

PILOT PROJEKAT
MODERNIZACIJE SISTEMA HLAĐENJA POGONSKOG SKLOPA
POWERPACK DMV 711



Београд 07/06/2024



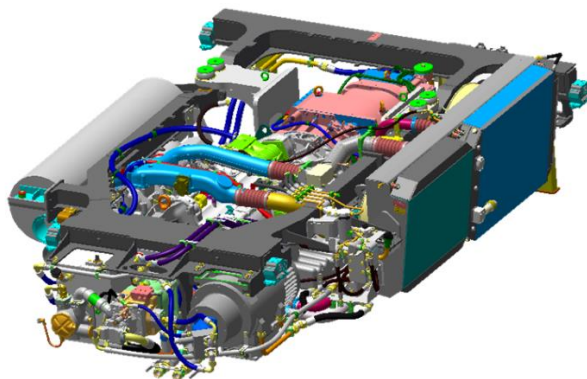
Београд, 07/06/2024

**PROJEKTNI ZADATAK: Pilot projekat - Modernizacija sistema za hlađenje
Powerpack-a na DMV serije 711****UVOD – RAZLOZI ZA IMPLEMENTACIJU PROJEKTA**

Nakon višegodišnjeg iskustva u eksploataciji DMV 711, konstatuje se neadekvatno dimenzionisan sistem za hlađenje rashladne tečnosti motora i hidrauličnog pogona, kao i sistem za hlađenje usisnog vazduha.

Usled izrazito nepovoljnih uslova svakodnevne eksploatacije DMV 711 po pitanju izrazito lošeg stanja na prugama gde je prisutna velika količina otpada, smeća, korova i rastinja, konstatovane su sledeće pojave koje nepovoljno utiču na sistem za hlađenje i koje direktno dovode do smanjene raspoloživosti usled učestalog pregrevanja pogonskog sklopa DMV 711:

- Intenzivno zaprljanje oba hladnjaka usled usisavanja polena i fragmenata sitnog korova.
- Usisavanje plastičnih kesa koje pod uticajem podpritiska ventilatora koje bivaju zalepljene na hladnjak.
- Ekscentrično kretanje ventilatora nakon oštećenja ili pod uticajem debalansa koji je nastao zahvatom otpada, platičnih kesa ili nekog drugog otpadnog predmeta na pruži, a koje rezultira lomom samog ventilatora ili oštećenjem pogonskog hidro motora.
- Izrazito visoka temperatura vazduha koji opstrujava oba hladnjaka, usled tunelskog efekta ispod voza.
- Nemogućnost evakuacije toplog vazduha koji je već prošao kroz hladnjak, nakon čega dolazi do pojave „kratke veze“, prilikom koje ventilator recirkuliše značajan deo istog vazduha koji je sve topliji i topliji sa sve manjom sposobnošću da oduzme toplotu rashladnoj tečnosti ili komprimovanom usisnom vazduhu za sagorevanje (intercooler).
- Fizička oštećenja hladnjaka ili ventilatora pod uticajem otpada, kamenja, grana ili rastinja.
- Inicijalno poddimenzionisan sistem za hlađenje u odnosu na termičke dobitke od strane dizel motora i hidro pogona.



Slika 1: Izgled pogonskog agregata Powerpack DMV 711

PROJEKTNI ZADATAK: „MODERNIZACIJA SISTEMA ZA HLAĐENJE POGONSKOG AGREGATA DMV 711“

Iz prethodno navedenih razloga koji u značajnoj meri smanjuju raspoloživost flote DMV 711, doneta je odluka da se pristupi realizaciji pilot projekta modernizacije sistema za hlađenje pogonskog agregata DMV 711, a koji podrazumeva sledeće:

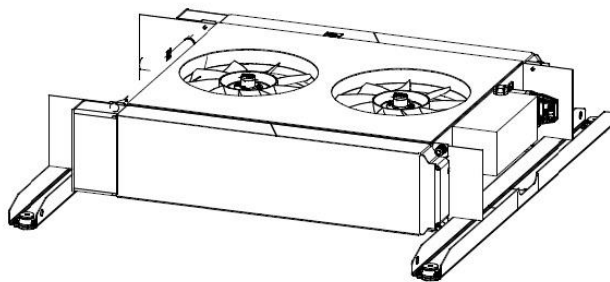
1. Nabavku dva eksterna (krovn) sistema za hlađenje (hidro pogon i usisni vazduh).
2. Montažu i instalaciju novih sistema za hlađenje na krov jedne polovine garniture 711.
3. Mašinski radovi na instalaciji i povezivanju.
4. Elektro radovi na povezivanju novih elektroenergetskih potrošača na NN razvod DMV 711
5. Modifikacija ugla i odstojanja nosača postojećeg hladnjaka rashladne tečnosti.
6. Puštanje u probni rad sa testiranjem pod nadzorom predstavnika Srbijavoz-a.
7. Izrada analize statičke i dinamičke nosivosti metodom konačnih elemenata u saradnji sa Inovativnim centrom Mašinskog fakulteta (paralelno sa prethodnim aktivnostima).
8. Izrada projektno-tehničke dokumentacije za serijsku implementaciju rešenja rekonstrukcije sistema hlađenja, a sve na osnovu zaključaka izvedenih nakon završetka testiranja pilot instalacije - pod nadzorom predstavnika Srbijavoz-a.

Projektno tehničku dokumentaciju bi trebalo da izradi Mašinski fakultet ili druga renomirana projektantska kuća sa iskustvom u sličnim projektima. O izboru projektanta Srbijavoz treba da da saglasnost.

1. Nabavka dva eksterna sistema za hlađenje hidro pogona i usisnog vazduha.

Sprovesti nabavku dve eksterne rashladne jedinice renomiranog proizvođača MAHLE iz Nemačke, namenski projektovanih i dimenzionisanih za potrebe DMV serije 711, od kojih će jedna jedinica biti namenjena za odvođenje toplotne energije u atmosferu hidrostatičkog pogona okvirne snage 110 kW.

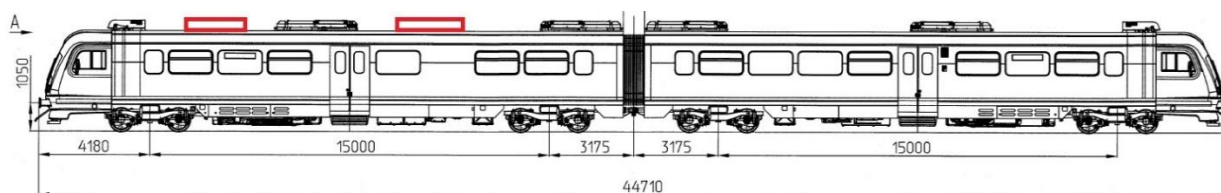
Druga, identična rashladna jedinica će biti u sastavu odvojenog cirkulacionog kruga rashladne tečnosti, a koji će učestvovati u odvođenju toplotne energije komprimovanog usisnog vazduha nakon turbo kompresora. Sastavni deo ovog cirkulacionog kruga je i zamenski razmenjivač (intercooler) voda/vazduh, a koji treba da bude pozicioniran na mestu postojećeg razmenjivača intercooler-a vazduh/vazduh koji će biti demontiran.



Slika 2: 3D crtež krovne rashladne jedinice

2. Montaža i instalacija novog sistema hlađenja na krov jedne polovine garniture DMV 711

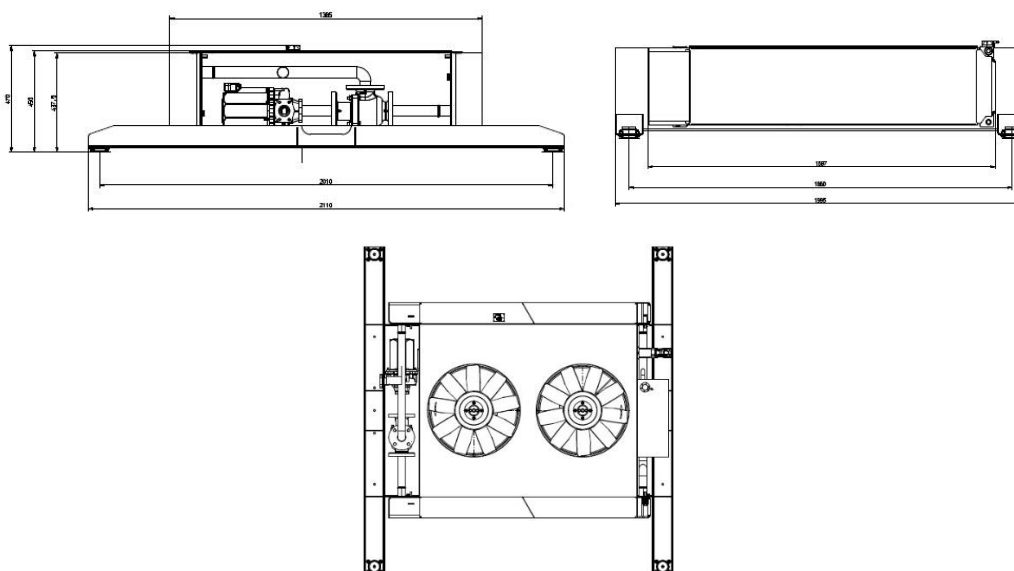
Obe nove rashladne jedinice treba postaviti na krovnu konstrukciju jedne polovine garniture DMV 711, između postojećih klima uređaja koji su već pozicionirani na krovnoj konstrukciji DMV 711, u skladu sa okvirnom ilustracijom koja je u priložu.



Slika 3: Izgled DMV 711 sa orijentacionim pozicijama novih rashladnih jedinica

Pozicioniranje i pričvršćivanje na krovnu konstrukciju treba obezbediti na identičan ili sličan način kako je to urađeno kada su klima uređaji u pitanju, poštujući standarde i pravila struke.

Tačan raspon tačaka za oslanjanje i vezu sa krovnom konstrukcijom usaglasiti sa isporučiocem opreme koja se ugrađuje, a u skladu sa najpovoljnijim rasporedom čelične strukture u sastavu krovne konstrukcije - poprečnih i uzdužnih profilnih ojačanja koja se nalaze sa donje strane čeličnog lima krovne konstrukcije.



Slika 4: 3D crtež krovne rashladne jedinice



U slučaju potrebe, sprovesti dodatno ojačavanje dela krovne konstrukcije sa donje strane, radi boljeg rasprostiranja statičkih i dinamičkih sila.

Aktivnosti sprovesti uz konsultacije i nadzor predstavnika Srbijavoz-a poštujući standarde i pravila struke.

Izvođač radova je u obavezi da detaljno vodi i ažurira bazu radioničkih crteža za sve mašinske radove koje bude preduzimao na montaži i instalaciji novih rashladnih jedinica.

3. Mašinsko povezivanje pod nadzorom predstavnika Srbijavoz-a.

3.1 Hlađenje hidrauličkog ulja

Prvu rashladnu jedinicu treba povezati cevnim razvodom DN 50 na razmenjivač roplote kojim se hladi hidraulično ulje, a koji se nalazi na pristupačnom mestu desno od postojećeg hladnjaka rashladne tečnosti (fotografija u prilogu).

Postojeći cevni razvod koji trenutno omogućava cirkulaciju rashladne tečnosti kroz “vodu stranu” razmenjivača “kratko spojiti” kako bi se omogućila nesmetana cirkulacija rashladnog fluida unutar cirkulacionog kruga motora, a koji će ostati u nepromenjenoj konfiguraciji pogonjen postojećom cirkulacionom pumpom Powerpack-a.

Novi cevni razvod za cirkulaciju unutar novog rashladnog kruga od razmenjivača toplote do rashladne jedinice na krovu, sprovesti na način da ne stvara smetnje pri budućim eksploatacionim i manipulativnim radnjama prilikom preventivnog i korektivnog održavanja DMV 711.

Koridor za prolaz cevnog razvoda ka krovnoj konstrukciji obezbediti kroz slobodan prostor neposredno uz vertikalni vod aspuha.

Predvideti mogućnost postavljanja demontažnih eksternih limenih obloga za cevovod koji će biti pozicioniran na krovu voza iz razloga estetike, aerodinamike i zaštite cevovoda.

Cevni razvod konstruisati na način koji će omogućiti eventualnu sekcionisanu demontažu celog cevovoda ili njegovod dela, primenom fleksibilnih spojnica, priрубničkih spojeva, kao i ručnih zapornih ventila većeg prečnika radi minimalne opstrukcije protoka rashladnog fluida i pada pritiska.

Za potrebe testiranja i izvođenja adekvatnih zaključaka u cilju prikupljanja podataka za izradu konačne tehničke dokumentacije, kao i potencijalnih otklanjanja nedostataka i unapređenja novog sistema hlađenja, neophodna je instalacija adekvatnih mernih instrumenata za merenje temperature rashladnog fluida i indikatora protoka.

Merna oprema mora biti odabrana na način da ima prihvatljivu klasu tačnost kako bi prikupljeni podaci imali maksimalnu verodostojnost. Merna oprema može biti sa analognim prikazom vrednosti.



Vrednosti koje moraju biti precizno identifikovane:

1. Temperatura rashladnog fluida na potisu prema rashladnoj jedinici na krovu
2. Temperatura rashladnog fluida na povratu iz rashladne jedinice na krovu
3. Merač protoka rashladnog fluida (indikator sa prikazom)

Aktivnosti sprovesti uz konsultacije i nadzor predstavnika Srbijavoza, poštujući standarde i pravila struke.



Slika 5: Izgled razmenjivača toplote za hlađenje hidrauličnog ulja sa tačkama priključenja cevovoda

Izvođač radova je u obavezi da detaljno vodi i ažurira bazu radioničkih crteža za sve mašinske radove koje bude preduzimao na montaži i instalaciji novih rashladnih jedinica i pripadajuće instalacije i instrumentacije.

3.2 Hlađenje usisnog vazduha - intercooler

Drugu rashladnu jedinicu namenjenu za hlađenje komprimovanog usisnog vazduha, potrebno je povezati cevним razvodom sa novo-instaliranim intercooler razmenjivačem na sličan način kao i prethodnu, vertikalnim prolaskom kroz slobodan prostor neposredno uz vertikalnu deonicu auspuha.

Novi razmenjivač voda/vazduh (intercooler) pozicionirati na noseći čelični ram Powerpack-a umesto razmenjivača vazduh/vazduh koji treba demontirati.

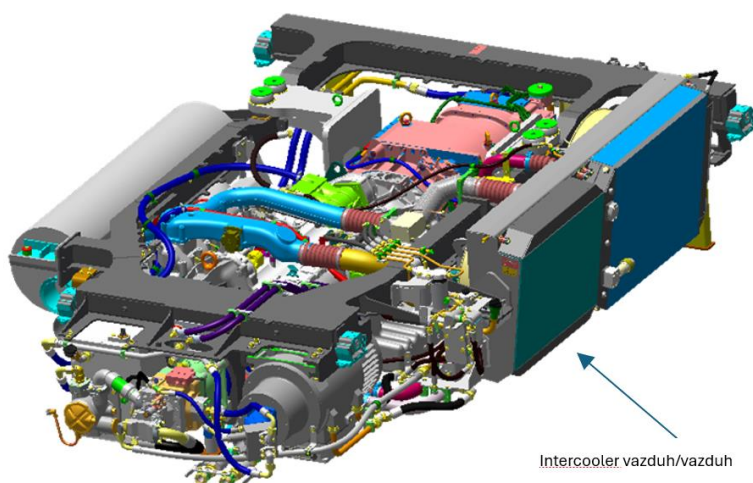
Novi cevni razvod za cirkulaciju fluida novog rashladnog kruga od razmenjivača toplote voda/vazduh (intercooler) do rashladne jedinice na krovu, sprovesti na način da ne stvara smetnje pri budućim eksploatacionim i manipulativnim radnjama prilikom preventivnog i korektivnog održavanja DMV 711.

Predvideti mogućnost postavljanja demontažnih eksternih limenih obloga za cevovod koji će biti pozicioniran na krovu voza iz razloga estetike, aerodinamike i zaštite cevovoda.

Cevni razvod konstruisati na način koji će omogućiti eventualnu sekcionisanu demontažu celog cevovoda ili njegovog dela, primenom fleksibilnih spojnika, priрубničkih spojeva, kao i ručnih zapornih ventila većeg prečnika radi minimalne opstrukcije protoka rashladnog fluida i doprinosa padu pritiska.

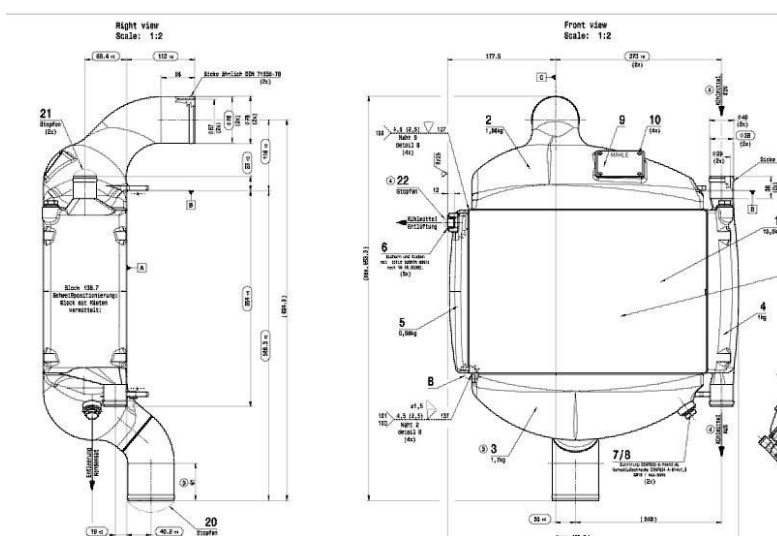
Aktivnosti sprovesti uz konsultacije i nadzor predstavnika Srbijavoza, poštujući standarde i pravila struke.





Intercooler vazduh/vazduh

Slika 6: Pozicija za montažu novog intercooler razmenjivača voda/vazduh



Slika 7: Ilustracija novog intercooler razmenjivača voda/vazduh

Za potrebe testiranja i izvođenja adekvatnih zaključaka u cilju prikupljanja podataka za izradu konačne tehničke dokumentacije, kao i potencijalnih otklanjanja nedostataka i unapređenja sistema, neophodna je instalacija adekvatnih mernih instrumenata za merenje temperature rashladnog fluida i indikatora protoka.

Merna oprema mora biti odabrana na način da ima dovoljnu klasu tačnost kako bi prikupljeni podaci imali maksimalnu verodostojnost. Merna oprema može biti sa analognim prikazom vrednosti.

Vrednosti koje moraju biti precizno identifikovane:

1. Temperatura rashladnog fluida na potisu prema rashladnoj jedinici na krovu
2. Temperatura rashladnog fluida na povratu iz rashladne jedinice na krovu
3. Merač protoka rashladnog fluida (indicator sa prikazom)
4. Merač temperature usisnog vazduha nakon intercoolera

Aktivnosti sprovesti uz konsultacije i nadzor predstavnika Srbijavoza, poštujući standarde i pravila struke.

Izvođač radova je u obavezi da detaljno vodi i ažurira bazu radioničkih crteža za sve mašinske radove koje bude preduzimao na montaži i instalaciji novih rashladnih jedinica i pripadajuće instalacije i instrumentacije.

4. Elektro povezivanje na NN razvod DMV 711

DMV 711 za napajanje električnom energijom koristi sopstveni generator snage 70 kW pogonjen hidrauličnim motorom, a koji se nalazi u sklopu Powerpack-a.

Generator generiše trofazni napon 380 V / 50 Hz.

Napon se kablovskim vezama dovodi do glavnog razvodnog ormara sa šinskim razvodom, odakle se napajaju svi potrošači dizel motornog voza (jedne polovine).

Jednovremeno opterećenje generatora u postojećoj konfiguraciji potrošača (instalirana snaga) iznosi max 40 kW.

Električni potrošači koji će biti povezani na postojeći NN razvod DMV 711 preko RO1:

- | | |
|---|------------|
| 1. Cirkulaciona pumpa toplotnog razmenjivača za hlađenje hidrauličnog ulja: | snaga 2 kW |
| 2. Cirkulaciona pumpa toplotnog razmenjivača za hlađenje usisnog vazduha: | snaga 2 kW |
| 3. Električni ventilatori rashladne jedinice 1: | snaga 6 kW |
| 4. Električni ventilatori rashladne jedinice 2: | snaga 6 kW |

Električni potrošači novih rashladnih jedinica biće povezani na RO1 koji će biti smešten neposredno uz GRO DMV 711, sa kojeg treba obezbediti napajanje za RO1.

Signale i energetske veze treba sprovesti kroz postojeće kablovske trase i koridore – ugrađene kablovske regale, a koji se nalaze ispod izolacione estetske oplata na plafonu voza.

Imajući u vidu činjenicu da se radi o pilot projektu rekonstrukcije Sistema za hlađenje Powerpack-a DMV 711 i da će nakon implementacije definisanog rešenja biti neophodno sprovesti detaljna ispitivanja i testiranja u cilju prikupljanja podataka o efikasnosti, upravljanje radom aktivnih elemenata novog rashladnog sistema biće koncipirano na način da se sve komande za stepenovanje rada pumpi i ventilatora obavljaju ručno adekvatnim prekidačima na RO1.

Za povezivanje prethodno definisane merne opreme, predvideti mogućnost napajanja određenih mernih uređaja jednosmernim naponom 24V.

Aktivnosti sprovesti uz konsultacije i nadzor predstavnika Srbijavoza, poštujući standarde i pravila struke.



5. Modifikacija ugla i odstojanja nosača postojećeg hladnjaka rashladne tečnosti.

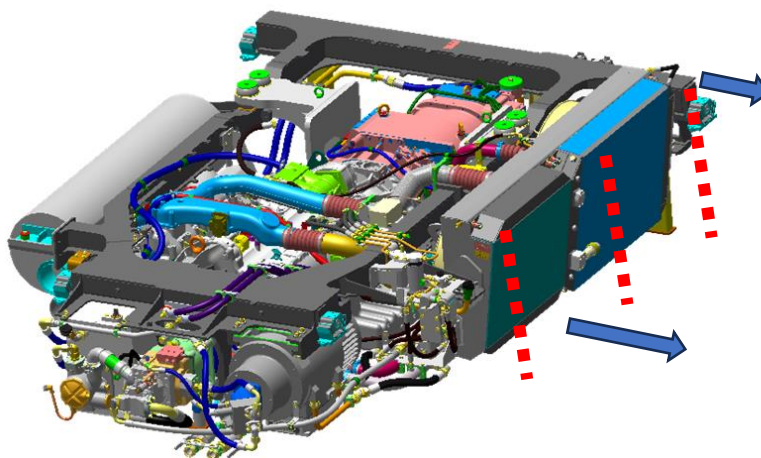
Konceptualno i konstruktivno rešenje Powerpack-a zasnovano na kompaktnosti, a implementirano na samonosećoj konstrukciji DMV 711, doprinelo je ukupnim nepovoljnim okolnostima za odvođenje viška toplotne energije. Naime, usled specifične pozicije oba hladnjaka, a koja se nalazi neposledno uz sam motor, kao i usled konstrukcije prostora za smeštaj Powerpack-a ispod voza, dolazi do smetnji u odvođenju toplog vazduha nakon opstrujavanja kroz hladnjake.

Usled nemogućnost evakuacije toplog vazduha koji je već prošao kroz hladnjak dolazi do pojave „kratke veze“, prilikom koje ventilator recirkuliše značajan deo istog, već zagrejanog vazduha koji je sve topliji, sa sve manjom sposobnošću da oduzme toplotu rashladnoj tečnosti ili komprimovanom vazduhu (intercooler).

Modernizacijom sistema za hlađenje Powerpack-a i realizacijom pilot projekta rekonstrukcije, predvideti sledeće aktivnosti:

1. Izmeštanje čeličnog rama koji u postojećoj konfiguraciji nosi hladnjak rashladne tečnosti i hladnjak usisnog vazduha, maksimalno u desno, gledano u pravcu pripadajuće upravljačnice.
2. Usled negativnog ugla pod kojim je trenutno postavljan noseći ram i hladnjaci, evakuacija značajne količine toplog vazduha se vrši “na gore”, a isti biva zarobljen u kućištu voza i lako recirkulisano ponovo.

S tim u vezi, prilikom izmeštanja čeličnog nosećeg rama hladnjaka, predvideti promenu ugla na način da se evakuacija većinske količine toplog vazduha vrši “na dole” u slobodan prostor ispod voza, gde je verovatnoća za recirkulaciju minimalna.



Slika 8: Ilustracija pravca i promene ugla prilikom izmeštanja nosećeg rama hladnjaka

Distanciranjem nosećeg rama i hladnjaka rashladne tečnosti, koji će ostati u eksploataciji sa znatno smanjenim opterećenjem, kao i promenom ugla, stvoriće se dragocen prostor za već pomenutu nesmetanu evakuaciju toplog vazduha, ali i za naknadno pozicioniranje adekvatnih usmerivača vazduha i zaštitnih obloga ili mreža koje će sprečiti fizička oštećenja hladnjaka i ventilatora u kontaktu sa šibljem, rastinjem ili otpadom, što je čest slučaj u trenutnoj eksploataciji DMV 711.

Tunelski plenum za usis rashladnog vazduha

U toku pripremnih radnji za realizaciju ove tačke projektnog zadatka, razmotriti mogućnost instalacije cirkulacionog plenuma koji bi u celoj površini hladnjaka rashladne tečnosti, pokrio hladnjak na usisnoj strani, a kratkim cirkulacionim tunelom sa druge strane bio vezan za spoljnu limenu oplatu (zaštitni poklopac sa otvorima za vazduh).

Ova vrsta usisnog tunela sa plenumom, omogućila bi usis vazduha za hlađenje sa nešto više kote nego što je to slučaj u trenutnoj konfiguraciji, pri čemu bi u potpunosti bila sprečena svaka mogućnost recirkulacije vrelog vazduha.

Pored navedenog, implementacijom ovakvog rešenja, efikasno bi bio sprečen prodor svih vrsta nečistoća i predmeta koji mogu da opstruiraju cirkulaciju vazduha kroz hladnjak, a održavanje i čišćenje usisne strane usmerivača (usisne mrežice i filter) bilo bi krajnje jednostavno i rutinski, brzom zamenom ili izduvavanjem komprimovanim vazduhom.



Slika 9: Ilustracija idejnog rešenja usisnog vazdušnog kanala

Ovakav usisni plenum može biti napravljen od lakog aluminijumskog lima ili ultralakih kompozitnih materijala otpornih na fizička oštećenja, sa brzim kopčama za laku montažu i demontažu prilikom preventivnih i korektivnih servisnih intervencija.

Napomena:

Sve aktivnosti sprovoditi uz konsultacije i nadzor predstavnika Srbijavoza, poštujući standarde i pravila struke.

Izvođač radova je u obavezi da detaljno vodi i ažurira bazu radioničkih crteža za sve mašinske radove koje bude preduzimao na repozicioniranju nosećeg čeličnog rama sa pripadajućim hladnjacima.

6. Puštanje u probni rad sa testiranjem

Nakon implementacije svih prethodno navedenih tačaka rekonstrukcije sistema za hlađenje pogonskog agregata DMV 711, sprovedeće se testiranje performansi sistema za hlađenje u saradnji sa predstavnicima Srbijavoza.

Testiranje treba da obuhvati stacionarni režim rada pogonskog agregata, kao i eksploatacionu probu vozne garniture u što realnijim uslovima eksploatacije, sa maksimalnim opterećenjima.

Prilikom višednevnih testiranja, biće neophodno voditi detaljnu evidenciju referentnih parametara za rad oba pogonska agregata, pri čemu će jedan biti sa modifikovanim sistemom za hlađenje, dok će drugi biti u pogonu sa standardnim, nemodifikovanim rashladnim sistemom. Poređenjem parametara ova dva pogonska agregata biće moguće izvesti adekvatne zaključke o očekivanoj efikasnosti.

Parametri koje će biti neophodno pratiti prilikom ispitivanja na oba pogonska agregata:

1. Spoljna temperatura
2. Vlažnost vazduha
3. Brzina kretanja voza
4. Eksploatacioni uslovi na pruzi
5. Opterećenje voza (pun / prazan)
6. Temperatura rashladne tečnosti motora
7. Temperatura rashladnog fluida na potisu i povratu hladnjaka
8. Brzina rada cirkulacione pumpe
9. Brzina rada ventilatora
10. Temperatura usisnog vazduha za sagorevanje

Konačan plan za testiranje i ispitivanje efikasnosti sistema za hlađenje pogonskog agregata DMV 711 sa spiskom svih referentnih vrednosti biće pripremljen na vreme od strane predstavnika Srbijavoza.

