

## MOBILNO POSTROJENJE ZA AUTOMATIZIRANO PRANJE TERETNIH VOZILA (ZA GRADSKA RADILIŠTA)

## MOBILE AUTOMATED WASHING PLANT FOR FREIGHT VEHICLES (FOR CONSTRUCTION SITES SITUATED IN TOWNS)

Dr sc. Omer Jukić, dipl.ing.maš.  
JP "Elektroprivreda BiH" – ZD Rudnik mrkog uglja "Kakanj"  
A. Izetbegovića 17 – 72240 Kakanj

### REZIME

*Kamionska doprema različitog materijala i opreme do gradskih radilišta i otprema s njih gradskim ulicama u suhim periodima godine za posljedicu ima značajnu zapašenost okoliša, a u vlažnim periodima godine velike količine blata po ulicama, što nije dopušteno. Zbog toga je potrebno ručno prati vozila uz značajne troškove i znatno smanjenje transportnih kapaciteta. Da bi se eliminirali navedeni problemi, konstruirano je mobilno postrojenje za automatizirano pranje teretnih vozila (praonica), čime su stvoreni uvjeti za usmjeravanje čistih vozila za dopremu različite opreme i materijala na gradska radilišta i otpreme sa njih u javni saobraćaj. Predviđeno je, dakle, da postrojenje radi automatizirano, bez ljudske posade. Teretna vozila koja ulaze u praonicu preko ultrazvučnih senzora aktiviraju rad postrojenja. Na isti način obustavljaju njegov rad nakon završenog pranja.*

**Ključne riječi:** Pumpni agregat, cjevovod, mlaznice, platforma za pranje, ultrazvučni senzori

### SUMMARY

*Truck transport of various material and equipment to and from sites situated in towns creates lots of dust on town streets in dry seasons and mud in wet seasons. Both dust and mud are environmentally unacceptable. Manual washing of such vehicles incurs significant costs and reduces transport capacities. A mobile automated washing plant for freight vehicles is designed in order to eliminate these issues and ensure that only clean vehicles take part in public traffic. This facility is fully automated, requiring no manpower. A freight vehicle entering the plant activates its operation via ultrasound sensors and the same sensors halt the operation once the vehicle exits the plant.*

**Keywords:** Power pack, pipe line, nozzles, washing platform, ultrasonic sensors

### 1. UVOD

Kamionska doprema različitog materijala i opreme do gradskih radilišta i otprema s njih gradskim ulicama u suhim periodima godine za posljedicu ima značajnu zapašenost okoliša, a u vlažnim periodima godine velike količine blata po ulicama, što nije dopušteno. Zbog toga je potrebno ručno prati vozila uz značajne troškove i znatno smanjenje transportnih kapaciteta. Da bi se eliminirali navedeni problemi, konstruirano je mobilno postrojenje za automatizirano pranje teretnih vozila (praonica), čime su stvoreni uvjeti za usmjeravanje čistih vozila za dopremu različite opreme i materijala na gradska radilišta i otpreme sa njih u javni saobraćaj. Predviđeno je, dakle, da postrojenje radi automatski, bez ljudske posade. Teretna vozila koja ulaze u praonicu preko senzora aktiviraju rad postrojenja. Na isti način obustavljaju njegov rad

nakon završenog pranja. Opravdanost izgradnje jednog ovakvog postrojenja, pored eliminiranja navedenih problema ugrožavanja okoliša od strane vozila za prijevoz različitog materijala i opreme koja se uključuju na gradske ulice, se očituje u slijedećim činjenicama:

1. Za ručno pranje, na primjer, jednog teretnog vozila nosivosti 3 t je potrebno da jedan radnik utroši 35 minuta. Za mehanizirano pranje istog vozila je potrebno utrošiti 3 do 5 minuta.
2. Pri ručnom pranju i upotrebi vode iz pumpe (pritisak 25 bara), utrošak vode je slijedeći:
  - Za putnički automobil: ... 150 ÷ 200 litara
  - Za autobus: ... 300 ÷ 400 litara
3. Za isti rad, ako se upotrijebi voda iz gradske vodovodne mreže, utrošak vode je veći za 1,5 do 2,5 puta.

Prema podacima iz literature, cijena mehaniziranog pranja vozila je za 5% niža od cijene ručnog pranja, a troškovi radne snage su 11 puta niži. Kad se ocjenjuju ekonomski parametri, potrebno je uzeti u obzir i stajanje vozila zbog operacije pranja, zatim broj lokaliteta za pranje vozila i sl.

## 2. TEHNIČKI OPIS

Mobilna praonica teretnih vozila se sastoji iz pumpne stanice (instalirane u kontejneru dimenzija 2,43 x 2,5 m i visine 2,56 m), locirane uz čeličnu platformu za pranje vozila, u kojoj je smješten pumpni agregat kapaciteta  $Q = 105 \text{ m}^3/\text{h}$  i pritiska  $p = 3 \text{ bara}$ , tipa WILO MVI. Snabdijevanje vodom pumpne stanice je predviđeno iz rezervoara ISEA TIP Tank 12500 R preko cjevovoda PEHD DN 125/PN 10. Voda u rezervoar se dovozi autocisternama ili uzima iz gradskog vodovoda preko hidranta.

Platforma za pranje teretnih vozila se na radilištu montira na betonskoj podlozi sa predviđenim betonskim kanalom u kojem se instalira kolektor otpadne vode i mulja. Otpadna voda i mulj se iz kolektora, odgovarajućim cjevovodom, usmjeravaju u zemljani bazen koji se iskopa u neposrednoj blizini platforme za pranje teretnih vozila, a koji se nakon zatvaranja radilišta zatrpava. Njegova zapremina je ovisna o broju vozila koji su predviđeni za pranje i kreće se od 20 do 30  $\text{m}^3$ . Na dno zemljanog bazena se istaloži mulj, a dekantirana otpadna voda i na njoj plivajuće ulje, masti i naftni derivati se, preko drenažne pumpe s plovkom za regulaciju rada prema nivou vode tipa FLYGT KS 2620.171, kapaciteta 6,50 l/s, snage 1,50 kW, dobavne visine 11 m, prebacuje u separator ulja, masti i naftnih derivata s koalescentnim filterom ISEA TIP OTTO-PE 060 s protokom od 6,00 l/s, a iz njega se preostala otpadna voda usmjerava u kanalizacioni sistem.

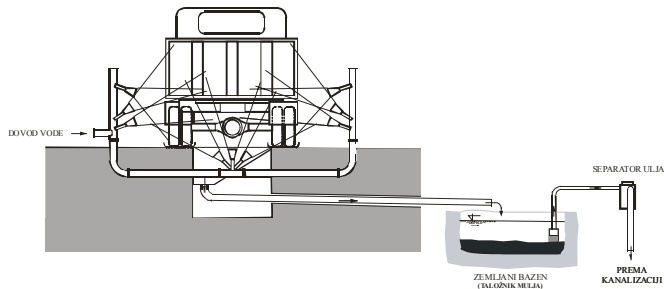
Navedeni separator je izveden u skladu s normama DIN 1999 Part 1. i DIN 4040 Part 2./Part 3 (Evropska Direktiva 91/271 E.N.). Osim toga, kvalitet influenta zadovoljava propisane uvjete o graničnim vrijednostima opasnih i štetnih tvari za tehnološke otpadne vode prije njihovog ispuštanja u sistem javne kanalizacije, odnosno u drugi prijemnik. Separator je klase I (koncentracija mineralnih ulja  $< 5 \text{ mg/l}$ ; ulja i masti  $< 20 \text{ mg/l}$  i odstranjuje  $> 90\%$  plivajućih tvari).

Cijevna mreža u praonici za pranje teretnih vozila je čelična DN 100/PN 25. Predviđena su tri segmenta cijevne mreže na međusobnoj udaljenosti od po 1,50 m i fiksirana odgovarajućim vezicama za platformu za pranje vozila, koji se, prema potrebi (zaprljanost vozila) mogu koristiti svaki zasebno ili svi zajedno. Pritisak vode na izlazu iz mlaznica je 3 bara. Predviđeno je da postrojenje radi automatizirano, bez ljudske posade. Teretna vozila koja ulaze u praonicu preko ultrasoničnih senzora aktiviraju rad postrojenja. Na isti način obustavljaju njegov rad nakon izlaska iz praonice, odnosno nakon završenog pranja.

## 3. HIDROTEHNIČKA KONCEPCIJA PRAONICE

Koncepcija pranja teretnih vozila na radilištu predviđa:

- Pranje donje površine vozila i ripni na gumama
- Pranje bočnih strana vozila i točkova sa vanjske i unutrašnje strane do visine 1,20 m



Slika 1. Shema pranja donjeg dijela teretnog vozila

## 4. KRITERIJI DIMENZIONIRANJA

### 4.1. Elementi:

Iskustveni parametri:

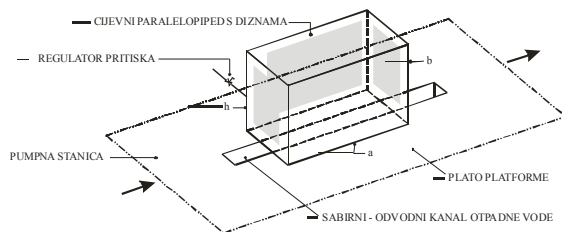
- Platforma za pranje dužine  $L = 3,65 \text{ m}$  (12 feet)
- Ugao postavljanja dizni:  $\alpha = 45^\circ$ , u odnosu na smjer obrtanja točkova
- Brzina prolaza vozila preko platforme:  $v = 9,14 \div 12,19 \text{ m/min}$  (30 ÷ 40 feet/min)
- Kapacitet pumpe za vodu:  $Q = 1.287 \text{ l/min}$  (340 GPM)
- Pritisak vode u instalaciji:  $p = 2,72 \text{ bar}$  (40 PSI), konstantan
- Snaga pogonskog elektromotora:  $N = 14,9 \text{ kW}$  (20 HP), rezervna snaga min. 15%
- Obavezno 100% prekrivanje predviđene površine vozila za pranje mlazom vode iz rasprskavača (dizni)

### 4.2. Konceptija

- Maksimalna dužina vozila s prikolicom  $L_{\max} = 20 \text{ m}$
- Zona prekrivanja površine vozila mlazom vode iz rasprskavača:

$$Q = a \times b \times h = 6,0 \times 3,5 \times 4,0 \text{ [m}^3\text{]} \quad \dots (1)$$

### 4.3. Aksonometrijska shema instalacije platforme za pranje



Slika 2. Aksonometrijska shema instalacije platforme za pranje

## 5. PRELIMINARNO DIMENZIONIRANJE

### 5.1. Trajanje procesa pranja:

$$t_p = \frac{L_{\text{uk}}}{v_v} \text{ [min]} \quad \dots (2)$$

$L_{\text{uk}} = L_p + L_{\max} = 6,0 + 20 = 26 \text{ m}$  - ukupna dužina puta vozila u procesu pranja

$L_p = 6,0 \text{ m}$  - dužina puta vozila u procesu aktivnog pranja

$v_v = \min 9,0 \text{ m/min}$  - brzina prolaza vozila (brzina kretanja vozila u procesu pranja)

$$t_p = \frac{26}{9} = 2,88 \text{ min} \approx 3,0 \text{ min} \quad \dots (3)$$

## 5.2. Kapacitet pumpe:

Ukupna potrošnja vode po jednom ciklusu pranja:  $Q = 1.287 \text{ l/min}$

$$V_v = Q \cdot t_p = 1.287 \cdot 3 = \text{max } 3.860 \text{ l/vozilu} \quad \dots (4)$$

## 5.3. Izbor rasprskavača – dizni:

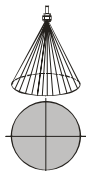
- pritisak u instalaciji:  $p = 3,0 \text{ bar}$ , konstantan
- aproksimativni broj dizni na platformi za pranje: 81 kom.
- prosječna potrošnja vode po dizni:

$$q_{sp} = \frac{Q}{81} = \frac{1.287}{81} = 15,90 \frac{\text{l/min}}{\text{dizni}} \quad \dots (5)$$

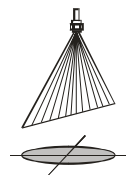
Tip dizni:

- Puni konusni snop (full cone nozzles)
- Ravni paraboloidni snop (flat fan nozzles)

**Oblik rasprskavanja vode na izlazu iz dizni (oblik mlaza):**



Slika 3. Puni konusni snop



Slika 4. Ravni paraboloidni snop

**Uglovi rasprskavanja mlaza:**

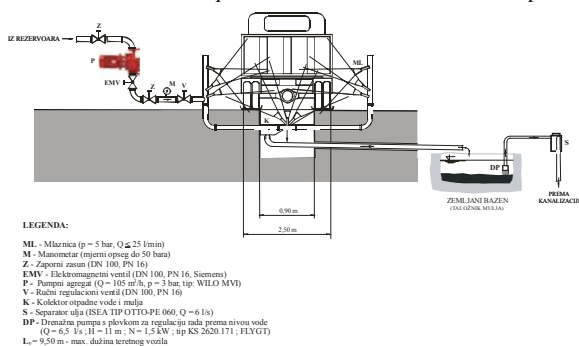
- Puni konusni snop (full cone nozzles):  $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$
- Ravni paraboloidni snop (flat fan nozzles):  $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$

**Pojedinačni kapaciteti dizni:**

- Puni konusni snop (full cone nozzles):  $q = 18,82 \text{ l/min}$ ,  $p = 3,0 \text{ bar}$
- Ravni paraboloidni snop (flat fan nozzles):  $q = 19,60 \text{ l/min}$ ,  $p = 3,0 \text{ bar}$

**Napomena:**

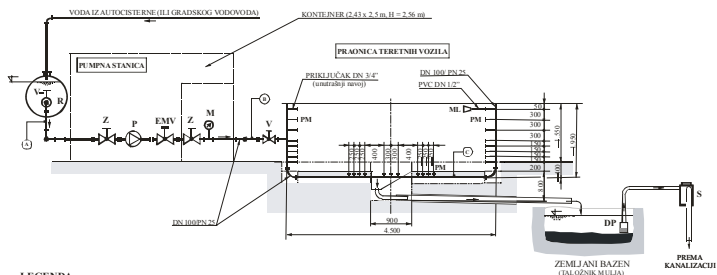
1. Povećanje pritiska u diznama umanjuje veličinu (težinu) kapljice vode kojom se pere vozilo, što umanjuje mogućnost razbijanja nakupljenog blata na površinama i u ripnama guma na točkovima vozila.
2. Za odabrani radni pritisak i protok vode kroz izabrane dizne, veličine kapljice raspršenog mlaza će biti za:
  - Puni konusni snop (full cone nozzles):  $\leq 1,0 \text{ mm}$
  - Ravni paraboloidni snop (flat fan nozzles):  $\geq 1,0 \text{ mm}$
3. Snabdijevanje vodom se vrši iz rezervoara iz kojeg voda utječe u cjevovod DN 125/PN 10 i kreće se gravitacionim tokom prema praonici.
4. Put za vozila na izlazu iz praonice mora biti čist i sa tvrdom podlogom (asfalt, beton).



Slika 5. Shema mobilnog postrojenja za automatizirano pranje teretnih vozila (za gradska radišta)



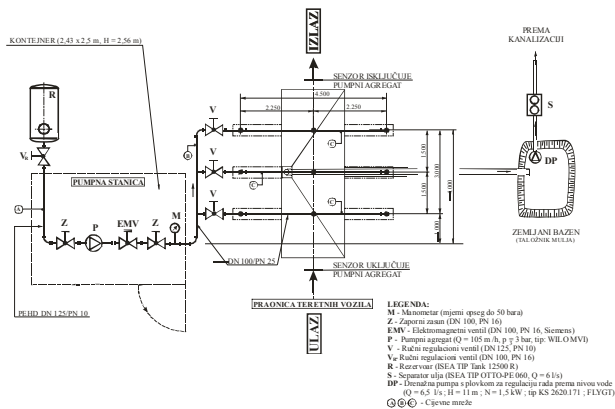
Slika 6. Pumpna stanica



**LEGENDA:**

- ML - Mlaznica (p = 5 bar, Q ≤ 25 l/min)
- PM - Priključak za mlaznicu s unutrašnjim navojem 3/4"
- M - Manometar (mjerni opseg do 50 bara)
- Z - Zaporni zasun (DN 100, PN 16)
- EMV - Elektromagnetna ventili (DN 100, PN 16, Siemens)
- P - Pumpni agregat (Q = 105 m<sup>3</sup>/h, p = 3 bar, tip: WILO MVI)
- R - Rezervoar (ISEA TIP Tank 12500 R)
- V - Ručni regulacioni ventili (DN 100, PN 16)
- V<sub>r</sub> - Ručni regulacioni ventili (DN 125, PN 10)
- S - Separator ulja (ISEA TIP OTTO-PE 060, Q = 6 l/s)
- DP - Drenažna pumpa s pločkom za regulaciju rada prema nivou vode (Q = 6,5 l/s, H = 11 m, N = 1,5 kW, tip KS 2620.171, FLYGT)
- ⊗ ⊙ - Cijevne mreže

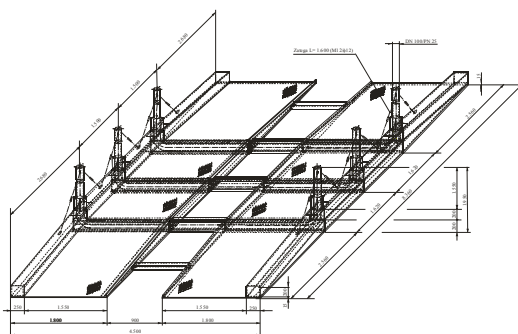
Slika 7. Poprečni razvod cijevne mreže mobilnog postrojenja za automatizirano pranje teretnih vozila (za gradska radilišta)



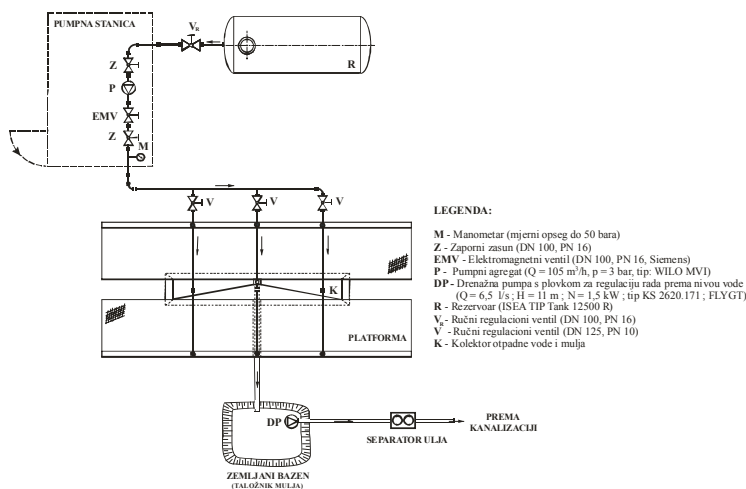
**LEGENDA:**

- M - Manometar (mjerni opseg do 50 bara)
- Z - Zaporni zasun (DN 100, PN 16)
- EMV - Elektromagnetni ventili (DN 100, PN 16, Siemens)
- P - Pumpni agregat (Q = 105 m<sup>3</sup>/h, p = 3 bar, tip: WILO MVI)
- V - Ručni regulacioni ventili (DN 125, PN 10)
- V<sub>r</sub> - Ručni regulacioni ventili (DN 100, PN 16)
- R - Rezervoar (ISEA TIP Tank 12500 R)
- S - Separator ulja (ISEA TIP OTTO-PE 060, Q = 6 l/s)
- DP - Drenažna pumpa s pločkom za regulaciju rada prema nivou vode (Q = 6,5 l/s, H = 11 m, N = 1,5 kW, tip KS 2620.171, FLYGT)
- ⊗ ⊙ - Cijevne mreže

Slika 8. Uzdužni razvod cijevne mreže mobilnog postrojenja za automatizirano pranje teretnih vozila (za gradska radilišta)



Slika 9. Platforma za pranje teretnih vozila



Slika 10. Dispozicija objekata i uređaja mobilnog postrojenja za pranje teretnih vozila

## 6. LITERATURA

- [1] Protić, Z.; Nedeljković, M.: Pumpe i ventilatori, Mašinski fakultet u Beogradu Beograd, 2000
- [2] Jukić, O.: Tehnički projekat tretmana voda na separaciji “Kota” u BBM – AmfibolitVareš – Bau, Bergbau, Montage und Handel Operta – BBM GmbH, Mülheim an der Ruhr, Deutschland Predstavništvo Sarajevo, 2000.
- [3] Jukić, O.: Glavni rudarski projekat eksploatacije tehničkog kamena krečnjaka spilita na Površinskom kopu – kamenolomu “Kota” u BBM – Amfibolit Vareš, Tehnički projekat snabdijevanja tehnološkom vodom separacijskog postrojenja “Kota”, Bau, Bergbau, Montage und Handel Operta – BBM GmbH, Mülheim an der Ruhr, Deutschland – Predstavništvo Sarajevo, 2004.
- [4] Jukić, O.: Tehnički projekat snabdijevanja sanitarnom / tehničkom vodom kupatila i jamskih postrojenja u Pogonu „Haljinići“ – RMU „Kakanj“, Kakanj, 2005.
- [5] Jukić, O.: Tehnički projekat postrojenja za automatizirano pranje teretnih vozila u Pogonu PK “Vrtlište” – RMU “Kakanj” u Kaknju, Rudnik “Kakanj”, 2005.
- [6] Đurić, R.: Održavanje i opravka motornih vozila, Školski centar za drumski saobraćaj Beograd - Zemun, 1967.
- [7] WILO SE Pumpen Intelligenz., [www.wilo.de](http://www.wilo.de)
- [8] Polietilenske cijevi, katalog, „Bosnaplast”, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
- [9] Standardni kontejneri, katalog, „ENIGMA idea d.o.o”, Beograd, Srbija
- [10] Mlaznice, katalog, LECHLER GmbH (Njemačka) – [www.lechler.de](http://www.lechler.de)
- [11] Ultrasonic sensors, katalog, SIEMENS (Njemačka) – [www.telemecanique.com](http://www.telemecanique.com)
- [12] Polietilenski prefabricirani tipski uređaji za tretman i prečišćavanje otpadnih voda, katalog proizvođa, ISEA S.p.a. (Italija) – [www.iseagroup.com](http://www.iseagroup.com), [www.ag-metal.ba](http://www.ag-metal.ba)
- [13] Pumps and mixers, Submersible solutions from ITT Flygt, katalog, FLYGT (Švedska) – [www.flygt.com](http://www.flygt.com)