi okoliš. Resursi koji su potrebni za povlačenje sustava i njegovih elemenata definirani su analizom podrške.

### 2.3. Važnost primjene logistike u svrhu smanjenja ukupnih troškova

Uočljivo je da se složenost i troškovi sustava u cjelini stalno povećavaju uvođenjem novih tehnologija kao odgovor stalnom mijenjanju izvedbenih zahtjeva sustava, zatim povećanju vanjskih društvenih i političkih pritisaka povezanih s zaštitom okoliša, potrebe za smanjenjem vremena razvoja i isporuke novog sustava za korisnika, te zahtjevom za produljenje životnog vijeka sustava u pogonu što predstavlja veliki izazov. Također mnogi sustavi u upotrebi ne odgovaraju potrebama korisnika, niti su ekonomični u smislu podrške i poslovanja, u vremenu kada su raspoloživi resursi sve manji, a konkurentnost stalno raste.

U rješavanju ekonomskih problema i pomanjkanja uočljivosti ukupnih troškova koristi se sustav prikaza troškova „ledeni brijeg“ prikazan na slici 4. Za mnoge sustave, troškovi su povezani sa razvojem i oblikovanjem, konstruiranjem, početnom nabavom i instalacijom glavne opreme, proizvodnjom i drugim elementima koji su djelomično poznati, a na osnovu tih troškova su se u početku najčešće donosile odluke. Međutim troškovi su povezani sa korištenjem i održavanjem, te podrškom za sustav kroz njegov planirani životni vijek, to nosi dodatne troškove koji su nevidljivi. U biti takvo razmatranje bilo je relativno uspješno u rješavanju kratkoročnih troškova ali nedovoljno učinkovito gledajući dugoročno. U isto vrijeme, uočljivo je da se veliki postotak troškova cjelokupnog životnog vijeka promatranog sustava povezuje sa održavanjem koji kod nekih sustava iznose i do 75%. Kada se razmatraju uzročno-posljedične veze, dolazi se do zaključka da značajan dio ovih troškova proizlaze iz posljedica donesenih odluka u ranim fazama planiranja i razvoja. [2]

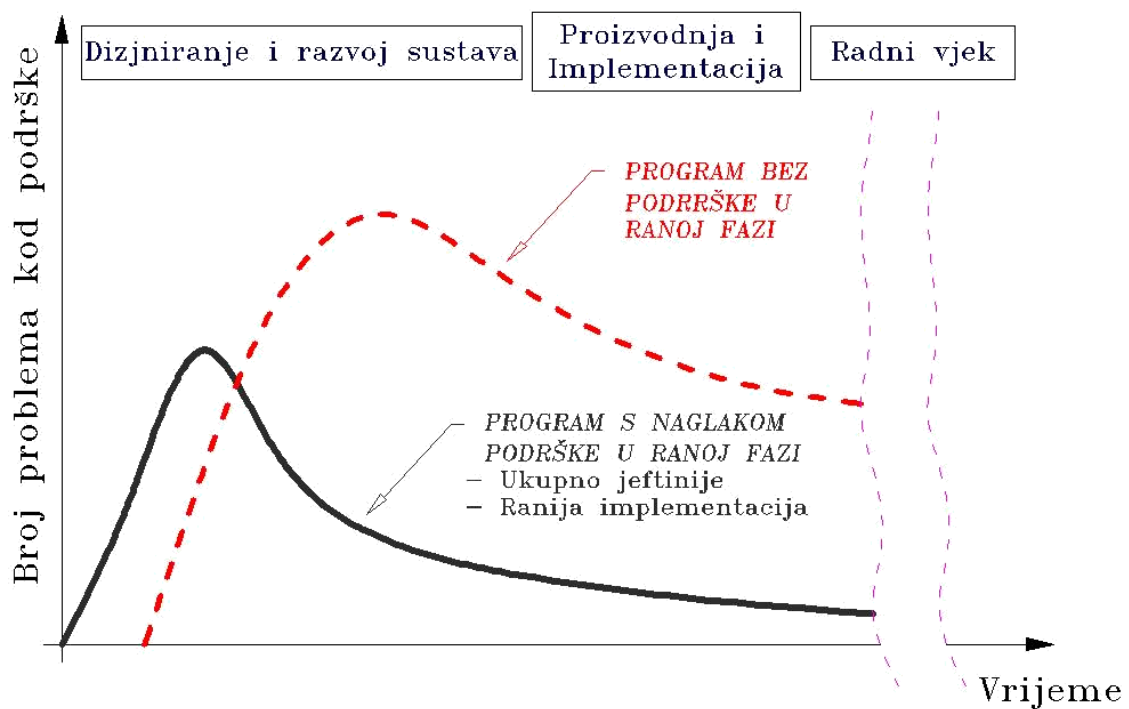
Odluke koje se donose na osnovu odabira tehnologija i materijala, oblikovanja proizvodnog procesa, ambalažne opreme, performansi manualizacije u odnosu na automatizaciju, oblik opreme za održavanje i podršku i sl. imaju veliki utjecaj na smanjenje troškova odnosno na troškove životnog vijeka. Osim toga, krajnje održavanje i infrastruktura za odabrani sustav tijekom svog razdoblja korištenja može značajno utjecati na ukupnu troškovnu isplativost sustava. Iako se poboljšanja, kako bi se smanjili troškovi, mogu pokrenuti u bilo kojoj fazi, vidi se da najveći utjecaj na troškove životnog vijeka (održavanje i podrška) može se ostvariti kroz najranije faze ustroja i razvoja sustava. Drugim riječima, logistika i način podrške moraju biti svojstveni unutar ranog razvoja i ustroja sustava ako se želi osigurati ekonomičnost. [2]



Slika 4. Prikaz ukupnih troškova, [3]

Često se logistika smatra posljedicom, a aktivnosti vezane uz logističku podršku tj. logistiku nisu bile prihvaćene kao nužne i prepoznate kao razina upravljanja. Iskustvo je pokazalo da je to u praksi vrlo štetno, a rezultiralo je povećanjem troškova. Posljedice ne uvođenja logističke podrške kod planiranja sustava u ranoj fazi (razvoja i nastajanja sustava) prikazane su na slici 5. Na slici se može vidjeti usporedba učinaka u ranoj fazi planiranja životnog vijeka u odnosu na podršku u kasnijoj fazi.

Iako logistika obuhvaća dodatne funkcije (npr. nabavu, protok materijala, transport, distribuciju), naglasak mora biti na oblike podrške (dio ledenog brijega ispod razine vode). [3]



Slika 5. Posljedice neuvođenja logistike od početka izgradnje sustava, [3]



### 3.ELEMENTI LOGISTIČKE POTPORE

Logistička potpora predstavlja tehnički dio ukupne potpore sustava, a prvenstveno se odnosi na održavanje, protok materijala, transport i raspodjelu, održavanje zaliha pričuvnih dijelova i podvorbu korisnika.

Logistička potpora sadrži sljedeće elemente: [1]

- Održavanje
- Opskrbna potpora
- Ispitna i potporna oprema
- Transport i rukovanje
- Osoblje i obuka
- Pomoćni objekti
- Podaci i dokumenti

#### 3.1. Održavanje

Održavanje predstavlja skup svih tehničkih, administracijskih i upravljačkih pothvata kojemu je cilj zadržati sustav ili ga vratiti u stanje u kojem može izvršavati zahtijevanu funkciju. Proces održavanja izvodi se prema planu održavanja koji predstavlja popis djelatnosti koji će se obavljati u okviru potpore sustava za vrijeme životnog ciklusa.

Proces održavanja ostvaruje se pomoću održavalačkih pothvata (OP), ako se radi o složenijem pothvatu koji zahtijeva primjenu drugih pothvata, tada se radi o održavalačkom ciklusu (OC). Najvažniji održavalački pothvati su: popravak popravljivog ili nepopravljivog dijela, nadzor koji uključuje provjeru i pregled, servisiranje (podmazivanje, punjenje gorivom, razne provjere), podešavanje ili ugađanje (usklađivanje radnih značajki sustava), funkcijsko ispitivanje (pregled rada sustava), odstranjivanje i zamjena (zamjena određenih dijelova zbog dotrajalosti).

Postoje dvije vrste održavanja: korektivno i preventivno održavanje. Preventivno održavanje predstavlja skup svih OP/OC koje zahtijeva propisano redosljedno (kalendarsko) održavanjem sa svrhom zadržavanja razine izvedbe sustava na vrijednosti koju je imao u trenutku puštanja u rad.

U proces preventivnog održavanja ulaze neki OP/OC pothvati te neki specifični pothvati za promatrani sustav. Primjeri OP/OC za proces preventivnog održavanja su: [1]

- periodične promjene
- pregled stanja: očitavanje iznosa mjerila izvedbe
- zamjena kritičnih dijelova (to su oni koji smiju biti u uporabi samo propisani broj radnih sati)
- baždarenja
- redovno servisiranje (podmazivanje, čišćenje)
- obnavljanje podsustava ili sustava
- remont
- poboljšanje izvedbe ili rekonstrukcije (na temelju iskustva o održavanju sustav se poboljšava glede izvedbe i glede održavanja i trajnosti)
- “investicijsko održavanje“ (povećava financijsku vrijednost sustava)

Za učinkovitu i uspješnu provedbu preventivnog održavanja potrebno su sljedeći elementi: podaci o održavanju sličnog sustava, upute za rad, potrošni i zamjenski dijelovi, kvalificirano i obučeno osoblje, odgovarajuća ispitna oprema i alati, upute o održavanju kao i projektna dokumentacija.

Najvažnije prednosti preventivnog održavanja su: [1]

- izvodi se prema planu održavanja tj. vremenski je najbolje usklađeno s obzirom na rad sustava
- povećava duljinu radnog stanja sustava
- smanjuje količinu pričuvnih dijelova
- smanjuje broj prekovremenih sati za održavanje
- smanjuje broj kvarova i time se radno vrijeme utrošeno na održavanje pravilnije raspoređuje unutar promatranog razdoblja
- smanjuje količinu pomoćne opreme
- osigurava stalnost kvalitete
- unaprjeđuje optimizaciju troškovne uspješnosti
- omogućuje planiranje uporabe postojeće opreme koja je na raspolaganju

Korektivno održavanje predstavlja skup održavalačkih pothvata pomoću kojih se popravljaju kvarovi nastali zbog slučajnih uzroka. Korektivno održavanje se izvodi u obliku niza održavalačkih pothvata koji čine održavalački ciklus (OP/OC), a to su: [1]

- otkrivanje kvara
- priprema za popravak
- određivanje mjesta kvara
- odstranjivanje pokvarenog dijela
- rasklapanje
- popravak
- sklapanje
- podešavanje/ugađanje
- ispitivanje

Zahtjevi logističke potpore sadrže u sebi skup svih aktivnosti, procedura, analiza i postupaka koje je potrebno provesti kako bi se osigurao uspješan i ekonomičan rad sustava u smislu integracije svih elemenata potpore. Kada su jasno definirani radni zahtjevi sustava prelazi se izradi nacrtu održavanja koji je temeljni čimbenik prema kojem se izvodi plan održavanja i bitan čimbenik u pogledu određivanja zahtjeva za elementima potpore .

Nacrt održavanja definira se tijekom idejnog projekta, a razvija iz definicije sustava operativnim zahtjevima. Logistička potpora unutar nacrtu prvenstveno se mora nositi s tokom aktivnosti i materijala od dizajna, preko proizvodnje do kupca (radno mjesto gdje se sustav koristi). Osim toga tu je i protok koji uključuje sposobnost podrške sustava. Postoji i tok kod održavanja gdje su stavke vraćene s razine radnog mjesta na razinu poduzeća ili razinu proizvođača. Postoji i tok koji uključuje distribuciju rezervnih dijelova, osoblje, ispitne opreme i podataka od različitih dobavljača za sve razine održavanja prema potrebi.

Definirani radni zahtjevi prethode nacrtu održavanja, a oni obuhvaćaju: [1]

- opis radne zadaće sustava (opis primarnih i ostalih radnji)
  - Što sustav treba obavljati?
- mjerila izvedbe i fizičke značajke (veličina težina, oblik dijelova, područje uporabe, točnost, preciznost, itd.)
  - Koja su kritična mjerila izvedbe?
- mjesto rada (broj i geografska lokacija gdje će se sustav iskorištavati)
- predviđeni životni ciklus (mora se predvidjeti rok trajanja)
- mjerila uspješnosti
  - zahtjevi u obliku pokazatelja vrijednosti (troškovna uspješnost, radna raspoloživost, uporabivost, iskoristivost pomoćnih sredstava, MTBM, itd.)
- okoliš (okolina u kojoj će sustav raditi).

Održavanje se može izvesti na samoj sustavu u mjestu gdje se sustav koristi kod kupca, u prostorima kupca blizu operativnog mjesta, i kod proizvođača sustava. Razine održavanja prikazane u tablici 1. odnose se na podjelu funkcija i zadataka za svako područje na kojem se obavlja održavanje. Na svakoj razini održavanja predviđa se složenosti zahtjeva, zahtjevi za razinu kvalifikacije osoblja, potreba za posebnim objektima, ekonomski kriteriji, itd. Razine održavanja predstavljaju mjesto gdje se održavanje izvodi, a to su: [1]

1. Razina radnog mjesta (organizacijska razina)

Provodi se na radnom mjestu i rabi samo vlastitu opremu. Osoblje koje obavlja redovni posao ima relativno malo vremena koje može posvetiti održavanju. Proces održavanja na ovoj razini je ograničen na periodičke provjere izvedbe opreme, vizualni nadzor, čišćenje opreme, podešavanje i odstranjivanje sa zamjenom nekih komponenata. Osoblje dodijeljeno ovoj razini općenito ne popravlja odstranjene dijelove nego ih šalje na razinu poduzeća. Sa stajališta održavanja na ovoj razini se nalazi osoblje najniže kvalifikacije.

2. Razina poduzeća

Održalavačke pothvate na ovoj razini izvode pokretni, polupokretni i nepokretni posebni odjeli ili radionice. Ovdje se krajnje popravljivi dijelovi popravljaju odstranjivanjem i zamjenom glavnih modula, sklopova ili komponenata. Ovdje se mogu izvoditi održavalački pothvati preventivnog održavanja na ovoj razini ima nešto veću kvalifikaciju i bolje su opremljeni ispitnom opremom nego na razini radnog mjesta.

Ako se sustav proteže na većoj geografskoj lokaciji, moraju postajati pokretne ili polupokretne ekipe koje koriste vozila s ispitnom i potpornom opremom te pričuvnim dijelovima. Svi održavalački pothvati koji se ne mogu izvesti na razini radnog mjesta ovdje se ovdje ili na višoj razini.

Ovdje se oprema popravlja do razine modula i komponente te zbog toga osoblje treba imati veću kvalifikaciju, a time postoje i zahtjevi za dodatnu ispitnu opremu, više pričuvnih dijelova i boljom pomoćnom opremom.

3. Razina proizvođača

Razina proizvođača predstavlja najvišu razinu održavanja. Izvodi se u radionici proizvođača smještenoj uz skladište pričuvnih dijelova. Tu se održava glomazna i zamršena oprema, obrađuju se velike količine pričuvnih dijelova i sl. Osoblje je visokospecijalizirano, a ako se radi o obradi velikog broja

pričuvnih dijelova mogu se formirati proizvodne trake s osobljem relativno niskih kvalifikacija.

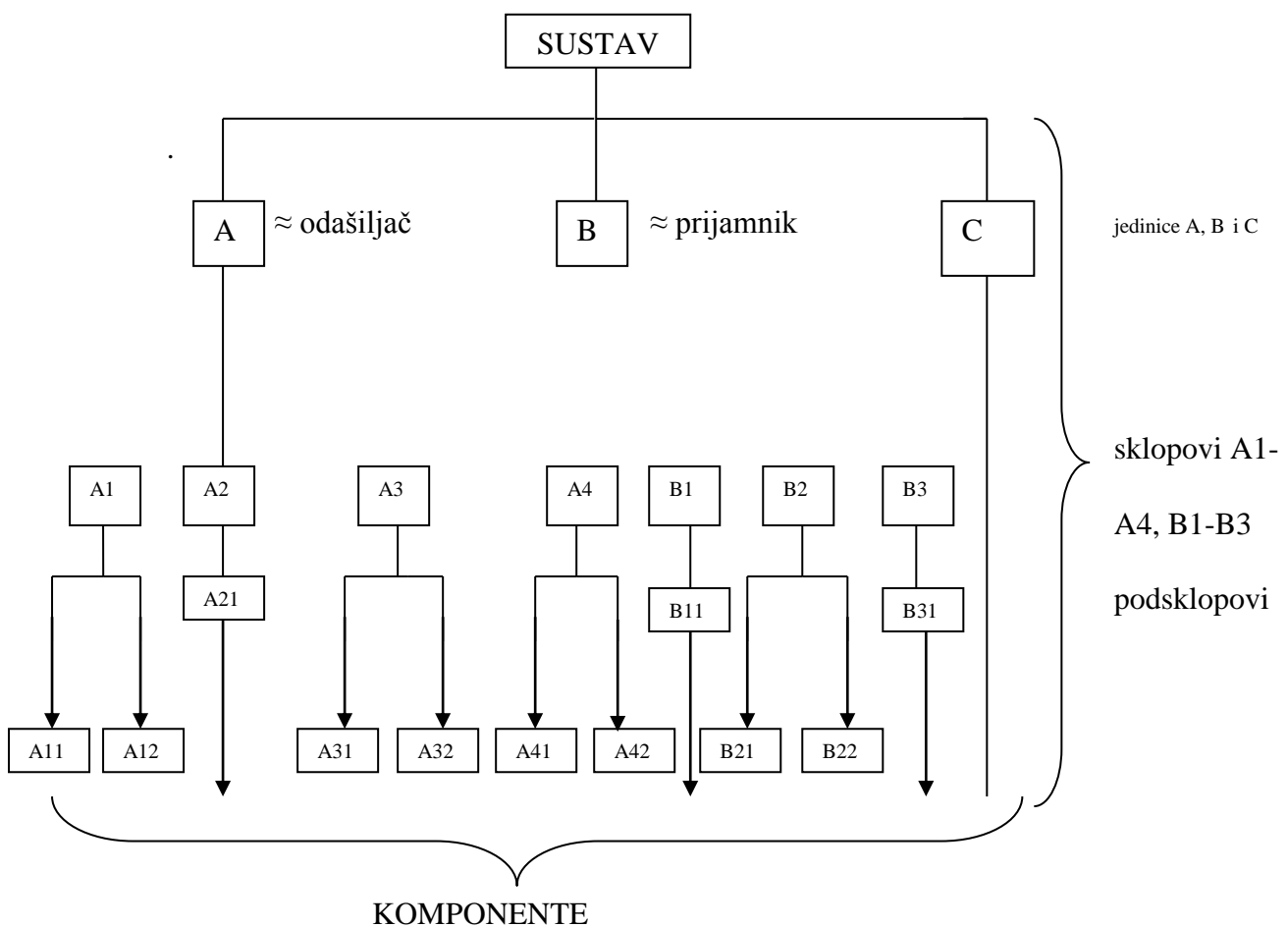
Postupci koji se ovdje primjenjuju su: potpuni pregled, pregradnje, baždarenja i ostali najzamršeniji pothvati. Na ovoj razini održavanja postoji mogućnost popunjavanja zaliha pričuvnih dijelova.

**Tablica 1. Pregled sadržaja razina održavanja**

	Razina radnog mjesta	Razina poduzeća	Razina proizvođača
<b>Gdje se izvodi</b>	Tamo gdje se oprema nalazi	Radionica za održavanje u poduzeću	Kod proizvođača ili dobavljača
<b>Tko izvodi održavanje?</b>	Radnik koji radi na toj opremi	Članovi radionice za održavanje	Osoblje koje je proizvelo opremu
<b>Pristup popravljanju</b>	Popravak na opremi na mjestu gdje se ona nalazi	Popravak i vraćanje korisniku	Popravak i vraćanje u skladište zaliha
<b>Postupci koji se izvode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pregled</li> <li>- servisiranje</li> <li>- podešavanje</li> <li>- manji popravci zamjenom nepopravljivih komponenata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- detaljni pregled</li> <li>- potpuni servis</li> <li>- zamršena podešavanja</li> <li>- veći popravci i preinake</li> <li>- baždarenje prema radnim etalonima</li> <li>- preuzimanje poslova s prethodne razine održavanja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- složenija podešavanja na razini proizvođača</li> <li>- pregled, pretres i preinake</li> <li>- najzamršeniji popravci i preinake</li> <li>- baždarenja s primarnim i sekundarnim etalonima</li> <li>- preuzimanje poslova s prethodne razine održavanja</li> </ul>

Izvor: [1]

Nakon definiranja razina održavanja prelazi se na određivanje pristupa popravljanju gdje se određuje predviđen opseg popravka za popravljivi dio. Pristup popravljanju kao postupak treba odrediti za svaki dio sustava hoće li on biti nepopravljiv, djelomično popravljiv ili nepopravljiv. Pristupi popravljanju predstavljaju bitan čimbenik za određivanje razine održavanja na kojoj će se popravak izvoditi. Za svaki pristup popravljanja potrebno je navesti zahtjeve za logističku potporu. Prilikom izrade nacrtu održavanja može se navesti nekoliko različitih pristupa popravljanja te se na svakom od njih provodi metoda odmjeravanja kojom se kasnije ocjenjuju prema utjecaju na projektiranja opreme i prema utjecaju na logističku potporu. Tipičan pristup popravljanju prikazan je na slici 6.



Slika 6. Prikaz sustava kod određivanja pristupa popravljanju, [1]

Postoje 3 razine određivanja pristupa popravljanju: [1]

#### 1. Nepopravljivi dio:

Obično je to dio koji se u funkcijskom rastavu nalazi na razini podsklopa i ima relativno niske troškove zamjene. Pokvareni dio se baca i zamjenjuje pričuvnim. U ovoj varijanti pristupa jedinice A, B i C proglašuju se nepopravljivima na razini radnog mjesta (kada se na njima dogodi kvar). U ovome slučaju nema potrebe za održavanjem na razini poduzeća, osim što tamo mora postojati pričuvna jedinica o kojoj se radi. Ako se prihvati takav pristup popravljanju, tada se tijekom projektiranja to mora uzeti u obzir tako da se predvidi ugradnja samoispitnih sklopova koji će signalizirati kvar na jedinici, a to je vrlo skupo. Cijeli sustav mora biti projektiran tako da se jedinice A, B i C lako odstranjuju.

Zahtjevi za logističkom potporom ovdje su minimalni. Pričuvne jedinice nalaze se u pogonskom skladištu pričuvnih dijelova. Ispitna i potporna oprema treba samo prilikom ulaska obnovljenih jedinica u skladište zaliha. Osoblje treba imati najniže kvalifikacije, a jedini održavački pothvat je "odstrani i zamijeni". Za donošenje odluke za ili protiv ovakvog pristupa popravljanju odlučujuća je usporedba troškova nabave i odlaganja čitavih jedinica sa troškovima logističke potpore u slučaju da se jedinice A, B i C smatraju popravljivima.

#### 2. Djelomično popravljivi dio

Ako se jedinice A, B i C proglašaju djelomično popravljivima, onda će se popravlanje izvoditi zamjenom sklopova, a popravak sklopova obavljati će se zamjenom podsklopova i komponenata. Pri tome se podsklopovi i komponente smatraju nepopravljivima i bacaju se.

Izbor pristupa popravljanju ovisi o radnim zahtjevima sustava, npr. radna raspoloživost sustava može zahtijevati toliko kratko vrijeme stajanja radi održavanja, (MDT – ukupno vrijeme nerada), koje se može zadovoljiti samo ako postoji brzi način popravljanja na razini radnog mjesta. Kako su na razini radnog mjesta kvalifikacije radnog osoblja male i oprema za ispitivanje je ograničena, potrebno je u sustav ugraditi uređaje za identifikaciju kvara, te načine brze zamjene nepopravljivog dijela. Zato je bitno prilikom planiranja sustava predvidjeti ugradnju samo-ispitnih uređaja i laku dostupnost do razine jedinice (koja sadrži sklopove, podsklopove i komponente)

Na razini radnog mjesta postoje drugačiji zahtjevi pristupa. Na razini radnog mjesta mora postojati mogućnost brze indentifikacije kvara do razine podsklopa. To znači da oni



moraju biti projektirani tako da su lako dostupni i lako zamjenjivi. Podsklopovi se moraju prilikom projektiranja i izradbe smatrati nepopravljivima tj. otpisuju se nakon kvara.

### 3. Potpuno popravljivi dio

Kod ovog pristupa popravljanju popravljivi su podsklopovi unutar jedinica A i B prikazanih na slici 3. Kod projektiranja vrlo je važno projektirati podsklopove do razine komponenata. Ovaj pristup popravljanju zahtijeva najveću količinu sredstava logističke potpore.

Kod postupka s popravljivim dijelom postoji mjerilo učinkovitosti TAT (engl. turn around time – vrijeme povratka popravljivog dijela) koje se sastoji od MDT (engl. mean down time - ukupno vrijeme nerada) i trajanja otpreme u skladište pričuvnih dijelova, a predstavlja ukupno vrijeme trajanja obnove popravljivog dijela.

### 3.2. Opskrbna potpora

Opskrbna potpora predstavlja sve sastavne dijelove, potrošne i specijalne materijale i odgovarajuće zalihe potrebne za podršku: primarnih uređaja za izvršenje misije, softvera, uređaja za ispitivanje i podršku, uređaja za transport i rukovanje (manipulaciju), uređaja za obuku, postrojenja. Opskrbna potpora obuhvaća dokumentaciju za snabdijevanje, funkcije nabavke, radionice, distribuciju materijala i osoba u vezi sa nabavkom i održavanjem zaliha rezervnih dijelova na svim nivoima podrške.

Opskrbnu potporu čine pričuvni dijelovi smješteni u pogonskom skladištu i odgovarajuće zalihe istih potrebnih za ostvarenje svih preventivnih i korektivnih održavalačkih pothvata i ciklusa.

Količine pričuvnih dijelova ovise o ukupnoj količini potražnje u koju ulaze: [1]

- pričuvni dijelovi za stvarnu zamjenu dijelova tijekom korektivnih i preventivnih OP/OC (zamjenski, popravni, potrošni)
- dodatna količina pričuvnih dijelova zbog popravljivih dijelova koji trebaju izvjesno vrijeme za popravak i ponovno vraćanje u pogonsko skladištenje (često je slučaj da u radionicama za popravak dijelovi čekaju “u redu“ za popravak, stoga u pogonskom skladištu treba postojati zaliha tih istih dijelova u svrhu smanjenja ukupnog vremena popravka)
- dodatna količina pričuvnih dijelova zbog trajanja nabave prilikom dobave

- dodatna količina pričuvnih dijelova zbog uzimanja u obzir loših pričuvnih dijelova prije početka popravljavanja i škartiranja onih dijelova koji se u procesu popravljavanja oštete

Promatramo li zahtjeve za pričuvnim dijelovima u svrhu optimizacije zaliha, postoje tri važne zadaće koje trebamo riješiti: [1]

- određivanje raznovrsnosti, tj. sve vrste pričuvnih dijelova
- određivanje optimalne količine pojedinačnog pričuvnog dijela
- učinak izbora vrste i količine svakog pričuvnog dijela na uspješnost sustava

Zahtjevi za pričuvnim dijelovima s obzirom na vrstu i količinu mogu se odrediti pomoću metode Poissonovog procesa kvarenja, a utjecaj na uspješnost sustava identificiranjem posljedica nepostojanja zaliha potrebnih dijelova koji mogu biti kritični za rad i namjenu sustava. Kritičnost dijela s obzirom na rad sustava određuje se s obzirom na funkciju, a ne s obzirom na troškove nabave.

Svojstva optimalne opskrbe ne utječu negativno na uspješnost sustava, ona omogućuju ostvarivanje minimalnih zaliha potrebnih dijelova za pravovremeno zadovoljenja potreba istih. Isto tako optimalna opskrba potpora svodi financijska sredstva na minimum. Kvaliteta opskrbe potpore mora se detaljno proučavati, istraživati te simulirati u svrhu određivanja optimalne količine s obzirom na štetu koja može nastati zbog pomanjkanja pričuvnih dijelova u trenutku potrebe i s obzirom na količinu financijskih sredstava u prevelikim zalihama. Vrlo je važno i proučiti proces nabave jer se proračunate i prispjele zalihe razlikuju.

Opskrbnu potporu treba shvaćati kao sustav čiji funkcijski rastav ima dvije hijerarhijske razine: [1]

1. vrste i količine pričuvnih dijelova
2. skladištenje svih količina pričuvnih dijelovapotrebnih za izvođenje obiju vrsta održavanja.

Nadalje, na svakoj razini održavanja vrlo je važno odrediti: [1]

- vrste pričuvnih dijelova
- količine koje treba uskladištiti i nabaviti za svaku vrstu
- period ponovnog naručivanja

Veličina pričuvnih dijelova za ostvarivanje preventivnog održavanja je unaprijed planirana (poznata) količina jer ovisi o planu (redoslijedu) koji je propisan. Kod procesa korektivnog održavanja broj pričuvnih dijelova procjenjuje se pomoću Poissonova slučajnog procesa.

Asortiman rezervnih dijelova zavisi od strukture tehničkog sustava, pogodnosti za održavanje i mogućnosti popravka uređaja. Količine pričuvnih dijelova zavise od pokazatelja pouzdanosti, broja jednakih dijelova u tehničkom sustavu, broja tehničkih sustava na održavanju (za koje se nabavljaju pričuveni dijelovi), zahtjeva za raspoloživost tehničkog sustava te prihvatljivosti troškova zaliha pričuvnih dijelova. Jedan od načina za normiranje pričuvnih dijelova je i matematičko modeliranje koje povezuje vjerojatnost da će pričuveni dio biti u zalihi kad zatreba, pouzdanost dijela, ekonomske parametre troškova zaliha i zastoja, parametre količina i rasporeda tehničkih sredstava, te strukturu i parametre sustava snabdijevanja zaliham. Kako za većinu dijelova vrijedi da je intenzitet kvara  $\lambda$  konstantan, zahtjev za količinom pričuvnih dijelova računa se prema Poissonovoj raspodjeli pa vrijedi izraz: [4]

$$P(r)_i = \sum_{i=1}^r \frac{(-N \cdot n_i \cdot \lambda_i \cdot t)^r}{r!} \exp(-N \cdot n_i \cdot \lambda_i \cdot t) = P_Z \quad (1)$$

Gdje je:  $P(r)$  vjerojatnost da će biti  $r$  ili manje zahtjeva za  $i$ -ti pričuveni dio,  $N$  broj tehničkih sustava na održavanju (za koje se osiguravaju zalihe),  $n$  broj  $i$ -tih dijelova, koji se proračunavaju kao pričuveni dijelovi u tehničkom sustavu,  $\lambda$  intenzitete otkaza  $i$ -tog dijela,  $t$  vrijeme rada tehničkog sustava, za koje se proračunavaju zalihe,  $r$  količina (broj) pričuvnih dijelova za  $i$ -ti dio.

Razdoblje korisnog životnog vijeka je razdoblje aktivnog korištenja elemenata ili uređaja, a karakteriziraju ga slučajni otkazi, različitog uzroka ili porijekla, uz koje se povremeno pojavljuju poneki otkaz usred starosti ili istrošenosti. Zbog toga intenzitet otkaza  $\lambda(t)$  lagano raste s vremenom. No za praksu stvarna kosa linija  $\lambda(t)$  aproksimira horizontalnom, čija vrijednost na ordinati je srednja vrijednost u toku razdoblja. Na taj način

dobiva se konstantna vrijednost intenziteta otkaza s kojom je mnogo jednostavnije računati s zanemarivim greškama. [4]

Smatra se da u sustavu postoje ukupne zalihe sredstava potrebnih za rad i potporu čiji jedan dio čine pričuvni dijelovi. Sustave zaliha pričuvnih dijelova predstavljaju skladišta pričuvnih dijelova iz kojih se popunjavaju pogonska skladišta (skladišta koja se nalaze uz mjesta gdje se popravljaju pokvareni dijelovi na razini radnog mjesta ili razini poduzeća). Pogonske količine pričuvnih dijelova čine temelj zaliha pričuvnih dijelova. Količinu pričuvnih dijelova u zalihama određuju zahtjevi vjerojatnosti i zahtjevi ekonomičnosti. Problematika zaliha pričuvnih dijelova prikazana je na slici 7. Uz pretpostavku da je vrijeme trajanja nabave i količina potražnje dijela konstantna. Smanjenje ili trošenje zaliha prikazano je nagibom pravca. Kada razina zaliha dosegne određenu razinu, naručuje se optimalna količina uzimajući u obzir realno trajanje nabave. Dobavu predstavlja ulaz zaliha tj, njihova dopuna iz trgovine ili proizvodnje, a izlaz predstavlja posljedicu potražnje ili zahtjev za pričuvnim dijelom. Popunjavanje zaliha vrši se putem narudžbe.

Optimalna veličina narudžbe računa se prema formuli: [5]

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot D}{h}} \quad (2)$$

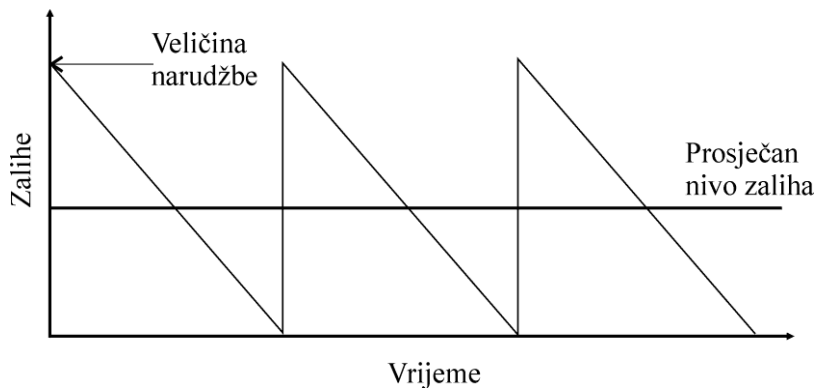
Model optimalne veličine narudžbe uključuje slijedeće pretpostavke: [5]

- potražnja je konstantna i iznosi  $D$  komada na dan.
- narudžbe skladišta prema dobavljaču su konstantne i iznose  $Q$  proizvoda po svakoj narudžbi.
- fiksni troškovi realizacije svake narudžbe su  $K$  novčanih jedinica.
- trošak čuvanja zaliha iznosi  $h$  svakodnevno po jednom proizvodu.
- vrijeme dobave (vrijeme proteklo od ispostave narudžbe do primitka robe) je nula.
- početna zaliha je nula.
- period planiranja je dug (neograničen)

Vrlo važan dio problematike vezan uz zalihe pričuvnih dijelova su troškovi. Postoje dvije vrste troškova, to su: troškove dobave i troškove držanja zaliha ( $h$ ). Troškovi dobave sastoje se od dva dijela: nepromjenjivi i promjenjivi. Nepromjenjivi troškovi ne ovise o naručenoj količini, a postoje samo onda kada se radi o količini zaliha za dopunjavanje. Promjenjivi

troškovi predstavljaju troškove koji ovise o količini narudžbe te su ujedno i proporcionalni količini dobave.

Troškovi držanja zaliha ( $h$ ) predstavljaju troškove održavanja tijekom vremena, a obuhvaćaju: osiguranje, pristojbe za komunalije, održavanje skladišnog prostora, zamrznuti kapital zbog pričuvnih dijelova u skladištu zaliha.



Slika 7. Ciklus obnavljanja zaliha, [6]

### 3.3. Ispitna i potporna oprema

Ispitna i potporna sadrži različite uređaje, poput preciznih elektroničkih uređaja, mehaničke ispitne opreme, posebnih uređaja za držanje i hvatanje, radnih stolova za održavanje i sva ostala oprema za rukovanje za vrijeme korektivnog i preventivnog održavanja. Velika koncentracija navedene opreme nalazi se kod održavanja na razini poduzeća te na razini proizvođača. Zahtjevi za popravke za koje treba ova oprema dolaze po zakonitosti slučajnih procesa, a o njihovoj količini ovisi količina ispitne opreme.

Količinu i vrstu ispitne i potporne opreme određuju sljedeći čimbenici: [1]

- vrste popravljivih dijelova koji dolaze na popravak
- vrste mjerenja koja treba obaviti prilikom popravka istih
- učestalost ispitivanja u jedinici vremena

### 3.4. Osoblje i obuka

Osoblje predstavlja kvalificirane radnike za obavljanje određenog održavalačkog pothvata, a obuka obuhvaća osposobljavanje osoblja za instaliranje, provjeru, rad, rukovanje i održavanje, i to primarne i potporne opreme. Za svaki održavalački pothvat potrebno je za svakog čovjeka odrediti kvalifikaciju posla potrebnog za određeni zahvat.

Radnici se po kvalifikacijama mogu podijeliti u tri skupine: [1]

1. osnovna kvalifikacija: predstavlja osoblje sa završenom nižom stručnom spremom koji su zaduženi za obavljanje rutinskih kontrola kao i pomoć osoblju sa višom kvalifikacijom
2. srednja kvalifikacija: predstavlja osoblje sa završenom srednjom stručnom spremom koja su već prošla obuku ili tečajeve za održavanje i/ili na programima za obuku u tvornici proizvođača opreme
3. kvalifikacija za kontrolora: predstavlja osoblje sa završenim prvim ili drugim stupnjem visokog obrazovanja. Ovo osoblje je prošlo kroz opsežnu obuku za rad i razne specijalizirane tečajeve.

Stručnost i broj osoblja predviđeno za obavljane zahvata preventivnog ili korektivnog održavanja navedena je u nacrtu održavanja.

### 3.5. Transport i rukovanje

Oprema za rukovanje i transport obuhvaća spremnike i ostalu opremu potrebnu za pakiranje, čuvanje, skladištenje, rukovanje i transport primarne i opreme za opskrbnu potporu. Tu spadaju i oprema potrebna za premještanje ljudskih i materijalnih sredstava potrebnih za izvođenje održavalačkog pothvata.

### 3.6. Pomoćni objekti i oprema

Ovdje ubrajamo sve sadržaje potrebne za podršku svih planiranih i neplaniranih aktivnosti održavanja na svim razinama. To su: fizička postrojenja, prijenosne spremnike, službena vozila, prodavaonice pričuvnih dijelova, posebne ustanove za popravak te komunalije (toplinska i električna energija, telekomunikacije, vodovod).

Oprema predstavlja sve alate, dijagnostičke i ispitne uređaje, posebnu opremu za ispitivanje, mjernu i kalibracijsku opremu, raspored održavanja i posebnu prijenosnu opremu potrebnu za izvođenje svih planiranih i neplaniranih radnji održavanja sustava.

### 3.7. Tehnički podaci

Tehnički podaci uključuju sve postupke ispitivanja i instaliranja sustava, upute za rukovanje i održavanje, postupke raznih pregleda i podešavanja, uputa za remont, podaci o objektima, upute za izmjenu, podaci projektiranja (tehnički podaci, skice, popis dijelova i materijala, računalni podaci) te podaci logističke dobave koji su potrebni za izvedbu sustava kod razvoja, proizvodnje, eksploatacije, održavanja i kraja rada sustava

Ovdje spada i sva tehnička dokumentacija potrebna za efikasno upravljanje, nadzor i održavanje kao i drugi oblici tehničkih logističkih podataka. [6]

#### 4. PRIKAZ LOGISTIČKE POTPORE IZ PRAKSE – STUDIJA SLUČAJA

U svrhu izrade ovog poglavlja, koje govori o primjeni logističke potpore, prikupljene su informacije tvrtke Auto Hrvatska koja ima prodajno–servisni centar u blizini Zagreba. U kratkom intervju sa voditeljem servisa prikupljeni su podaci o tome kako se upravlja elementima potpore u slučaju preventivnog održavanja jednog od najzastupljenijih tegljača marke MAN TGX Euro 5. Tegljač marke MAN TGX Euro 5 prikazan je na slici 8.



Slika 8. Tegljač MAN TGX 18.440 Euro 5, [7]

Organizacija prodajno-servisnih centara u Zagrebu, Karlovcu, Rijeci, Zadru, Splitu, Sl. Brodu, Osijeku, Varaždinu i Pazinu korisnicima nudi nova i rabljena gospodarska vozila MAN i Neoplan, servisne usluge, rezervne dijelove uglednih svjetskih dobavljača te održavanje i servis za kamione i autobuse različitih proizvođača. Ovlašteni je partner za održavanje i popravak MAN-ovih kamiona i MAN-ovih, Neoplanovih i Otokarovih autobusa.



Veličina i opremljenost radionica, kao i akumulirano znanje i iskustvo zaposlenika, omogućili su da se, osim za održavanje MAN-ovih i Neoplanovih vozila, kapaciteti aktiviraju za popravak gospodarskih i priključnih vozila drugih proizvođača. [8]

Svaki dolazak kamiona stranke na preventivno održavanje zahtjeva rezervaciju termina koji se može najaviti telefonskim putem ili putem interneta najmanje 48 sati unaprijed zbog učinkovitije organizacije servisnog pothvata.

Proces preventivnog održavanja kamiona MAN TGX Euro 5 odvija se prema propisanom planu održavanja koje je potrebno izvesti nakon određenog broja prijeđenih kilometara. Potrebni zahvati i zamjena potrošnih dijelova kod preventivnog održavanja kamiona koji se koriste u međunarodnim prijevozom sa godišnjom prosječnom prijeđenom kilometražom od 150 000 kilometara prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Radovi preventivnog održavanja tegljača MAN TGX 18.440 Euro 5

	1. godina	2.godina	2. godina	3. godina	3. godina	4. godina	4. godina	5. godina	5. godina
	80.000 km	160.000 km	240.000 km	320.000 km	400.000 km	480.000 km	560.000 km	640.000 km	720.000 km
<b>Dijelovi</b>									
Filter motornog ulja	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filter goriva (glavni)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grubi filter goriva		X		X		X		X	
Filter separatora goriva	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Set brtvi separatora goriva	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Glavni filter AdBlue	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filter cjevovoda AdBlue	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Filter zraka za motor		X		X		X		X	
Filter ulja mjenjača + gumica					X				
Brtva poklopca ventila					X				
Sušač zraka ECAM/Euro 5		X		X		X		X	
Filter ventilacije - klima uređaja	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Višežljebni klinasti remen motora						X			
Sušač plina klima uređaja						X			
Filter ulja upravljača							X		
Odzračnik osovina/mjenjač					X				
<b>Ulja - pogonska sredstva</b>									
Motor D2066 LF Euro5-EEV AdBlue	X	X	X	X	X	X	X		X
Mast za centralno podmazivanje	X	X	X	X	X	X	X		X
Mjenjač ZF 12AS2131 s intarderom					X				
Pogonska osovina HY 1350					X				
Rashladna tekućina motora						X			
<b>Rad</b>									
Servis s izmjenom mot. ulja i svih filtera	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Podšavanje ventila motora	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Izmjena ulja mjenjača i filtera					X				
Izmjena ulja pogonske osovine					X				
Kontrola klima uređaja s zamjenom sušača						X			
Izmjena rashladne tekućine						X			
Zamjena filtera ulja upravljača							X		
Podmazivanje osov. kotača pred. osovine VOK 07					X				

MIH / Organizacija servisa / 2014-02

Izvor: [9]

Za svaki servisni interval prema planu održavanja unaprijed su poznati svi zahtjevi za potrebnim osobljem sa odgovarajućom kvalifikacijom, rezervnim dijelovima, ispitnom i

potpornom opremom i potrebnim podacima. Svi troškovi kao i vrijeme trajanja preventivnog pothvata unaprijed su poznati i svaki korisnik je upoznat sa tim podacima. Ukoliko se na vozilu provodi korektivni pothvat cijena rada računa se prema satu i iznosi 290 kuna.

U sklopu servisnog centra nalazi se centralno skladište rezervnih dijelova i opreme uglednih proizvođača s više od 10 000 pozicija. Stanje zaliha rezervnih dijelova i opreme prati se pomoću računala. Razine zaliha dijelova su minimalne, tj. kada razina zaliha padne na unaprijed određenu količinu, računalo daje obavijest o potrebi naručivanja nove količine zaliha. Sa središnjeg skladišta u Zagrebu postoji brza isporuka na sve ostale servisne centre u Hrvatskoj u roku manjem od 24 sata.

U svrhu praćenja i evidentiranja pothvata na svakom vozilu u servisu, tvrtka se koristi računalnom aplikacijom DIGLAS. Pomoću aplikacije, prilikom pristupanja servisnom pothvatu, otvara se radni nalog gdje se upisuju svi podaci o izvršenim radnjama na vozilu tijekom cijelog životnog ciklusa vozila. Kao dodatnu opciju, od strane stručnog osoblja PSC servisnog centra, uveden je katalog radnog vremena gdje su evidentirani podaci o trajanju svake radnje vezane uz popravak vozila u svrhu točnijeg određivanja trajanja servisnog pothvata.

Aplikacija je sastavni dio paketa aplikacija za auto industriju. Aplikacija pokriva kompletno potrebe servisiranja vozila. Modul omogućava rada sa više marki vozila. Osnovna jezgra modula je vozilo koje se servisira. Vozilo koje se servisira se prati po nekoliko parametara (marka, model, tip, vrsta napajanja, broj šasije, godina proizvodnje, godina prodaje te tko je vlasnik, a tko korisnik vozila).

Funkcionalnosti modula: [10]

- mogućnost definiranja raznih tipova radnih naloga
- jamstveni radni nalog s djelomičnim ili potpunim jamstvom
- radni nalog za prvi servis
- interni radni nalog
- radni nalog za oštećenja u prijevozu
- normalni radni nalog
- izdavanje i praćenje radnih naloga po odjelima (radionicama) servisa
- mogućnost izrade računa za jedan ili više radnih naloga unutar prijemnog lista

- mogućnost vođenja sustava “Recall action”<sup>2</sup>
- praćenje povjesti radova na automobilu
- rekapitulacije izvršenih radova po odjelima (radionicama)
- evidencija izvršenih radova po serviserima
- pregledi ostvarenih zarada po poslovima i ugrađenim dijelovima

U servisnom centru u Zagrebu zaposleno je 40 djelatnika u odjelu održavanja vozila. Prema stručnosti osoblja to su:

- voditelj servisa
- stručni suradnici
- poslovođe servisa
- mehaničari i električari specijalisti
- mehaničari i električari ne specijalisti

U svrhu poboljšavanja kvalitete i stručnosti osoblja, godišnje postoji približno 15 raznih tečajeva i školovanja za osoblje koja predvode predavači koji posjeduju MAN licencu. Školovanje se odvija u prostorima PSC grupe u Zagrebu gdje dolaze osoblje iz svih servisnih centara u Hrvatskoj. Svaki djelatnik dužan je odslušati godišnje minimalno 3 dana predavanja.

U servisu se služe dijagnostičkim uređajima:

- MAN Cats
- Wabco
- Knorr-Bremse
- Voith

Dijagnostički uređaji MAN povezani su internetskom vezom sa središnjom bazom podataka u Munchenu. Softver MAN dijagnostičkog uređaja ima opciju automatskog ažuriranja podataka.

---

<sup>2</sup> “Recall action” predstavlja opoziv određenog vozila zbog moguće neispravnosti

Tegljači TGX u velikom broju nalaze se u flotama veliki tvrtki poput Konzuma i Ralu logistike te se redovito servisiraju u PSC-u. Ovako velike i uspješne tvrtke zahtijevaju pouzdane tegljače koji su temeljni čimbenici glede prijevoza robe u vremenski određenom roku. Kako sa eksploatacijom tegljača pada pouzdanost istog, time rastu troškovi održavanja. Prosječan broj kilometara, prije otpisa, za kamione koje koriste ovakve tvrtke iznosi oko 750 000. Tvrtke koje se zbog sve većih troškova održavanja i smanjene pouzdanosti tegljača odluče otpisati isti, svi prodajno-servisni centri u Hrvatskoj nude opciju otkupa ili opciju zamijene “staro za novo“. Kod obje opcije vlasniku tegljača nakon stručne procjene daju se prijedlozi cijena obje opcije. Kod otkupa vozila od strane PSC-a vrši se daljnja pretprodaja vozila.

#### 4.1. Mobilni servis – Mobile24

U svrhu unaprijeđenja svojih usluga PSC Auto Hrvatska predstavio je uslugu pružanja pomoći na cesti diljem cijele Europe. MAN-ova služba za pomoć na cesti dostupna je u bilo koje vrijeme, 365 dana u godini. Svaki prijevoznik koji želi koristiti ovu uslugu dužan je platiti godišnju pristojbu s početnom cijenom od 2800 kuna za osnovni paket usluge. U slučaju kvara prijevoznik se javlja bilo kojem PSC-u. U telefonskom razgovoru sa stručnim osobljem PSC-a, vlasnik pokvarenog tegljača definira kvar na vozilu. Osoblje PSC-a prepoznaje kvar na tegljaču te organizira potrebne elemente potpore (stručno osoblje za popravak te vrste kvara, potrebni rezervni dijelovi, ispitna i potporna oprema).

Osnovni paket usluge Mobile24 uključuje:[11]

- 24/7 broj za prijavu nezgode (neograničeno za vrijeme trajanja članstva)
- popravak tehničkog kvara na licu mjesta (neograničeno za vrijeme trajanja članstva)
- troškovi mehaničara na licu mjesta (dolazak/popravak/povratak) (neograničeno za vrijeme trajanja članstva)
- troškovi servisnog vozila, uključujući sve prijeđene kilometre (neograničeno za vrijeme trajanja članstva)
- troškove organizacije i intervencije (neograničeno za vrijeme trajanja članstva)
- jednokratni trošak vuče do 2.000 EUR godišnje po vozilu, ukoliko popravak nije moguć na licu mjesta

## 4.2. MAN servisni ugovori

Za optimalno planiranje termina održavanja vozila, MAN korisnicima nudi inovativan paket MAN ServiceCare, servisne ugovore uz odgovarajuću mjesečnu pristojbu. Korisnik ove usluge prepušta planiranje intervala održavanja i termina za popravke u ruke tvrtke MAN čime smanjuje rizik od neočekivanih troškova popravka. Na taj način korisnik može smanjiti troškove svojeg voznog parka i znatno povećati njegovu učinkovitost. Neovisno o tome za koji se MAN servisni ugovor korisnik odluči, MAN u svojem programu ima odgovarajuće rješenje za svaki korisnikov zahtjev. Ova usluga dostupna je diljem Europe, u preko 1.500 servisnih centara MAN.

Postoje tri vrste servisnih ugovora: [12]

### 1. MAN servisni ugovor – Comfort

- Uključuje sve servisne i inspekcijske radove nabrojane u planu održavanja vozila. Osim toga, MAN za korisnika organizira upravljanje ugovorom pa ga tako rasterećuje u administrativnom području

### 2. MAN servisni ugovor – ComfortPlus

- Nudi cijeli opseg usluga kao i MAN servisni ugovor Comfort, ali dodatno je nadopunjen jamstvom za MAN pogonsku grupu. Po potrebi moguće ga je proširiti i na MAN jamstvo za cijelo vozilo

### 3. MAN servisni ugovor – ComfortSuper

- Ugovor o održavanju i popravcima uključuje i sve servisne i inspekcijske radove u okviru redovitog održavanja kao i sve popravke potrošenih dijelova i popravke cijelog vozila. Ugovor s potpunom uslugom ne pokriva samo skupe komponente vozila, već rasterećuje korisnika i u administrativnom pogledu jer se preuzima administrativno upravljanje ugovorom.

Najvažnije prednosti korištenja MAN servisnih ugovora su:[13]

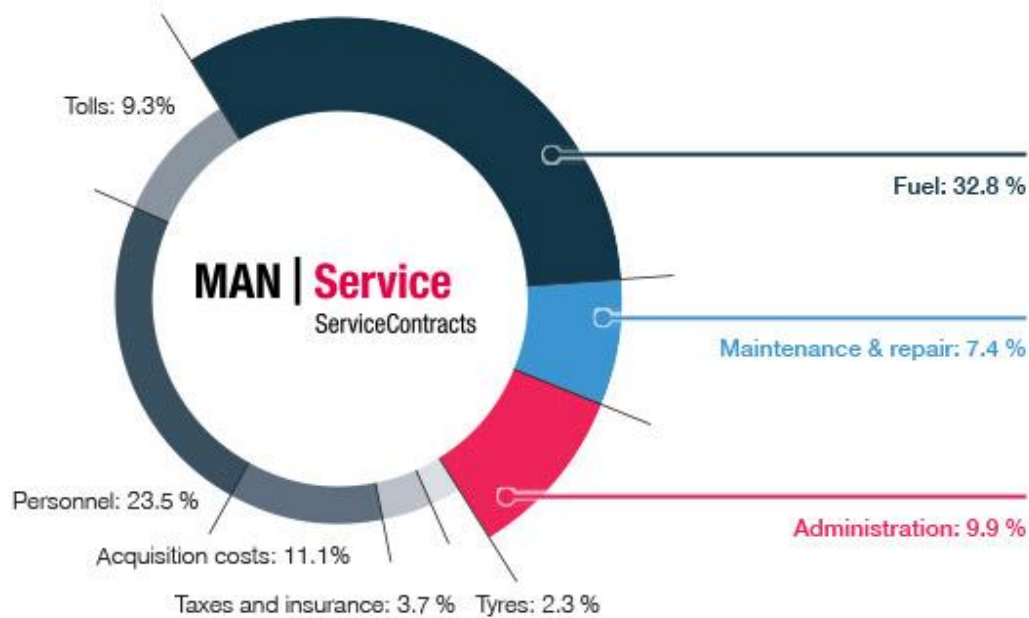
- sigurnost pri planiranju i kalkulaciji troškova
  - Zahvaljujući servisnim ugovorima s tvrtkom MAN i fiksnim intervalima održavanja korisnik će izbjeći financijska iznenađenja i u svakome trenutku profitirati od optimalno podešene tehnike vozila
- optimalno tehničko stanje vozila
  - zaposlenici u MAN radionicama osiguravaju stručno održavanje i popravke vozila i brinu se da su ona uvijek u tehnički optimalnom stanju. Samo se tako u svakome trenutku može zajamčiti najveća sigurnost i funkcionalnost
- „One-stop-shopping” – sve na jednom mjestu
  - MAN organizacija preuzima cjelokupno odvijanje postupka, uključujući radove održavanja i kontrole računa te rasterećuje korisnika u mnoštvu administrativnih zadataka
- smanjenje vremena stajanja u radionicama na minimum
  - pomoću preventivnih popravaka i nesmetanih procesa zajamčeno je da će servisirano vozilo MAN postići znatno višu sigurnost korištenja. Na taj način korisnik profitira od znatno veće raspoloživosti kao i dodatnih ušteda troškova i dokazivo povećavane učinkovitosti svojeg poduzeća.

MAN servisni ugovori nude i usluge upravljanja ukupnim troškovima eksploatacije vozila - TCO (Total Cost of Ownership). Ukupni troškovi eksploatacije vozila prikazani su na slici 9. Troje od njih obuhvaćena su proaktivnim upravljanjem održavanjem u okviru MAN servisnih ugovora, a čine ukupno više od 50 % TCO-a (ukupni troškovi eksploatacije vozila), a to su :

1. Troškovi goriva
2. Troškovi održavanja i popravka
3. Troškovi administracije

Učinkovito upravljanje voznim parkom uvijek neposredno ovisi i o uštedama na strani troškova. Za to je potreban cjelovit pristup: kompanije prilikom kupnje vozila često promatraju samo jednokratne troškove nabave, a ne uvažavaju se naknadni troškovi koji nastaju kasnije. No upravo je taj faktor odlučujući za stvarnu učinkovitost nekog vozila jer troškovi nabave predstavljaju samo mali dio ukupnih troškova, tzv. ukupnih troškova

eksploatacije vozila. Stoga tijekom cjelokupnog životnog ciklusa svog vozila korisnik ima u vidu sve nastale troškove.



Slika 9. Ukupni troškovi eksploatacije vozila, [15]

Sa servisnim ugovorom za kamione marki MAN, sastavljenim po mjeri poduzeća korisnika, moguće je smanjiti ukupne troškove eksploatacije vozila preko 50 %. Predajom upravljanja održavanja vozila MAN-u, korisnik usluge biti će značajno sigurniji i ekonomičniji na putu jer više nećete propustiti niti jedan termin u radionici, a zahvaljujući fiksnim servisnim tarifama za troškove održavanja odnosno popravaka ostvaruje uštede neovisno o opsegu posla. To omogućuje ne samo bolje kalkuliranje troškova, već i bolje planiranje izdataka za popravke. Korisnik profitira također od znatno manje potrošnje goriva na temelju tehnike vozila koja je u svakome trenutku optimalno namještena. MAN preuzima i administrativno upravljanje svim nalogima za popravke i održavanje i tako osigurava znatno manje izdatke za kalkulacije. [14]

## 5. ZAKLJUČAK

Analiza logističke potpore vrlo nam je važna prilikom razvoja svakog tehničkog sustava u cilju određivanja zahtjeva i postupaka, a ujedno je i pokazatelj uspješnosti održavanja istog.

Pravilnom primjenom upravljanja elementima logističke potpore (osoblje, uređaji, dijelovi i dr.) osiguravamo najučinkovitiji i najdjelotvorniji rad sustava, u ovom slučaju kamiona, tijekom cijelog predviđenog vijeka trajanja. Iako planiranje održavanja kao i samo održavanje vozila zahtjeva najveća ulaganja, sve to bitno utječe u svrhu zadovoljenja potreba kupaca ili korisnika vozila glede kvalitete i pouzdanosti vozila čime se postiže bolja prodaja vozila (korisnici privlače nove kupce ili se ponovno odlučuju na kupovinu iste marke vozila).

Budući da su troškovi eksploatacije vozila vrlo veliki, uvijek će postojati težnja za njihovim smanjenjem. U toku prikupljanja informacija uvidio sam da sve više servisnih centara kao i proizvođači vozila razvijaju i nude različite usluge preuzimanjem procesa održavanja vozila kao i upravljanja voznim parkom korisnika čime ga rasterećuju kod administracije, planiranja održavanja i drugih radnji gdje ostvaruju značajnu uštedu. Može se zaključiti da će se ovakve vrste usluga postepeno razvijati sukladno sa razvojem tehnologije vozila.

Uvođenjem računalne tehnologije i interneta u proces održavanja znatno je doprinjelo boljom organizacijom, preglednijom evidencijom prijašnjih servisnih pothvata, smanjenjem vremena provedenog u radionici, nadzor i provjera stupnja istrošenosti nad pojedinim komponentama.



## LITERATURA

1. Benjamin S. Blanchard: Logistics engineering and management, 5th Ed., Prentice-Hall, 1998.
2. Begović, M.: Održavanje tehničkih sustava, FPZ, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.
3. Ivan Mavrin, Damir Budimir: Tehnička logistika – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2013.
4. <http://quercus-lab.com/spareparts-calc/> (kolovoz 2015.)
5. Mario Šafran: Upravljanje zalihama – nastavni materijali, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
6. <http://web.efzg.hr/dok/trg/bknezevic/mnab2012/mnab2012sem08.pdf> (kolovoz 2015.)
7. [http://www.researchgate.net/publication/259951208\\_Telecommunication\\_integrated\\_logistic\\_support\\_\(in\\_Croatian\)](http://www.researchgate.net/publication/259951208_Telecommunication_integrated_logistic_support_(in_Croatian)) (kolovoz 2015.)
8. <http://autoline.com.hr/> (kolovoz 2015.)
9. <http://www.autohrvatska.hr/poslovna-grupa-auto-hrvatska> (kolovoz 2015.)
10. PSC Auto Hrvatska – organizacija servisa
11. <http://www.microlab.hr/Diglas/> (kolovoz 2015.)
12. <http://www.truck.man.eu/hr/hr/usluge-i-dijelovi/odrzavanje-i-dijelovi/mobile24/Mobile24.html> (kolovoz 2015.)
13. <http://www.truck.man.eu/hr/hr/usluge-i-dijelovi/odrzavanje-i-dijelovi/servisni-ugovori/usluge/Usluge.html> (kolovoz 2015.)
14. <http://www.truck.man.eu/hr/hr/usluge-i-dijelovi/odrzavanje-i-dijelovi/servisni-ugovori/prednosti/Prednosti.html> (kolovoz 2015.)
15. [http://www.truck.man.eu/hr/hr/usluge-i-dijelovi/odrzavanje-i-dijelovi/servisni-ugovori/usluge-tco-\\_ukupni-troskovi-vozila\\_/Usluge-TCO-\\_ukupni-troskovi-vozila\\_.html](http://www.truck.man.eu/hr/hr/usluge-i-dijelovi/odrzavanje-i-dijelovi/servisni-ugovori/usluge-tco-_ukupni-troskovi-vozila_/Usluge-TCO-_ukupni-troskovi-vozila_.html) (kolovoz 2015.)
16. [http://www.truck.man.eu/man/media/hr/content\\_medien/images/business\\_website\\_truck\\_master/service\\_contracts/800x600\\_TCO.jpg](http://www.truck.man.eu/man/media/hr/content_medien/images/business_website_truck_master/service_contracts/800x600_TCO.jpg) (kolovoz 2015.)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Razvoj logističkih elemenata kroz analizu potpore .....	7
Slika 2. Podjela sredstva sustava.....	8
Slika 3. Životni ciklus i vijek trajanja .....	10
Slika 4. Prikaz ukupnih troškova.....	17
Slika 5. Posljedice neuvođenja logistike od početka izgradnje sustava.....	18
Slika 6. Prikaz sustava kod određivanja pristupa popravljanju.....	25
Slika 7. Ciklus obnavljanja zaliha .....	31
Slika 8. Tegljač MAN TGX 18.440 Euro 5 .....	34
Slika 9. Ukupni troškovi eksploatacije vozila .....	41

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Pregled sadržaja razina održavanja .....	24
Tablica 2. Radovi preventivnog održavanja tegljača MAN TGX 18.440 Euro 5 .....	35

## POPIS KRATICA

MTBM (engl. Mean Time Before Maintenance) – srednje vrijeme između održavanja

MTBF (engl. Mean Time Before Failure) – srednje vrijeme između kvarova

$\lambda$  intenzitet otkaza

R (engl. Reliability) - pouzdanost

TAT (engl. Turn Around Time) – vrijeme povratka popravljivog dijela

OP održavalački pothvat

OC održavalački ciklus

TCO (engl. Total Cost of Ownership) – ukupni troškovi eksploatacije vozila

LSA (engl. Logistics Support Analysis) – analiza logističke potpore

MDT (engl. Mean Down Time) – srednje vrijeme nerada

