Tehnologija održavanja kontaktne mreže

Održavanje kontaktne mreže je proces kojim se omogućava normalno funkcionisanje kontaktne mreže. Održavanje kontaktne mreže se vrši kroz svakodnevni nadzor ili kroz periodične procese osmatranja, merenja i pregleda kontaktne mreže i njenih delova. Ono može biti organizovano planski unapred, ili hitno u slučaju ozbiljnih kvarova, koji ugrožavaju kako saobraćaj vozova, tako i bezbednost ljudi i zaposlenih na železnici.

**Planski radovi**

Planski radovi su unapred planirani radovi kontrole i popravke kontaktne mreže.

Možemo ih podeliti u tri grupe radova:

* Osmatranje (proces posmatranja kontaktne mreže)
* Merenje (proces merenja glavnih veličina kontaktne mreže)
* Pregledi (proces ručnog pregleda delova kontaktne mreže)

**OSMATRANJE** je proces posmatranja kontaktne mreže koji se može vršiti pešice (ophodnja), ili iz lokomotive ili drezine. Osmatranjem se utvrđuje stanje kontaktne mreže, prisutnost svih delova, ali se osmatranjem može utvrditi i kvalitet oduzimanja struje iz kontaktnog provodnika. Kvalitet oduzimanja struje je detaljno opisan u delu merenja glavnih veličina kontaktne mreže, ali se osmatranjem takođe mogu utvrditi tačke na kontaktnom provodniku gde postoji odvajanje pantografa od kontaktnog provodnika. Kontaktni provodnik je na tim tačkama crne boje. Svaka anomalija uočena u procesu osmatranja mora biti pravilno zavedena i mora se propisati način njenog otklanjanja.

**MERENJE** je proces merenja glavnih veličina kontaktne mreže. Kontaktna mreža ima svoje propisane geometrijske veličine koje se moraju redovno proveravati, ali osim toga znamo da kontaktna mreža služi za prenos struje od izvora (elektrana), do samih elektro-vučnih vozila, te se sem geometrijskih moraju provaravati i električne veličine kontakne mreže.

Stoga merenje ćemo podeliti u dve osnovne grupacije:

* Merenje kvaliteta oduzimanja struje
* Merenje geometrijskih veličina kontaktnog provodnika

**Merenje kvaliteta oduzimanja struje** je merenje jačine struje, napona, amplitude struje i konstantnosti prenosa struje. Sve ovo se radi specijalnim železničkim vozilom konstruisanim upravo u tu svrhu.

Ovo merenje se vrši u tri stanja voznog voda:

* Vozni vod bez napona i uzemljen
* Vozni vod pod naponom, ali ogledni pantograf ne oduzima vučnu struju
* Vozni vod pod naponom, a ogledni pantograf oduzima vučnu struju

U slučaju kada je vozni vod pod naponom i uzemljen u oglednu lokomotivu sa ispitnim kolima vuče dizel lokomotiva. Prekidom kontakta bilo jedne ili obe vučne trake luka pantografa, prekida se ispitno strujno kolo i time registruje ova pojava. U slučaju kada je vozni vod pod naponom, ali ogledni pantograf ne oduzima vučnu struju prekid kontakta pantografa dovodi do pražnjenja jednog kondenzatora čime se registruje i vreme trajanja prekida. U slučaju kada je vozni vod pod naponom, a ogledni pantograf oduzima vučnu struju, detektor luka ima specijalnu ćeliju sa dve elektrode. Ćelija postaje provodna pod uticajem zračenja izazvanih lukom. Zanimljivo je pomenuti da se pri merenjima utvrdilo da se porast amplitude vezuje za kretanje vozila od preklopa ka čvrstoj tački gde se amortizuje da bi opet rasla od čvrste tačke ka sledećem preklopu. To bi značilo da čvrsta tačka kao i preklop ima amortizujuće dejstvo. Odavde možemo izvući praktičan zaključak da kontrolu istrošenosti kontaktnog provodnika na dvokolosečnoj pruzi treba vršiti u smeru vožnje ispred čvrste tačke i preklopa.

**Merenje geometrijskih veličina kontaktnog provodnika** predstavlja kontrolisanje određenih geometrijskih veličina koje su propisane za kontaktnu mrežu i direktno utiču na kvalitet oduzimanja struje iz kontaktnog provodnika i bezbednost radnika i ljudstva na železnici. Merenje ćemo podeliti prema određenoj veličini koja se meri na:

* Merenje visine kontaktnog provodnika iznad gornje ivice šine
* Registrovanje poligonacije
* Registrovanje tačaka vešanja

Merenje visine kontaktnog provodnika iznad gornje ivice šine je najtačnije pomoću merila oslonjenih kruto na šine, ali se ono može izvršiti samo ručno. Za brzo merenje koje registruje pročitane rezultate koriste se merna kola. Prednost ovih mernih kola je što se za mnogo kraći vremenski period može izmeriti svaka tačka na kontaktnom provodniku na određenom delu kontaktnog provodnika koji se meri. Problem se ogleda u tome što se to merenje vrši sa sanduka kola koja imaju svoje ogibljenje, da li direktno na jednoosovinskim trčećim strojevima putem lisnatih ili trapezastih gibnjeva, ili preko obrtnih postolja koja imaju svoj sistem ogibljenja koji može biti izveden gibnjevima ili oprugama. Karakteristika ogibljenja je da se amortizuje pomeranje sanduka kola u odnosu na pomeranje osovina kola, stoga dolazi i do nepreciznosti u toku merenja. Da bi se te nepreciznosti uklonile može se koristiti više idejnih rešenja. Kod strujnih kola se merilo kako visina kontaktnog provodnika tako i njihanje sanduka, pa su se naknadno oduzimale, odnosno dodavale, vrednosti njihanja kola vrednostima visine kontaknog provodnika. Kod novijeg tipa kola automatski se koriguju uticaji njihanja sanduka pa se na traci direktno očitava stvarni položaj kontaktnog provodnika u odnosu na gornju ivicu šina.

Visina kontaknog provodnika se na ovim kolima registruje tako što vertikalni položaj pantografa odgovara određenom položaju klizača potenciometra. Veza je preko reduktora koji vertikalno pomeranje pantografa pretvara u hotizontalni hod klizača potenciometra. U krivinama kontaktni provodnik seče osovinu pantografa odnosno oko mesta vešanja kontaktni provodnik je sa spoljašnje strane krivina, a u srednjem delu raspona sa unutrašnje strane. Zbog nagnutog položaja pantografa prema unutrašnjoj strani krivine biće u srednjem delu raspona registrovana veća visina kontaktnog provodnika od one oko mesta vešanja, iako je praktično visina ista u odnosu na horizontalnu ravan gornje ivice šina. To odstupanje je reda veličine do 5cm.

Registrovanje poligonacije ostvaruje se na više načina. Može se meriti tako što na klizaču mernog pantografa imaju dve kose poluge nagnute prema sredini pantografa čiji je izdignuti deo u vezi sa klizačem potenciometra. Srazmerno povećanjem poligonacije poluga rotira za veći ugao oko svog fiksiranog nižeg dela. Drugo idejno rešenje bi bilo pomoću klizne trake mernog pantografa izdeljene na električne segmente, dok je druga električno kontinualna. Izolovani segmenti premošćeni su otpornicima. Ceo sistem je povezan u mostnu spregu sa dva stalna i jednim promenljivim otpornikom. Za srednji položaj kontaktnog provodnika (poligonaciona nula) most je u ravnoteži. Klizač reostata je onda u nultom položaju. Za vrednosti poligonacije različite od nule, servomehanizam iznalazi novi ravnotežni položaj i time registruje poligonaciju. Treće i najbolje idejno rešenje predstavlja sistem sa kliznom trakom koja je podeljena na po petnaest segmenata sa leve i desne strane od nule poligonacije. Svaki segmet predstavlja oscilatorno kolo čiji režim rada bi bio izmenjen ukoliko je kontaktni provodnik iznad njega. Ovo izmenjeno stanje prenosi bežičnim putem kao kodiranu informaciju do prijemnika i dalje preko dekodera na traku za registrovanje. Registrovanje tačaka vešanja vrši se fotoćelijom postavljenom na krovu vagona koja reaguje na senku konzole (prekid svetla).

**PREGLEDI** su procesi ručne kontrole pojedinih elemenata kontaktne mreže i podeljeni su u dve grupe:

* Redovne revizije
* Pregledi delova koji imaju rok trajanja manji od dužine vremena između dve revizije

# Redovne revizije su kompletan pregled kontaktne mreže i vrše se periodično. Vremenski period između dve revizije propisuju železnice u zavisnosti od vrste kontaktne mreže koju koriste, kvaliteta delova i njene starosti. Pre svake revizije je potrebno isključiti napon voznog voda što dovodi do zaustavljanja saobraćaja. Da bi se izbegli veliki zastoji revizije se vrše iz delova i to po sekcijama, tako se na određeni vremenski period (minimalno sat vremena) prekida saobraćaj samo na jednoj sekciji. Zatvor za redovnu reviziju se predviđa redom vožnje. Obično zatvor počinje prolaskom brzog voza i traje do nailaženja teretnog voza. Kod nekih uprava železnica zatvor se obavlja noću (smanjen intenzitet saobraćaja). Na dužinu zatvora povoljno utiču dobro sekcionisanje i upotreba drumskih vozila od strane ekipa za održavanje kontaktne mreže. Takođe je bitno da su zatvori za redovne revizije objedinjeni sa zatvorima drugih službi na železnici. Kada smo isključili napon prelazimo na skidanje elemenata. Iz svake karakteristične zone treba skinuti po jednu konzolu i precizno utvrditi stanje svih elemenata (nepraktično bi bilo ponoviti postupak za svaku konzolu). Provera nekog elementa sastoji se u utvrđivanju deformisanosti, istrošenosti, naprslina, korozije itd. U toku revizija ova se provera može izvesti na licu mesta bez demontiranja elemenata. Prilikom pregleda nekog sklopa potrebno je proveriti pravilnu pritegnutost svih zavrtnjeva i delova sa zavojnicom koji su obuhvaćeni tim sklopom. Zavrtnji bez antikorozivne zaštite moraju biti premazani ili zaštićeni neutralnim premazom koji je otporan na uticaj atmosverilija i zagađenosti. Svi oksidirani elementi od pocinkovanog čelika i temperliva treba da se očiste i premažu. Ako korozija ugrožava mehaničku otpornost elemenata, treba ga zameniti.

# Pregledi delova koji imaju rok trajanja manji od dužine vremena između dve revizije se obavljaju takođe periodično u skladu sa trajanjem istih. Kako je kontaktna mreža sastavljena iz velikog broja delova neki delovi nisu projektovani da traju dugo, tj.moraju se češće kontrolisati nego ostali, pa se za te delove propisuje poseban termin provera odvojeno od redovne revizije, što ne znači da se ti delovi ne proveravaju takođe i u toku redovne revizije. Za ovakve pojedinačne preglede zatvor pruge nije obavezan.

**Hitne intervencije**

Drugi vid održavanja kontaktne mreže predstavljaju sve one intervencije na kontaktnoj mreži koje su posledica neplaniranih kvarova na istoj. Ona se vrše neplanirano tj. ove intervencije se vrše u slučajevima prekida saobraćaja izazvanog kvarom nekog elementa na kontaktnoj mreži, ili ugrožavanja bezbednosti u okolini istog. Stoga je bitno da ove intervencije budu sprovedene brzo, ali i da se na mesto kvara dođe brzo, te se u tu svrhu formiraju posebne ekipe radnika koje su smeštene u okolini pruge i opremljene brzim drumskim vozilima koja omogućavaju skraćenje vremena potrebnog za dolazak na mesto kvara, tj.način na koji je do kvara došlo, da bi se na osnovu toga otklonili uzrovi koji dovode do kvara.

Osnovna klasifikacija uzroka bi bila na:

* Spoljašnje uzroke,
* Pogrešno rukovanje,
* Greške u materijalu,
* Greške u montaži.

Vozila za održavanje kontaktne mreže

Održavanje kontaktne mreže praktično ne bi moglo da se obavlja bez posedovanja specijalnih vozila za održavanje kontaktne mreže. Ona se konstantno usavršavaju tokom vremena, stalno se pojavljuju nova idejna rešenja i novi tipovi vozila. Ono što karakteriše svako vozilo je da ima sopstveni pogon i specijalno konstruisane platforme za rad ili uređaje koji služe za merenje. Osnovna podela bi bila na šinska i drumska, ali zbog pojave vozila koja mogu da se kreću po šinama i po drumu vozila smo podelili na:

* Šinska
* Drumska
* Kombinovana

**Šinska vozila** olakšavaju rad ekipi za održavanje kontaktne mreže jer se kreću po šinama te je prilaz samoj kontaktnoj mreži znatno bolji, što znači da vozila ne moraju posedovati glomazne platforme za prilaz kontaktnoj mreži. Osnovna mana ovakvih vozila je što zahtevaju duži zatvor pruge i trasu za prevoz od deonica do stanice najbliže mestu rada.

**Drumska vozila** nasuprot šinskim zahtevaju manji zatvor, ali se ona mogu upotrebljavati samo ako uz prugu postoji razvijen sistem drumskih puteva. Takođe sami radovi na mreži ne mogu se izvoditi sa vozila već sa specijalnih pokretnih lestvi ili platformama. Drumska vozila su pogodnija kod hitnih intervencija na mreži, gde je bitna brzina dolaska na mesto havarije.

**Kombinovana vozila** su se pojavila kao pokušaj da se objedine dobre osobine šinskih i drumskih vozila, a samim tim otklone loše osobine jednih i drugih. Prvi pokušaji su bili neuspešni, ali su kasnijim idejnim rešenjima neke železničke uprave uspele da sprovedu ovu zamisao u stvarnost. Konstruisana su vozila koja su imala mogućnost kretanja i na drumu i po šinama. To je izvedeno pomoću duplog para točkova, jedni šinski i jedni drumski. Glavni točkovi su drumski, a pored njih su ugrađeni pomoćni točkovi malih dimenzija koji imaju ulogu da vode vozilo po šinama. Pogonska osovina se nalazi na drumskim točkovima koji se nalaze na rastojanju kolika je širina šina u koloseku, dok se pomoćni točkovi koriste samo kao vođice drumskih po šinama.

**Vozilo za održavanje kontaktne mreže industrijske železnice ''TEHT''**

Industrijske železnice su manji železnički sistemi koji se ciljano izgrađuju u svrhu prevoza derivata potrebnih za funkcionisanje te industrije. Oni mogu da iznajmljuju vozila od državne železnice, ili da kupuju svoja. Idustrijska železnica ''Termoelektrana Nikola Tesla'' za potrebe revizije kontaktne mreže pozajmljuje specijalna vozila od preduzeća ''Železnice Srbije''. Kako se kontaktna mreža između dve revizije takođe mora održavati, ''TEHT'' u svome kolskom parku poseduje i specijalno vozilo''Motorna Drezina TMD JŽ 911'' (slika br.1).



*Slika br.1/ ''Motorna drezina TDM JŽ 911''*

To je specijalno železničko vozilo sa dvostrukim pogonskim pogonskim motorom (jedan koji koristi dizel gorivo, dok drugi se pokreće snagom električne energije dobije iz glavnog voznog voda), koje poseduje merno-pogonski pantograf i platformu sa merdevinama, sa platoom oko nje, za održavanje voznog voda. Ukoliko se vozilo pokreće dizel pogonom, onda se pantograf može držati spuštenim. Ovo se radi u slučaju kada se vozilo koriste radi intervencije na glavnom vodu. Za to vreme, na kontaktnom provodniku ne sme postojati napon, on mora biti izolovan i uzemljen. Vozilo na sebi poseduje pokretni most sa daščanom platformom. Minimalna visina platforme pokretnog mosta od GIŠ-a je 3590mm, a sam most se može podići za 1650mm, tako da je maksimalna visina platforme mereno od GIŠ-a 5240mm.

Pokretni most je sastavljen od plato mesta sa pomičnim vodilicama, fiksnim vodilicama sa vretenom i reduktorom za pogon mosta sa elektromagnetnom sklopkom i kočnicom. Plato most se može okretati oko njegove osovine u horizontalnoj ravni za 90 stepeni u bilo koju stranu. Most poseduje osigurač ručicu kojom se zabravljuje. Okretanje mosta u horizontalnoj ravni vrši se ručno na samoj platformi pomoću posebnog ključa. Oko platforme mosta nalazi se pregibna zaštitna ograda visine 1m. Kod podizanja obavezno je fiksirati ogradu sa dijagonalnim štapovima sa svake strane ograde. U podignutom stanju ograda se nalazi van dozvoljenog gabarita, te se pre pokretanja vozila, most mora spustiti. Pogon za most obezbeđuje se iz razdvajača pogona pomoću pomoćnog odgona preko reduktora za pogon mosta sa elektromagnetnom sklopkom i kočnicom. Za uključenje pogona mosta koristi se pneumatski cilindar montiran na pomoćnom odgonu, koji se uključuje pomoću elektromagnetnih ventila pritiskom na taster na komandnoj ploči.

Pored mosta, vozilo je opremljeno mernom platformom (slika br.2), koja je ugrađena na krovu dezine. Ona služi za proveru i podešavanje poligonacije kontaktnog provodnika. Laktasti pantograf leži na tri porcelanska izolatora za normalni napon 3,4, 25 Kv. Pantograf ima na svom klizaču označenu poligonaciju, od 10cm, na svaku stranu od svoje sredine i to u dužini od 40cm. Pantograf se nalazi u istoj vetrikalnoj ravni sa osovinskim slogom, sa tog kraja drezine. Pantograf ima svoj uređaj za uzemljenje takozvani rastavljač, koji se uključuje posebnim polužnim sistemom, iz unutrašnjosti drezine, i koji se u neuzemljenom položaju zaključava posebnom bravom. Isto tako poseduje i uređaj koji indicira prisustvo napona u kontaktnoj mreži sa kojom je u dodiru.


*slika br.2 /merni pantograf*

Pantografon se rukuje na sledeći način, pritiskom na taster na komandnoj ploči uključi se elektromagnetski ventil, koji pneumatski aktivira cilinar za dizanje i spuštanje pantografa, koji je montiran na platformi drezine i time se pantograf podigne, isključenjem tastera, pantograf se spusti, istovremeno se upali kontrolna svetiljka kao indikator da je pantograf uključen.

Mere bezbednosti prilikom korišćenja mernog pantografa:

Pantograf se sme podizati samo pod kontaktnom mrežom onog sistema električne vuče koji je naznačen u unutrašnjosti drezine, ukoliko je kontaktna mreža pod naponom. Ako je napon u kontaktnoj mreži isključen i ona propisno uzemljena, ovo ograničenje ne važi. Podizanje pantografa uvek se vrši tako da uređaj za njegovo uzemljenje bude isključen. U momentu dodira pantografa sa kontaknim provodnikom koji je pod naponom, upaliće se *svetiljka 125*, koja signališe prisustvo napona u kontaktnoj mreži. Kada se upali sijalica voltmetra, automatski će se označiti veličina napona u kontaktnoj mreži. Kada je kontaktna mreža pod naponom zabranjen je pristup na krov drezine i pantograf tada služi samo za proveru poligonacije kontaktnog provodnika iz osmatračnice na krovu drezine. Uzemljavanje pantografa kada je kontaktna mreža pod naponom je zabranjeno. Indikacija prisustva napona u kontaktnoj mreži preko kontrolne sijalice i voltmetra, služi samo kao informacija, ako se pri podignutom pantografu kontrolna sijalica ne upali i voltmetar ne pokaže vrednost napona to nije pouzdan podatak da je napon u kontaktnoj mreži isključen.

Ovo vozilo je starije izvedbe, proizvedeno je 1978 godine. Slabo je automatizovano i većina merenja, upravljanja i popravki zahtevaju stručno lice, tj.radnika koji je osposoljen za upravljanje, kontrolisanje uređaja i merenje putem uređaja koje vozilo poseduje.

''Železnice Srbije'' su 2002 god. kupile moderno pružno vozilo za održavanje i reviziju kontaktne mreže.

**Motorna drezina za kontrolu i popravku voznog voda VMT-863/GR**

Ova motorna drezina (slika br.3) je novije proizvodnje i poseduje paletu automatizovanih uređaja za kontrolu i popravku voznog voda. Za pokretanje koristi dizel vuču, a pored osnovne namene može se koristiti za prevoz radnika i opreme.

*slika br.3 /Motorno vozilo za održavanje voznog voda VMT-863C/GR*

Na krovu sanduka poseduje pokretni most koji ima dužinu sa produžetkom 4000mm, dok je osnovna dužina 2700mm. Visina poda platforme, u odnosu na GIŠ iznosi 3900mm, dok u podignutom položaju ova visina iznosi 5500mm. Vertikalni domet je približno 1600mm. Platforma poseduje hidraulični uređaj za roticiju i podizanje. Pokreću ga dva hidraulična cilindra, dok se podizanje vrši pomoću teleskopskog hidrauličnog cilindra. Kontrola pokretnog mosta se vrši pomoću kontrolnog panela koji je lociran na platformi. Pomoću njega se upravlja pokretanjem platforme, a njime se može i aktivirati oprezna vožnja, kao i sigurnosna kočnica. Poseduje dugme za sigurnu poziciju, koje se nalazi ispod okvira na podu platforme. Ono dozvoljava da se platforma spusti, ukoliko je vozilo pokrenuto dok je platforma bila u radnom položaju, u slučaju otkazivanja pogona platforme.

Hidraulični kran sa korpom (slika br.4) se nalazi na krovu vozila, na zadnjem delu platforme. Postavljen je tako da omogućava vozaču maksimalnu preglednost. Maksimalan domet krana u horizontalnom položaju sa tri produžetka je približno 7.29m, a u vertikalnom10.5m. Korpa krana može biti postavljena na kraj poslednjeg nastavka krana. Horizontalni domet za radnika u korpi iznosi 9m. Vertikalni domet radnika u korpi sa nivoa pruge je približno13.2m. Kran se kontroliše putem kontrolnog panela u korpi. Kontrola poslednjeg kretanja je locirana na kontrolnom panelu na platformi. Kontrole u korpi se opremljene dugmetom za opasnost.


*slika br.4/Hidraulični pokretni kran sa korpom*

Pantograf za uzemljenje kontaktnog provodnika takođe nalazi se na krovu vozila, on je izolovan za naponske vrednosti do 25 kV i snadbeven sa 25 kV rastavljačem. Ovaj pantograf se može upotrebiti kao uzemljivač, a tada je isključen iza napajanja, dok je rastavljač postavljen u uključeni položaj, ili se može koristiti kao merač oduzimanja struje iz glavnog voda, tada rastavljač mora biti upaljen, a struja se uzima iz glavnog voda. Takođe se može koristiti za vizuelno kontrolisanje kontaktnog provodnika, ili za merenje napona u kontaktnom provodniku. Pantograf se koristi uglavnom pri laganoj vožnji. Lagana vižnja obezbeđuje savršeno prijanjanje pantografa na kontaktni provodnik. Pantograf se pokreće nizom elektropneumatskih uređaja povezanih sa kompresorom na vozilu, pokretanje mosta, krana i korpe nisu dozvoljena, dok je pantograf u podignutom položaju. Spuštanje pantografa nije dozvoljeno, ako platforma, kran i korpa nisu u položaju za vožnju.

Merni pantograf za kontrolu poligonacije se najčešće koristi za vizualni pregled voznog voda, opremljen je direktnim mernim uređajima visine i poligonacije kontaktnog provodnika. Merač poligonacije se sastoji od jednog ugrađenog lenjira koji je fiksiran iznad pantografa i dozvoljava merenje poligonacije kontaktnog provodnika uračunatim osovinskim pomerajem. Uređaj za merenje visine poseduje digitalni displej koji je povezan sa pomeranjem merne strelice i dozvoljava merenje visine kontaktnog provodnika sa uračunatim visinskim odstupanjem. Pantograf se može koristiti i kao uređaj za merenje napona voznog voda, a pri tome se aktivira vizuelni ili zvučni signal.

U vozilu se nalazi mesto za osmatranje voznog voda koje je opremljeno podesivim podiznim sedištem unutar kabine sa merdevinama, kao i sa krovnim prozorom za posmatranje voda.

Ovo vozilo je dosta naprednije jer su njegovi uređaji u većem delu automatizovani, lakši za upotrebu i sigurniji. Zahteva manju radu snagu i vrši preciznija merenja.