

## Prikaz hidrauličnog transporta pepela i šljake na Termoelektrani „Oslomej” (Makedonija)

RADOMIR K. CVETANOSKI, Univerzitet “Goce Delčev” Štip,

Mašinski fakultet, Vinica, R. Makedonija

BRATICA K. TEMELKOSKA, Univerzitet “Goce Delčev” Štip,

Mašinski fakultet, Vinica, R. Makedonija

VLATKO B. MIRČESKI, REK „Oslomej”, R. Makedonija

Stručni rad

UDC: 628.472.3.034:621.311.22(497.7)

DOI: 10.5937/tehnika1704538C

*AD ELEM Skopje Podružnica REK „Oslomej” s.Oslomej je deo oizvodnjom od 500 [GWh] električne energije. Osnovno gorivo je ugalj sa prosečnom toplotnom moći od 7600 [kJ/kg]. Ugalj se obezbeđuje iz rudnika Oslomej – zapad i Stari rudnik (Oslomej-istok) u kojima je 2009 godine iskopano 1.156.709 [t].*

*Osnovni cilj projekta je rešavanje [DK 1] problema u REK Oslomej i bližoj okolini koji stvara postojeći sistem transporta i odlaganje pepela i šljake (transport ovlaženog pepela trakastim transporterom na otvorenu deponiju), tako je i osnovni zadatak ovog Projekta uvođenje nove tehnologije transporta i deponovanje pepela i šljake u vidu hidro mešavine.*

**Ključne reči:** hidromešavina, transport, pepeo, šljaka, pumpa

### 1. UVOD

Termoelektrana „Oslomej 2” radi od 1980. godine. Godišna produkcija pepela i šljake iznosi 300.000 t. Odlaganje pepela i šljake, kao produkata sagorevanja uglja se vrši na deponiju površine 27 ha. Deponija je formirana u prirodnoj depresiji, na koti 862 m nadmorske visine, a udaljena je 1 km sjeverno od termoelektrane. Dosadašnje deponovanje se vrši tehnologijom suvog odlaganja. Postojeći sistem transporta se sastoji iz sistema pneumatskog transporta pepela do silosa pepela, sistema vlaženja pepela na izlasku iz silosa i zajednički transport sa šljakom transportnom trakom na deponiju.

Kroz dosadašnji rad termoelektrane deponija je u celosti ispunjena iznad maksimalnog nivoa i nema prostora za odlaganje pepela koji bi se proizvodio u narednom periodu.

Vetar raznosi suvi pepeo sa deponije i utiče na:

- vazduh u okoline termoelektrane;
- zemlju, taloženjem atmosferskih voda;

Adresa autora: Radomir Cvetanoski, Univerzitet “Goce Delčev”, Štip, Mašinski fakultet, Vinica, Braće Miladinov bb, R. Makedonija

e-mail: radomir.cvetanoski@gmail.com

Rad primljen: 30.03.2017.

Rad prihvaćen: 07.06.2017.

- podzemne vode, ispuštanjem atmosferskih taloga;
- na zdravlje stanovništva.

Prekomerno deponovanje pepela može dovesti do rizične situacije oštećenja i popuštanja kaskadnih brana deponije što bi rezultiralo izlivanjem pepela u okoline vodoteka. Reakcije javnosti odnose se na trajno rešenje problema odlaganja pepela i zatvaranja postojeće deponije.

### 2. TIPOVI HIDRAULIČNOG TRANSPORTA

Uopšteno razlikuju se tri osnovna tipa transporta hidromešavine [1]:

- a) Transport retke hidromešavine;
- b) Transport guste
- c) Transport “hiper” guste hidromešavine

#### a) Transport retke hidromešavine

Transport retke hidromešavine pepela i šljake je jedan od nepovoljnijih načina hidrauličnog transporta zbog velike potrošnje tehnološke vode za transport (1 kg pepela /10-15 kg vode) tako da se ovaj tip transporta polako izbacuje iz upotrebe, jer je prevazišao prednosti koje je imao na početku. Sa ekološkog aspekta ovaj sistem je vrlo štetan zbog velike količine potencijalno kontaminirane vode kao i velike količine vode na deponiji, što zahteva izgradnju sistema za zbrinjavanje vode sa pumpama velike snage, kao i zahtevnije i skuplje projektovanje i izvođenje granica deponije

(brane, a ne nasipi) i složenije upravljanje procesom. Sistemi ovog tipa su trenutno zamenjeni u TE Kosovo B i TE "Nikola Tesla-B" [11, 12]. Očekuje se rekonstrukcija sličnog sistema i u TE Tuzla.

#### b) Transport guste hidromešavine

Prednosti ovog tipa transporta su:

- Manja količina vode potrebna za transport;
- Manji utrošak električne energije;
- Veća stabilnost deponije ovakonstrukcija vredi samo za meke vrste pepela
- Efikasnije i lakše upravljanje i održavanje deponije;
- Očekivani višak vode je oko 20%, koji se sa deponije pumpama male snage i cjevovodima ponovo vraća u elektranu, tako da će krug potencijalno kontaminirane vode biti zatvoren, a ostvariće se ušteda u smislu tehnološke vode.

#### c) Transport "hiper" guste hidromešavine

„Hiper“ gusti hidraulički transport je vrlo neekonomičan i skup da bi se primenjivao za industrijska postrojenja ovog tipa. Oprema za ovaj tip transporta je vrlo skupa, radni pritisci su vrlo visoki, a transportni cevovodi su dimenzionisani na visoke pritiske. Kompletan sistem instalacije postrojena je vrlo zahtjevan.

### 3. KARAKTERISTIKE PEPELA TE „OSLOMEJ“

Kroz dosadašnji rad postojeća deponija je popunjena i nema prostora za odlaganje pepela.

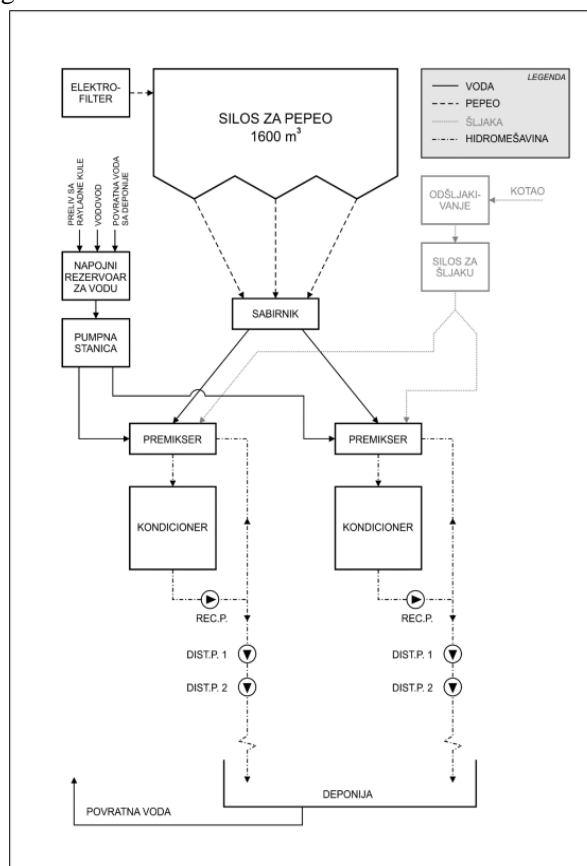
Karakteristike pepela i šljake su:

- Količina šljake 8,5 t/h
- Količina pepela 60 t/h
- Gustina pepela 2.100-2.190 kg/m<sup>3</sup>
- Gustina šljake 2.000 kg/m<sup>3</sup>
- Nasipna gustina pepela 439-512 kg/m<sup>3</sup>
- Zapreminska gustina pepela 508-640 kg/m<sup>3</sup>

Tabela 1. Tehnička analiza pepela u TE "Oslomej"

Lab %	Proba %	Fe2O3 %	MnO %	TiO2 %	CaO %	K2O %	P2O3 %	SiO2 %	Al2O3 %	MgO %	Na2O %	ZPN %
818	10,11	7,81	0,14	1,25	2,01	2,81	0,02	53,73	23,41	2,31	2,27	3,62
819	12,11	8,12	0,13	1,24	1,97	2,65	0,01	52,61	23,97	2,35	2,67	3,38
820	14,11	8,31	0,17	1,30	2,42	3,06	0,02	53,88	23,59	2,77	2,27	2,06
821	16,11	7,86	0,18	1,17	2,64	2,28	0,03	53,53	23,88	2,20	2,35	3,83
822	26,11	7,70	0,13	1,17	2,34	2,67	0,01	54,55	22,98	2,03	2,17	3,62

- Nasipna gustina pepela i šljake 520-660 kg/m<sup>3</sup>  
Hemijski sastav pepela i šljake TE Oslomej urađen strane EUROTTEST CONTROL EAD, Sofija, Bugarska



Slika 1 - Šematski prikaz guste hidromešavine pepela i šljake u TE „Oslomej“

Na osnovu ovih ispitivanja projektovan je sistem transporta guste hidromešavine pepela i šljake u TE „Oslomej“. Maseni odnos čvrste i tekuće faze je 1:1. Proračunata gustina smjese mešavine je 1320 – 1380 kg/m<sup>3</sup>. Projekat i izvedbu uradio je Energoinvest-Sarajevo (BiH).

#### 4. SKARAĆENI OPIS SISTEMA TRANSPORT GUSTE HIDROMEŠAVINE PEPELA I ŠLJAKE U TE „OSLOMEJ“

Proces pripreme hidromešavine za transport i deponovanje počinje od čeličnog silosa za šljaku slika 1. Šljaka se doprema trakastim transporterima i deponuje u silos šljake zapremine 177 m<sup>3</sup>. Pepeo se prikuplja i pneumatski transportuje do silosa pepela zapremine 1600 m<sup>3</sup>. Pepeo se iz silosa pepela transportuje pomoću pužnih transportera do premiksera. Iz premiksera mešavina pepeo-voda gravitacijski pada u kondicioner.

Na dnu silosa šljake se nalazi vibracioni dozator za pražnjenje iznad kojeg je postavljen šipkasti zatvarač. Šljaka, gornje granične krupnoće oko 70-80 mm, se prazni kroz dva otvora za pražnjenje i ide u drobilice. Nakon drobljenja šljaka je krupnoće od 0 do 16 mm. Šljaka se zatim ejektorima transportuje u premikser.

Svaki ejektor ima svoj pridruženi kondicioner. Mogućnost snabdevanja šljakom svakog ejektora je omogućena mehanizmom koji je ugrađen u račvu tako da se vrlo lako može izvršiti usmeravanje šljake prema ejektoru. Napojne pumpe snabdevaju vodom oba ejektora.

U jednom ili dva radna kondicionera se vrši priprema hidromešavine pepela i šljake sa tehnološkom vodom u željenom masenom odnosu. Proces mešanja hidromešavine u kondicioneru traje nekoliko minuta. Kondicioneri se otprašuju pomoću vlažnog otprašivača (skraber), a prašina se odvaja vlažnim postupkom u skraberima pomoću vodenog spreja, i odvodi nazad u kondicionere u vidu retke hidromešavine. Kondicioneri su opremljeni sondama za merenje nivoa hidromešavine koje imaju funkciju u automatskom režimu rada postrojenja.

Uloga premiksera je da obezbedi natapanje suvog pepela u recirkulisanu hidromešavinu i predmešanje pepela, šljake i vode. Homogenost hidromešavine se ostvaruje kontinualnom recirkulacijom hidromešavine. Pumpe za recirkulaciju hidromešavine transportuju glavni deo hidromešavine nazad u premikser, a drugi manji deo je usmeren prema usisu distributivne pumpe 1. i 2. stepena za transport magistralnim cevovodom prema deponiji.

Tehnološka voda u ovom sistemu je voda koja se u procesu koristi za mešanje sa pepelom i šljakom. Ta voda nema nikakvih posebnih zahteva u pogledu kvaliteta, sadržaja čvrstih čestica ili temperature i to je ustvari otpadna voda koja se iz raznih izvora prikuplja u postojećim bager jamama: prelivna voda iz rashladne kule, povratna voda sa deponije, voda od pranja objekta itd.

Transport hidromešavine pepela i šljake odvija se pomoću dve transportne linije, od kojih je jedna radna,

a jedna rezervna. Magistralni cevovodi izlaze iz silosa pepela i prate projektovanu trasu hidrauličnog transporta do deponije. Cevovod je izrađen od GRE (Glass Reinforced Epoxy), materijal koji obezbeđuje dovoljnu površinsku tvrdoću za abrazivnost hidromešavine.

#### 5. NUMERIČKI HIDRAULIČNI PRORAČUN

##### 5.1. Kritična brzina proticanja hidromešavine

Kritična brzina strujanja izračunata je za cevovode nazivnih prečnika od DN125 do DN150 i debljina stjenki od 8 do 11 mm prema Condoliosovom izrazu [3].

$$v_{kr} = F \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot d \cdot \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0}} \left[ \frac{m}{s} \right] \quad (1)$$

gde je:

$F$  – modifikovani Frouudov broj

$d$  m - unutrašnji prečnik cevovoda

$\rho$  kg/m<sup>3</sup> - gustina čvrste faze

$\rho_0$  kg/m<sup>3</sup> - gustina tečne faze

Za vrednost modifikovanog Frouudovog broja  $F=0,94$  koji je očitao u McElvain-Caveovom dijagramu (Dijagram McElvain i Cavea za određivanje modifikovanog Frouudovog broja), [4] te za vrednosti gustine tečne faze  $\rho_0 = 1000$  kg/m<sup>3</sup> i čvrste faze  $\rho=2100$  kg/m<sup>3</sup> dobiju se sledeće kritične brzine prikazane u tabeli 2.

Tabela 2. Vrijednosti kritične brzine u zavisnosti u zavisnosti debljine stenke i prečnika cjevovoda

Spoljašnji prečnik cevi, mm	Debljina zida cevi mm			
	7,10	6,30	5,60	5,00
168,3	1,71	1,72	1,73	1,74
159,0	1,66	1,67	1,68	1,69
152,4	1,62	1,63	1,64	1,65
139,7	1,55	1,56	1,57	1,57

Transport hidromešavine se treba obavljati u dijapazonu brzina  $(1 \div 1,3) \cdot v_{kr}$  kako bi se izbeglo taloženje materijala u cevovodu i prekomerno trošenje energije. U skladu sa ovim preporučene brzine transporta hidromešavine se kreću u granicama (tabela 3):

Tabela 3. Vrednosti kritične brzine u zavisnosti od debljine stenke i prečnika cevovoda

Spoljašnji prečnik cevi, mm	Debljina zida cevovoda mm			
	7,10	6,30	5,60	5,00
168,3	1,88÷2,23	1,89÷2,24	1,90÷2,25	1,91÷2,26
159	1,83÷2,16	1,84÷2,17	1,85÷2,18	1,86÷2,19
152,4	1,78÷2,11	1,79÷2,12	1,80÷2,13	1,81÷2,14
139,7	1,71÷2,01	1,72÷2,02	1,73÷2,04	1,74÷2,04

Srednja brzina strujanja hidromešavine je izračunata prema izrazu [4]:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{d^2 \cdot \pi} \quad (2)$$

pri čemu je  $Q = 115 \text{ m}^3/\text{h}$  maksimalni protok hidromešavine. Prema tome srednja brzina strujanja u zavisnosti od prečnika i debljine zida cevovoda iznosi (tabela 4.)

Tabela 4. Vrednosti srednje brzine u zavisnosti od debljine zida i prečnika cevovoda

Spoljašnji prečnik cevi, mm	Debljina zida cevovoda [mm]			
	7,10	6,30	5,60	5,00
168,3	1,71	1,68	1,65	1,62
159	1,94	1,90	1,86	1,83
152,4	2,13	2,08	2,04	2,01
139,7	2,58	2,52	2,46	2,42

Poređenjem izračunatih brzina odabran je cevovod nazivnog prečnika DN125.

## 5.2. Hidraulički proračun transporta hidromešavine

Hidraulički proračun transporta hidromešavine urađen je po Darcy-Weisbachovoj metodi za slučaj kada je sistem radi pod najvećim opterećenjem, sa sledećim podacima [4]:

- Maseni protok čvrste faze  $G_{\text{c77}} = \text{t/h}$ ;
- Maseni protok hidromešavine  $G_{\text{h1}} = 50 \text{ t/h}$
- Zapreminski protok hidromešavine  $Q_{\text{h}} = 115 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Masena koncentracija  $c_{\text{k}} = 50 \%$ ;
- Zapreminska koncentracija  $c_{\text{z}} = 33 \%$ ;
- Gustina hidromešavine  $\rho_{\text{h}} = 1,33 \text{ t/m}^3$ ;
- Gustina šljake  $\rho_{\text{s}} = 2.1 \text{ t/m}^3$ ;
- Gustina pepela  $\rho_{\text{p}} = 2.1 \text{ t/m}^3$ ;
- Gustina vode  $\rho_{\text{v}} = 1 \text{ t/m}^3$ ;
- Srednja veličina čestica  $d_{50} = 60 \text{ }\mu\text{m}$ ;
- Maksimalna veličina čestica  $d_{\text{max}} = 25 \text{ mm}$ ;
- Dinamički viskozitet hidromešavine  $\mu = 0.051 \text{ Pas}$ .

Budući da će deponija za odlaganje hidromešavine neće vremenom menjati visinu, proračun je urađen za varijantu sa geodetskom visinom dizanja,  $H_{\text{max}} = 25 \text{ m}$ .

Međutim, krajnja tačka odlaganja će se pomeriti pa se u skladu s tim se menja i dužina distributivnog cevovoda, tako da su proračunom razmatrani cevovodi sledećih karakteristika:

- Minimalna dužina čeličnog magistralnog cevovoda,  $L_{\text{min}} = 50 \text{ m}$  (St 37.4) i 2500 m fiberglas cevovoda

- Maksimalna dužina čeličnog magistralnog cevovoda,  $L_{\text{max}} = 50 \text{ m}$  (St 37.4) i 3000 m fiberglas magistralnog i distributivnog cevovoda.
- Linijski gubici u cevovodu usled trenja se računaju prema Darcy-Weisbachovoj jednačini [4]:

$$H_f = \frac{f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot g \cdot D} \quad [m] \quad (3)$$

gde je:

$f$  – Darcy-jev koeficijent trenja;

$L$  [m] - dužina cevovoda;

$v$  [m/s] - srednja brzina proticanja hidromešavine;

$d$  [m] - unutrašnji prečnik cevovoda.

Darcy-jev koeficijent trenja je izračunat prema Chen-ovoj formuli koja vredi za sve odnose srednje hrapavosti površine i unutrašnjeg prečnika cevi, kao i za sve vrednosti Reynoldsovog broja [4]:

$$\frac{1}{f^2} = -2 \log \left( \frac{\frac{e}{d}}{3.7065} - 5.0452 \cdot \frac{A}{Re} \right) \quad (4)$$

Pri čemu je faktor A određen sledećim izrazom:

$$A = \log \left( \frac{\left( \frac{e}{d} \right)^{1.1098}}{2.8257} + \frac{5.8506}{Re^{0.8981}} \right) \quad (5)$$

Prema vrednostima srednje hrapavosti površina materijala novih cevovoda te izračunatim vrednostima Reynoldsovog broja za slučaj maksimalnog protoka hidromešavine dobijene su sledeće vrednosti Darcyjevog koeficijenta trenja (tabela 5):

Tabela 5. Vrijednosti Darcyjevog koeficijenta trenja u zavisnosti od srednje hrapavosti površina i Reynoldsovog broja

	Protok hidromešavine $Q_{\text{max}} = 115 \text{ m}^3/\text{h}$	
	Čelik	GRE
Materijal cevovoda	Čelik	GRE
Srednja brzina $v$ m/s	1,94	1,81
Reynoldsov broj $Re$	7328,9	7074,8
Darcyjev koeficijent trenja $f$	0,0358	0,0338

Račun je nadalje pokazao da promena srednje hrapavosti materijala koja nastaje kao posledica abrazivnog delovanja hidromešavine za navedene vrednosti Reynoldsovog broja, odnosno za režim prelaznog strujanja, ne utiče na promenu Darcyjevog koeficijenta trenja, pa je proračun urađen samo za slučaj novih cevi. Prema ovim vrednostima Darcyjevog koeficijenta trenja  $f$  izračunati su sledeći vrednosti (tabela 6):

Tabela 6. Vrednosti Darcyjevog koeficijenta trenja u zavisnosti od srednje hrapavosti površina i Reynoldsovog broja

	Protok hidromešavine $Q_{max}=11 \text{ m}^3/\text{h}$	
Dužina cevovoda m	Čelični cevovod 50 +GRE2500	Čelični cevovod 50 +GRE3000
Linijski gubici usled trenja $H_f$ m	96,44	115,25

Pod hidraulički dugim cevima se smatraju cevovodi kod kojih je dužina 500 puta veća od prečnika. Ovakav odnos dužine i prečnika dovodi do toga da su linijski otpori dominantni u odnosu na lokalne, pa se proračun uprošćava tako što se lokalni otpori potpuno zanemaruju [4].

Kako bi se odredio ukupan napor pri transportu, linijskim gubicima se dodaju geodetska visina dizanja te nadpritisak istakanja od 0,5 bara koji omogućava neometano istakanje hidromešavine na deponiji. Natpritisak na usisu pumpe prvog stepena nije uračunat u ukupni napor pri transportu nego je uzet kao rezerva u sistemu transporta hidromešavine. U skladu s ovim izračunate su sledeće vrednosti ukupnog napora pri transportu (tabela 7).

### 5.3. Napor mešavine izražen kao pritisak

Vrednosti u metrima stuba hidromešavine mogu biti izraženi u formi pritiska prema sljedećoj formuli:

$$P = H \cdot g \cdot \rho / HR \quad (6)$$

gde je:

$$HR = 098$$

$$P = 94,01 \cdot 9,81 \cdot \frac{1330}{0,98} = 12,02$$

Tabela 7. Vrednosti ukupnog napora pri transportu u zavisnosti od geodetske visine i dužina cevovoda

	Protok hidromešavine $Q_{max}=115 \text{ m}^3/\text{h}$	
Geodetska visina dizanja $H_m$	25	
Dužina cevovoda	$L_{min}$	$L_{max}$
Ukupni napor $H_t$ m	75,20	94,01

### 5.4. Provera debljine zida cevi

#### 5.4.1. Proračun minimalne debljine zida čeličnih cevi

Provera debljine zida je urađena za magistralni čelični cevovod hidromešavine sledećih karakteristika:  $p=12,02$  bar natpritisaka;  $t=50$  C;  $D_o=159$  mm;  $D_i=144,8$  mm

Materijal čeličnog cevovoda je St 37-4 prema DIN-u, odnosno P235TR2 prema standardu EN10216-1 / EN10217-1.

Iz tabele mehaničkih karakteristika materijala minimalna vrednost zatezne čvrstoće iznosi  $R_m=350$  N/mm<sup>2</sup>. Prema EN 13480-3:2002 (E) za ravne cevi vredi:

Ukoliko je zadovoljen uslov  $D_o/D_i \leq 1,7$

$$e = \frac{p_c \cdot D_o}{2f \cdot z \cdot p_c}; \quad e_{ord} = e + C_0 + C_1 + C_2 \quad (7)$$

Ukoliko vredi  $D_o/D_i > 1,7$  onda je:

$$e = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{\frac{f \cdot z - p_c}{f \cdot z + p_c}} \right) \quad (8)$$

gde su:

$e$  – minimalna debljina zida cevi, bez tolerancija i odstupanja,

$D_o$  – spoljašnji prečnik,

$D_i$  – unutrašnji prečnik,

$p_c$  – proračunski pritisak;  $p_c = 1,1 \cdot p = 13,22$  bar

$f$  – proračunski napon,

$f_{min}$  – minimalna vrednost proračunskog napona,

$z$  – koeficijent spoja, za bešavne cevi  $z = 1$ ,

$e_{ord}$  – zahtjevana debljina stijenke,

$C_0$  – dodatak na koroziju;  $C_0 = 1$  mm,

$C_1$  – dozvoljeno odstupanje dimenzija materijala;  $C_1 = 12,5e/(100-12,5)$  mm,

$C_2$  – dodatak na smanjenje debljine prilikom procesa proizvodnje (za ravne cevi  $C_2 = 0$ ).

$$f_{min} = \left( \frac{ReHt}{1,5} \text{ ili } \frac{R_{p0,2t}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right) \quad (9)$$

što znači da se od izračunatih vrednosti uzima najmanja, a za naš slučaj bi bilo:

$$f_{min} = 145,8 \left[ \frac{N}{\text{mm}^2} \right] \quad (10)$$

$$D_o/D_i = 159/144,8 = 1,098$$

$$e = \frac{1,202 \cdot 159}{2 \cdot 145,8 \cdot 1,202} = 0,65 \text{ [mm]} \quad (11)$$

$$C_1 = \frac{12,5}{100-12,5} e = 0,09 \quad (12)$$

$$e_{ord} = 0,8 + 0,09 + 1 = 1,89$$

Proračunata debljina stenke je 1,89 mm.

U nameri da obezbedi pogonski radni vek cevovoda od 20 godina i zbog uticaja abrazije na cevovod, usvojena je veća debljina stenke od proračunate, tj.  $s=7,1$  mm.

#### 5.4.2. Proračun minimalne debljine stijenke GRE cjevovoda

Ukupna debljina stijenke se računa prema izrazu:

$$T_w = T_E + T_L + T_C \quad (13)$$

gdje je

$T_C=0,5$  mm – debljina unutrašnjeg sloja cevi  
 $T_L=0,3$ mm – debljina spoljašnjeg sloja cevi  
 $T_E$  – minimalna debljina stenke

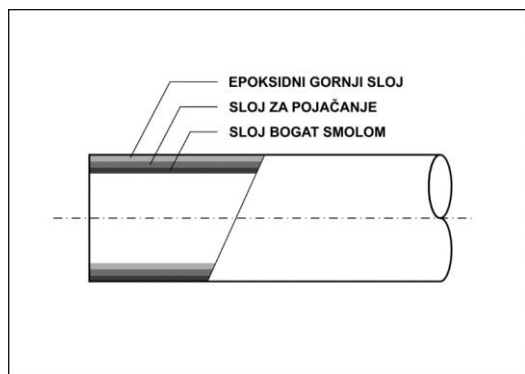
$$T_E = \frac{ID}{\frac{2S_H}{p_n} - 1} \quad (14)$$

$ID$  – unutrašnji prečnik cevi, ( $ID=150$  mm)  
 $S_H$  – dozvoljena čvrstoća kružna, ( $S_H=63$  N/mm<sup>2</sup>)  
 $p_n$  – nominalni pritisak, ( $p_n = 20$  bar=2 MPa)

$$T_E = \frac{150}{\frac{2 \cdot 63}{20} - 1} = 2.4 \text{ mm}$$

pa je ukupna debljina stenke cevi

$$T_w=2.4+0.5+0.3=3.2 \text{ mm}$$



Slika 2 - Struktura GRE cevi

Tabela 8. Preglet potrošenog uglja, pepela vode i hidromešavine za 2017. godinu

2017 g.			
Potrošnja uglja u elektrani (23 dana) t	Ukupna količina pepela t	Potrošnja vode t	Ukupna količina hidromešavine t
70,496	24,772	32,203	56,975

Potrošnju vode koja se dodaje da bi se stvorila hidromešavina je nemoguće meriti jer u zimskim mesecima sistem nikad ne staje zbog rizika zamrzivanja.

I kad nema pepela, sistem radi samo sa vodom. Zbog toga, u tabeli vode je dobijena kalkulacijom, 1.3 kg vode na 1 kg pepela, odnos sa čime je sistem radio.

## 6. ZAKLJUČAK

Analizirajući tri tipa transporta pepela i šljake vodenim putem i njihove karakteristike, te uzimajući u obzir projektne zahtjeve u REK „Oslomej“, može se zaključiti da je Projekat transporta gusto tekuće

hidromešavine u omjeru masenom odnosu 1:1 (1kg vode/1 kg pepela) najpovoljniji iz sledećih razloga:

- Bilans zaprljanih/iskorištenih tehnoloških voda u TE „Oslomej“ u potpunosti zadovoljava ovaj tip transporta, te nije potrebno obezbeđivanje dodatnih količina čiste vode što bi se moralo uraditi za sistem transporta retko tekuće hidromešavine retke hidromešavine.
- Višak vode na deponiji za ovaj vid transporta je oko 20% od korištene količine vode 100 % dok je za retko tekuću hidromešavinu taj višak 90 % od mnogo veće količine korišćene vode.
- Snage i broj pumpi su mnogo manje od sistema retke i hiper guste hidromešavine;
- Konstrukcija objekata je mnogo jeftinija (bazeni);
- Navedeni projekat rešava problem odlaganja pepela i šljake u TE „Oslomej“ sa ekološkog i tehnološkog aspekta.

## LITERATURA

- [1] Kapić J, Mješačka stanica hidromješavine - Obim i granice projektiranja Knjiga 3.1. Energoinvest, Sarajevo BiH, 2012.
- [2] Kapić J, Mješačka stanica hidromješavine - 3 Tehnički opis Knjiga 3.1.M, Energoinvest, Sarajevo BiH, 2012.
- [3] Kolonja B, Knežević D, Transport u pripremi mineralnih sirovina, RGF, Beograd, (IX + 363 str.), 2000.
- [4] Dimensions and weights of seamless tubes according to standards EN, DIN (diameter according to EN 10210-2; standard wall thickness of specific outside diameter according to DIN 2448), dostupno na [http://www.steeltube.sk/Dimensions\\_of\\_tubes](http://www.steeltube.sk/Dimensions_of_tubes).
- [5] J. Patrick Powers P.E Friction Losses for Water Flow Through Pipe [Published Online: 13 APR 2007] DOI: 10.1002/9780470168103.app1, dostupno na <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470168103.app1/friction>
- [6] Knežević D, Praksa i problemi transporta i deponovanja pepela i šljake u Srbiji i Crnoj Gori, Zbornik radova Prvog savetovanja o deponovanju pepela i šljake termoelektrana, Obrenovac, str. 19-28, 2005.
- [7] Mađarac D, Implementacija nove tehnologije skupljanja, transporta i deponovanja pepela i šljake na termoelektrani „Nikola Tesla B“, Zbornik radova 2. savetovanja Deponije pepela, šljake i jalovine u termoelektranama i rudnicima, Vrujci, str. 55-73, 2009.

## SUMMARY

### OVERVIEW OF HYDRAULIC ASH AND SLAG TRANSPORT IN THE POWER PLANTT "OSLOMEJ" (MACEDONIA)

*AD ELEM Skopje Subsidiary REK „Oslomej“ s. Oslomej is a part of the energy system with an installed power of 125 MW and the net average annual production of 500 GWh of electricity. The basic fuel is coal with an average of 7600 KJ/kg. Coal from the mine is provided Oslomej - west and old mine (Oslomej-east) wherein 2009. excavated 1.156.709 t.*

*The main aim of the project is solving environmental problems in Power Plant Oslomej and its surrounding area that creates the existing system of transport and disposal of ash and slag (transport of moist ash by conveyor belt at an open landfill), so the main task of this Project is introducing new technologies of transport and disposal of ash and slag in the form of hydro mixtures.*

**Key words:** *hydromixture, transport, ash, slag, pump*