

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**PROCES IZLOANJA TRDNE SUBSTANCE IZ
TEHNOLOŠKIH VODA TERMoeLEKTRARNE ŠOŠTANJ**

BOJAN PENŠEK

VELENJE, 2011

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**PROCES IZLOANJA TRDNE SUBSTANCE IZ
TEHNOLOŠKIH VODA TERMOELEKTRARNE ŠOŠTANJ**

BOJAN PENŠEK

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: prof. dr. MILENKO ROŠ

Somentorica: GRETA SRNOVRŠNIK, dipl. inž. kemije

VELENJE, 2011

Priloga 2: Sklep o diplomskem delu



Številka: 726-1/2011-1

Datum in kraj: 1. 4. 2011, Velenje

Na osnovi pravilnika o diplomskem redu

izdajam

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

študentu-ki VŠVO

Bojanu Penšku

se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu

Tehnologije za zmanjševanje onesnaževanja, vode zraka in tal

Mentor-ica: Prof. dr. Milenko Roš

Somentor-ica:

Naslov diplomskega dela: Proces izločanja trdne substance iz tehnoloških voda
Termoelektrarne Šoštanj

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat v roku 3 delovnih dni.



Dekanica

doc. dr. Natalija Špeh

Obvestiti:

- Kandidata -ko,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti v arhiv.

IZJ A V A

Študent Bojan PENŠEK izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom prof. dr. Milenka Roš in Grete Srnovršnik dipl .inž. kemije.

Velenje, september 2011

Podpis: Bojan PENŠEK

IZVLE EK

Pri obratovanju termoelektrarne Šoštanj se izlo ajo velike koli ine tehnološke vode, ki jo nato smiselno uporabljajo za normalno obratovanje termoelektrarne. Z namenom zagotavljanja istejšega okolja kasnejšim rodovom, smo se odlo ili za uporabo obstoje ih tehnologij pri procesu iš enja in vra anja tehnološke vode v proces obratovanja.

Kot izhodiš e je bila vzeta analiza obstoje ega stanja tehnoloških voda v TEŠ, ki zajema ve letne bilance tehnoloških voda, meritve izpustov voda v okolje in kemijske analize voda v tehnološkem procesu TEŠ. Rezultati so pokazali, da se v okolje dnevno izpuš a od 500 do 700 m³ blatne vode, zaradi esar bi bilo smiselno te odpadne vode obdelati z ustrezno tehnologijo in jih vrniti nazaj v tehnološki proces. Poznanih je ve tehnologij za obdelavo takšnih odpadnih voda, med katerimi sta najbolj znani tehnologija s stiskalnicami in dekanter centrifugami. Zaradi precej velikih objektov, potrebnih pri tehnologiji s stiskalnicami, smo se odlo ili za tehnologijo obdelave odpadnih voda z dekanter centrifugami.

Zaradi pridobivanja podrobnejših podatkov za delovanje smo, skupaj s podjetjem Andritz, izvedli pilotni projekt iš enja odpadnih voda v TEŠ, kjer smo dolo ili vsebnost trdih snovi v vodi, koli ine dodajanja polielektrolitov in zasledovali rezultate pri dodajanju razli nih polielektrolitov. Opravili smo tudi analizo izlo ene trdne snovi, njeno kemijsko strukturo in vsebnost vlage v njej. Na osnovi pridobljenih podatkov smo se nato lažje odlo ili za najustreznejšo tehnologijo izlo anja trdne snovi iz odpadnih voda TEŠ.

V diplomskem delu so predstavljene in analizirane tri variante postavitve tehnološke opreme in utemeljitve, zakaj je, v našem primeru, izbrana možnost najprimernejša za uporabo. Ekonomski del diplomske naloge zajema predra unsko vrednost investicije, s podrobnim opisom strojnega, elektro- in gradbenega dela ter predvidene obratovalne stroške.

KLJU NE BESEDE: blato, blatne vode, certifikat, rpalke, dekanter, jezero, kemikalije, reka, stiskalnica, varstvo okolja, voda.

ABSTRACT

In the Thermal Power Plant Šoštanj they use process water for normal operation. Since there is a lot of this water and because we want to ensure a clean environment for future generations, we decided to use existing technologies in process of purification and returning the process water back in the operation.

As a starting point we used the analysis of the current state of water in the TES technology, which includes multi-technology balance of water, measuring water discharges into the environment and chemical analysis of water in the technological process of TES. We release from 500 to 700 m³ of muddy water into the environment daily, so we have to treat this waste water with the appropriate technology and return it into the technological process.

There are many types of technologies for the treatment of waste water in the world. The best known of them are technologies with presses and decantercentrifuges. Due to the size of buildings in the technology with presses, we decided that the best treatment technology for the waste water is the technology with decanter centrifuges.

In cooperation with the company Andritz we performed a pilot wastewater treatment project in the TES in order to obtain more detailed information for operation. In this process we determined the solids content in the water and we also determined the addition of polyelectrolytes and we recorded the results of the addition of different polyelectrolytes. We also analyzed the extracted solid material, its moisture content and chemical structure. Based on these data, we could easily decide the right technology for the elimination of solids from waste water TES.

This thesis treated three variants of installing technological equipment and lists the reasons why the chosen variant appears the most convenient to use. The economic part of the thesis describes value of investments with a detailed description of the mechanical, electrical and building work and the projected operating costs.

KEY WORDS: certificate, chemicals, decanter, environmental protection, lake, muddy water, pump, pool, river, water.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	6
2	MATERIALI IN METODE DE LA	7
2.1	Predstavitev Termoelektrarne Šoštanj	7
2.2	Obstoje e stanje pridobivanja surove vode	8
2.3	Surova voda	9
2.4	Priprava hladilne vode.....	10
2.5	Opis rpališ a in mehansko iš enje	12
2.6	Opis reaktorja	15
2.7	Opis peš enih tla nih filtrov s pripadajo imi bazeni.....	17
2.8	Priprava dekarbonatizirane vode.....	18
2.9	Kemijski proces dekarbonatizirane vode.....	20
2.10	Flokulacija.....	21
3	REZULTATI MERITEV IN RAZPRAVA	24
3.1	Meritve pretoka blatnih voda in dolo itev povpre nih dnevnih koli in blata v vodi	24
3.1.1	Meritve pretoka blatnih voda na Dekarbonatizaciji 1 (DEKA 1)	24
3.1.2	Meritve pretoka blatnih voda na Dekarbonatizaciji 2 (DEKA 2)	27
3.2	Analiza obstoje ih tehnologij ZA in PROTI	28
3.2.1	Stiskalnica za izlo evanje trdne substance	28
3.2.2	Dekanter centrifuga za izlo anje trdnih snovi.....	29
3.2.3	Tehnološki opis procesa izlo anja trdnih snovi	30
3.3	Pilotni projekt naprave	34
3.3.1	Opis naprave	34
3.3.2	Opis meritev	34
3.3.3	Rezultati meritev	35
3.4	Namestitev naprav.....	39
3.4.1	Glavna tehnološka oprema	39
3.4.2	Napajanje z elektri no energijo	39
3.4.3	Vodenje	40
3.4.4	Objekt iz jeklene konstrukcije	40
3.5	Umestitev naprave v prostor	41
3.5.1	Lokacija 1	41
3.5.2	Lokacija 2	41
3.5.3	Lokacija 3	42
3.6	Predra unska vrednost in obratovalni stroški	45
3.6.1	Specifikacija opreme in storitev	45
3.7	Storitve dobavitelja	50
3.8	Predra unska vrednost investicije.....	50
3.9	Obratovalni stroški.....	51
3.9.1	Vhodni podatki.....	51
3.9.2	Izra un obratovalnih stroškov.....	51
4	SKLEPI	52
5	LITERATURA	53

KAZALO TABEL

Tabela 1: Kemijske lastnosti vode reke Pake in Družmirskega jezera (Vir: arhiv TEŠ).....	19
Tabela 2: Meritve pretoka blatne vode na Deko 1 (Vir: arhiv TEŠ).....	24
Tabela 3: Meritve pretoka blatne vode na Deko 2 (Vir: arhiv TEŠ).....	27
Tabela 4: Lastnosti odpadne vode (Vir: arhiv TEŠ)	28
Tabela 5: Rezultati meritev v Deko 1 (Vir: Arhiv TEŠ)	35
Tabela 6: Rezultati meritev v Deko 2 (Vir: Arhiv TEŠ)	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Deponija pepela (Vir: Arhiv TEŠ)	9
Slika 2: Shema priprave hladilne vode (Vir arhiv TEŠ)	11
Slika 3: rpanje surove vode iz reke Pake (Vir: lastni)	12
Slika 4: Fina rešetka z motornim iš enjem (Vir: lastni).....	13
Slika 5: Fina rotacijska sita (Vir: lastni)	13
Slika 6: Bazeni v katerega priteka surova voda (Vir: lastni).....	14
Slika 7: rpalke, s katerimi rpamo vodo v reaktor (Vir: lastni)	15
Slika 8: Reaktor (zunaj) (Vir: lastni).....	16
Slika 9: Reaktor (znotraj); reakcijska posoda, sedimentacijski bazen in pomi ni most (Vir: lastni) .	16
Slika 10: Peš eni filtri (Vir: lastni)	18
Slika 11: rpanje surove vode iz Družmirskega jezera (Vir: lastni)	20
Slika 12: Filtrirna stiskalnica (Vir: http://www.andritz.com/ANONID0C7CDD39CDAC78A/ep/ep-products-main/ep-filterpresses-new/ep-filter-press-types.htm)	29
Slika 13: Dekanter centrifuga	30
Slika 14: Tehnološki proces iš enja blatnih voda v TEŠ (Vir: arhiv TEŠ)	32
Slika 15: Objekt s pripadajo imi napravami (Vir: arhiv TEŠ)	33
Slika 16: Prikaz možnih lokacij postavitve objekta (Vir: arhiv TEŠ)	43
Slika 17: Postavitev opreme na lokaciji 2, V - Z (Vir: arhiv TEŠ)	44
Slika 18: Postavitev opreme na lokaciji 2, S - J (Vir: arhiv TEŠ).....	45

KAZALO LEGEND

Legenda 1: Legenda za tabeli 5 in 6	38
---	----

1 UVOD

V tehnološkem procesu pridobivanja elektri ne energije se v Termoelektrarni Šoštanj porabi veliko vode, ki jo zajemamo iz Družmirskega (Šoštanjskega) jezera in iz reke Pake. Z za etkom obratovanja bloka 6, bi se poraba zelo dvignila, saj bi za novi blok potrebovali ve vode v tehnološkem procesu. Zaradi velike porabe vode nastane tudi veliko odpadne vode, katero bi bilo mogo e še uporabiti. Ker se v Termoelektrarni Šoštanj zavedamo da je voda naša življenjska teko ina in ker vemo, da jo je na zemlji vedno manj, smo se odlo ili to porabo zmanjšati, oziroma se kljub za etku obratovanja bloka 6 poraba vode naj ne bi pove ala. S tem bi tudi upoštevali in uveljavljali standard SIST ISO 14000, ki dolo a možnosti ekološkega ravnanja z odpadnimi snovmi in njihovo obvladovanje v proizvodnih procesih.

Pri pridobivanju tehnološke vode nastane veliko blatne vode, ki jo sedaj rpamo na deponijo kot odpadno vodo. Ena od rešitev je, da bi blatne vode, katere smo sedaj odvajali na deponijo, za eli istiti, oziroma bi trdno snov lo ili od teko e in tako bi pridobili ve vode za nadaljnjo uporabo v tehnološkem procesu.

S pravilnim pristopom in s pomo jo tehnologije nam je prisko ila na pomo firma Andritz, ki je bila pripravljena izvesti pilotni projekt iš enja odpadnih voda v TEŠ, kjer smo dolo ili vsebnost trdnih snovi v vodi, koli ine dodajanja polielektrolitov in zasledovali rezultate pri dodajanju razli nih polielektrolitov. Na podlagi teh meritev in na podlagi prostih lokacij za postavitev objekta bi se odlo ili za pravo tehnologijo iš enja trdne substance iz odpadnih voda Termoelektrarne Šoštanj.

2 MATERIALI IN METODE DE LA

2.1 Predstavitev Termoelektrarne Šoštanj

V letu 1946 je bila sprejeta odlo itev o gradnji Termoelektrarne Šoštanj. Razlog za takšno odlo itev je bilo nenehno povpraševanje po elektri ni energiji in velike zaloge premoga v Šaleški dolini.

Gradnja se je za ela 1947, vendar se je zaradi tehnoloških zapletov nadaljevala šele ez pet let in je bila kon ana leta 1956 z gradnjo dveh 30 MW blokov, bloka 1 in bloka 2. ez štiri leta, torej v 1960, je bil zgrajen blok 3 z mo jo 75 MW, leta 1973 pa še blok 4 z mo jo 275 MW elektri ne energije.

Ker se je energetska položaja vse bolj slabšal, premog pa je, kot vir energije, postajal edalje bolj pomembna surovina, so se leta 1975 odlo ili še za gradnjo bloka 5. V letu 1978 je blok za el redno obratovati z mo jo 345 MW elektri ne energije. Skupna instalirana mo Termoelektrarne Šoštanj je tako narastla na 755 MW in s tem predstavljala najve ji elektroenergetski objekt v Sloveniji.

Zaradi onesnaženja Šaleške doline, smo v letu 1995 zgradili istilno napravo dimnih plinov na bloku 4, leta 2000 pa še na bloku 5. V letu 2008 je prišlo do prelomnice, saj sta za eli obratovati dve plinski turbini z elektri no mo jo 42 MW, podpisana pa je bila tudi pogodba za dobavo tehnološke opreme za blok 6. Leta 2008 se je trajno ustavil blok 2, v letu 2009 pa še blok 1.

Termoelektrarna Šoštanj ima obliko gospodarske družbe, družba z omejeno odgovornostjo, kateri edini družbenik je Holding Slovenske elektrarne. Trenutno je v tej gospodarski družbi zaposlenih okoli 500 ljudi, proizvedejo pa 779 MW elektri ne energije, kar predstavlja tretjino energije v Sloveniji. Povpre na letna proizvodnja elektri ne energije se giblje med 3500 in 3800 GWh, toplotne energije pa 400 do 450 GWh. Za proizvodnjo te energije se porabi med 3,5 do 4,2 milijona ton premoga in okoli 60 milijonov m³ zemeljskega plina.

Kljub razvoju termoelektrarne, je bilo potrebno za boljše in konkretnješe odnose med partnerji zagotoviti dokaze kakovosti TEŠ, ki se odražajo v pridobljenih certifikatih kakovosti in zanesljivosti.

Termoelektrarna Šoštanj ima vzpostavljen integriran sistem vodenja, ki ga sestavljajo: sistem vodenj kakovosti po zahtevah SIST ISO 9001:2008, sistem ravnanja z okoljem po zahtevah SIST EN ISO 14001:2004 in sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu po zahtevah OHSAS 18001:2007 in varnostnih politik skladno z ISO/IEC 27001:2005.

ISO 9001

Predpresoja ISO 9001:94 je bila izvedena 22.-23.11.1999, certifikacijska presoja je bila izvedena 15.-17.12.1999, certifikat ISO 9001 smo pridobili 05.04.2000. V letu 2002 smo v sklopu kontrolne

presoje izvedli razširitveno presajo za ISO 9001:2000. Ponovitvena presoja in prehod na novo verzijo standarda ISO 9001:2008 je bila 6.-7.05.2009

ISO 14001

Predpresoja ISO 14001:1996 je bila izvedena 21.- 22.11.2002, certifikacijska presoja je bila izvedena 17.-20.12.2002, certifikat ISO 14001 smo pridobili 25.02.2003.

Prvo kombinirano zunanjo presajo ISO 9001 in ISO 14001 smo izvedli 21. in 22.04.2004.

Ponovitvena presoja standarda ISO 14001:2004 je bila 6.-7.05.2009.

OHSAS 18001

Predpresoja OHSAS 18001:1999 je bila izvedena 13.04.2005, certifikacijska presoja je bila izvedena 04.- 05.05.2005. Maja 2005 smo pridobili certifikat sistema vodenja varnosti in zdravja pri delu OHSAS 18001:1999. Tako smo postali prva elektrarna na svetu, ki ima pridobljen certifikat OHSAS 18001 pri certifikacijskem organu podjetja TÜV Management Service GmbH. Pred asna ponovitvena presoja in prehod na novo verzijo standarda BS OHSAS 18001:2007 je bila 6.-7.05.2009

ISO/IEC 27001:2005

Predpresoja ISO/IEC 27001:2005 je bila 07.04.2009.

Certifikacijska presoja ISO/IEC 27001:2005 je bila 6.-7.05.2009. Certifikat je bil izdan v Münchnu, 01.09.2009 in velja do 27.08.2012.

Ugotavljanje uspešnosti in u inkovitosti vzpostavljenega sistema poteka z integriranimi notranjimi presojami in zunanji presojami certifikacijskega organa.

2.2 *Obstoje e stanje pridobivanja surove vode*

V tehnološkem procesu termoelektrarne se uporablja tehnološka voda, ki se iz surove vode pridobiva s postopkom mehanskega iš enja ter dekarbonatizacijo v posebnih reaktorjih. Vir surove vode je reka Paka in Družmirsko jezero. V procesu dekarbonatizacije nastaja, kot stranski produkt, t.i. blatna voda, ki se trenutno, skupaj s pepelom in žlindro, s hidravli nim transportom odlaga na deponijo pepela.



Slika 1: Deponija pepela (Vir: Arhiv TEŠ)

2.3 Surova voda

Kvaliteta surove vode za dekarbonatizacijo (Paka, Družmirsko jezero) je odvisna od letnega asa in vremena.

Surova voda, ki se rpa iz reke Pake, se najprej mehansko pre isti na rešetkah, mrežah in sitih. Mehansko iš ena voda se zbira v bazenu, od koder jo s rpalkami rpamo v reaktor. V njem poteka reakcija dekarbonatizacije, flokulacije in koagulacije.

V prvi fazi flokulacije se, po dodatku kemikalij, z razli nimi kemijskimi reakcijami tvorijo amorfni geli z visoko zmogljivostjo adsorpcije. V drugi fazi se združijo koloidi v vodi z nastalimi kosmi i v grobe konglomerate, ki sedimentirajo na dno reaktorja kot reakcijsko blato. To blato pre rpamo nazaj v reakcijsko posodo, kjer sodeluje pri flokulaciji. Tako zbitrena voda odteka na peš ene filtre, kjer se odstranijo preostale suspendirane snovi.

Surova voda vsebuje naslednja onesnaževala:

- mrtve in žive organizme, ki povzro ajo biološko onesnaženje.

- grobo disperzne primesi, ki so mineralnega in organskega izvora, specifi no so lažje ali težje od vode.
- raztopljene soli Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- .
- raztopljene pline N_2 , O_2 , CO_2 , NH_3 in H_2S .
- koloidne primesi.

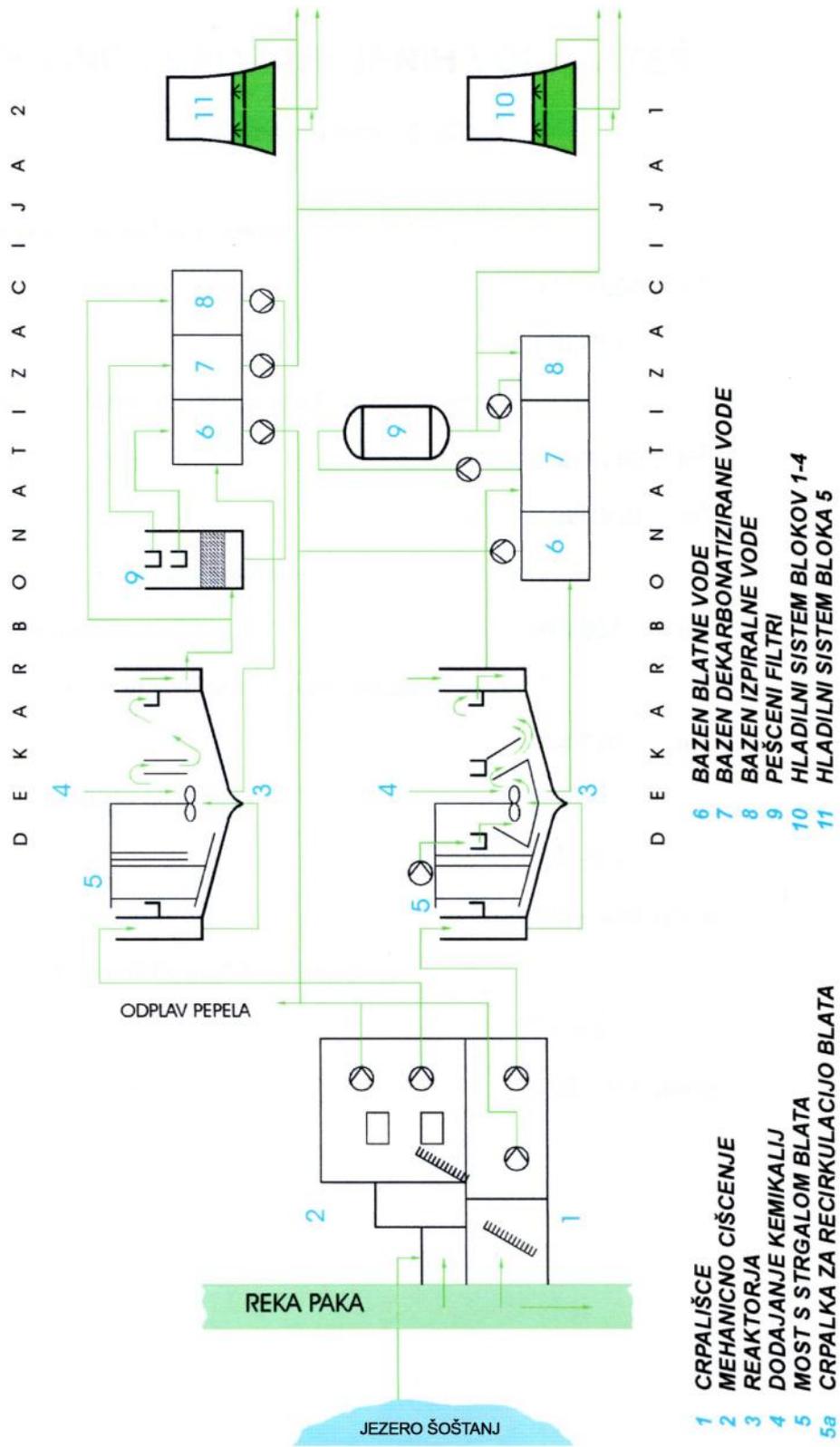
2.4 Priprava hladilne vode

V TEŠ uporabljajo dve lo eni liniji za pripravo dekarbonatizirane hladilne vode. Ker je uporabljena hladilna voda odvisna od hidroloških razmer (koli ine padavin), sta obe liniji izvedeni za možnost dekarbonatizacije z apnom in uporabo vode iz reke Pake in jezera.

Osnovni deli naprav (Slika 2) v tehnološkem procesu priprave dekarbonatizirane vode so:

- vto ni objekt s rpališ em,
- reaktor,
- filtrni objekt s tla nimi filtri,
- rezervoarji in
- dozirne naprave.

SHEMA PRIPRAVE HLADILNE VODE
DEKARBONATIZACIJA



Slika 2: Shema priprave hladilne vode (Vir arhiv TEŠ)

2.5 Opis rpaljša in mehansko išenje

Surova voda se rpa iz reke Pake pred zapornico (Slika 3). Jez ustvarja neke vrste akumulacijo in isto asno pogloblja Pako nad jezum. Ta akumulacijski bazen služi za sedimentacijo najbolj grobih delcev. rpaljše je zaš iteno pred plavajo imi delci, ki plavajo na površini. Voda priteka v kanal, na za etku katerega je nameš ena groba rešetka za prepre evanje prehoda najbolj grobih materialov, kot so npr. veje, kosi lesa, plastenke itd.



Slika 3: rpanje surove vode iz reke Pake (Vir: lastni)

V dotonem kanalu se nahajajo zapornice, ki omogoajo dotok k bazenu s rpalškama za surovo vodo. Zapornica ima elektromotorni pogon, ki je potreben zaradi obasnega praznjenja in išenja bazena. Za zapornico je nameš ena fina rešetka (Slika 4) z motornim išenjem, kjer se odstranijo še ostali mehanski delci.



Slika 4: Fina rešetka z motornim iš enjem (Vir: lastni)

Rešetki sledi fino rotacijsko sito (Slika 5), kjer se odstranijo preostali delci.



Slika 5: Fina rotacijska sita (Vir: lastni)

Voda najprej priteka v bazen (Slika 6).



Slika 6: Bazen v katerega priteka surova voda (Vir: lastni)

Vodo iz bazena pre rpamo s štirimi rpalkami (Slika 7), kapacitete 400 m³/h, v reaktor. Dotok surove vode je reguliran z regulacijskim ventilom.



Slika 7: rpalke, s katerimi rpamo vodo v reaktor (Vir: lastni)

2.6 Opis reaktorja

Reaktor (Slika 8) je sestavljen iz reakcijske posode, sedimentacijskega bazena in pomi nega mostu (Slika 9). V reakcijski posodi poteka reakcija dekarbonatizacije. Tu se za enja tudi proces flokulacije, kjer se mešajo voda, reagenti in mulj.



Slika 8: Reaktor (zunaj) (Vir: lastni)



Slika 9: Reaktor (znotraj); reakcijska posoda, sedimentacijski bazen in pomi ni most (Vir: lastni)

Surova voda priteka iz jaška v reakcijsko posodo od spodaj navzgor. S pomo jo dozirnih rpalk dodamo v reakcijsko posodo apno in koagulant. V reakcijsko posodo doteka preko mešala mulj in reakcijsko blato z dna reaktorja, kjer se pomešata s kemikalijami. Kemikalije, vodo in mulj meša

elektromotorno mešalo. Voda se iz reakcijske posode preliva v sedimentacijski bazen skozi odprtino.

Po izteku iz reakcijske posode, nosi obdelana voda s seboj kosme (lebde e delce), koloidno disperzne produkte dekarbonatizacije ter naravna onesnaženja. Takšno vodo moramo nekaj asa sedimentirati zaradi reakcije med apnom in hidrogenkarbonati ter zaradi bistrenja. Ta potreben as pridobijo v sedimentacijskem bazenu, ki je mnogo ve ji kot reakcijski bazen. Razpored v sedimentacijskem bazenu je naslednji:

- na dnu se nahaja mulj, sestavljen iz najve jih oborjenih delcev,
- na polovici višine je lebde i sloj, to so delci, ki lebdiyo v vodi,
- na vrhu je bistra, ista dekarbonatizirana voda (pri normalnem obratovanju).

Voda se preliva preko nazob anega roba reaktorja v odvodni kanal in odteka v bazen dekarbonatizirane vode ter dalje na filtracijo. Filtracija je potrebna, ker je v praksi nemogo e izvesti reakcije dekarbonatizacije, flokulacije in koagulacije v dolo enem asu. Vsi ti procesi se zaklju ujejo na peš enih filtrih. Zaželeno pa je, da se te reakcije izvedejo v ve ji meri že v reaktorju, tako da se izognemo pogostemu pranju filtrov in zamenjavi filtrnega peska.

Reaktor je opremljen s premi nim mostom, gre za jekleno konstrukcijo, z ene strani pritrjeno na navpi no gred v sredini reaktorja, druga stran pa je na kolesih, ki se vozijo po zunanji strani sedimentacijskega bazena s pomo jo elektromotorja.

Na mostu je obešeno strgalo, ki potuje skupaj z mostom in potiska blato, ki ga kalužimo, po dnu sedimentacijskega bazena proti sredini. Strgalo je postavljeno pod manjšim kotom proti radiusu reaktorja. Most potrebuje za en polni krog 35 minut.

Kapaciteta reaktorja je 1250 m³/h in je po asnega tipa.

2.7 Opis peš enih tla nih filtrov s pripadajo imi bazeni

Peš eni filtri (Slika 10) so železne posode, ki imajo zgoraj valjasto obliko, spodaj pa so zaobljene. Polnjeni so s kremenovim peskom (99,5 % SiO₂). V filtrih so tri plasti peska razli nih granulacij (0,5-3 mm, 5-8 mm, 8-15 mm).

Naloga peš enih filtrov je, da po postopku dekarbonatizacije in koagulacije popolnoma odstranijo preostalo oborino, tako da dobimo fizikalno isto meh ano vodo. Filter zagotovi popolno odstranitev preostale oborine.

V peš enih filtrih se izvaja mehanska filtracija. Polnjeni so z različnimi frakcijami kremenčevega peska po višini. Kremen je kemijsko inert in odporen proti vsem kislinam, razen proti HF. Je kemijsko odporen, težko taljiv in ima majhen razteznostni koeficient.



Slika 10: Peš eni filtri (Vir: lastni)

2.8 Priprava dekarbonatizirane vode

V TEŠ uporabljajo za pripravo dekarbonatizirane vode dva vira surove vode:

- vodo iz Družmirskega jezera in/ali
- vodo iz reke Pake.

Kemijske lastnosti obeh vod so prikazane v naslednji tabeli (Tabela 1).

Tabela 1: Kemijske lastnosti vode reke Pake in Družmirskega jezera (Vir: arhiv TEŠ)

<i>Parameter</i>	<i>Paka</i>	<i>Družmirsko jezero</i>
CT [°N]	19,6-29,7	16,8
CaT [°N]	15,1-19,6	10,6
MgT [°N]	4,48-10,1	6,2
m [mmol/L]	2,9-4,2	2,3
p [mmol/L]	0,4-(-0,1)	-0,05
pH	7,9-8,7	8,5
[μS/cm]	300-480	220
Na [mg/L]	22,5-40,0	4,5
KPK [mgO ₂ /L]	9-14	6,0
-m [mmol/L]	2,5-3,0	0,84

Voda v Družmirskem jezeru (Slika 11) ima dokaj konstantno kvaliteto, medtem ko kvaliteta vode v reki Paki mo no niha, kajti v Pako se izteka voda iz Velenjskega jezera z veliko vsebnostjo SO₄²⁻ in ob asno tudi rudniška voda, obogatena s CO₂ in NH₃. Prav tako se v reko Pako izliva meteorna voda, na slabšo kvaliteto vode pa vplivajo tudi nizki vodostaji v sušnih obdobjih.



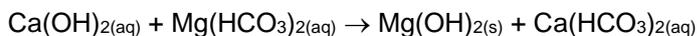
Slika 11: rpanje surove vode iz Družmirskega jezera (Vir: lastni)

2.9 Kemijski proces dekarbonatizirane vode

Dekarbonatizacija (Roš, 2010) je kemijska reakcija, pri kateri je potrebno odstraniti Mg^{2+} in Ca^{2+} ione v obliki karbonatov. Dekarbonatizacija deluje po postopku mešanja surove vode z nasi eno raztopino $Ca(OH)_2$, pri emer se raztopljeni kalcijevi in magnezijevi hidrogenkarbonati izlo ajo kot netopni, oziroma malo topni Ca-karbonati in $Mg(OH)_2$.

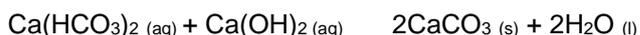
Surova voda vsebuje raztopljene snovi, ki tvorijo trdoto. Kalcijevi in magnezijevi ioni niso toliko nevarni v vodi, kot njihove soli v obliki hidrogenkarbonatov. Znano je, da kalcijevi in magnezijevi hidrogenkarbonati pri povišani temperaturi in pri višjih koncentracijah razpadejo na karbonate, ki so zelo slabo topni in se izlo ajo na stenah posod in cevovodov. V hladilnem sistemu s tem povzro ajo zamašitev majhnih cevovodov ali pa se izlo ajo na kondenzatorskih ceveh in zmanjšujejo prenos toplote.

Reakcije, po katerih se odvija razpad hidrogenkarbonatov v vodi, so naslednje:



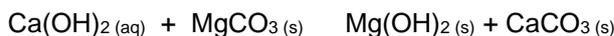
Zato je potrebno odstraniti iz vode hidrogenkarbonate oziroma zmanjšati njihovo koncentracijo.

Postopek dekarbonatizacije poteka po reakcijah:



Nastali MgCO_3 je relativno topen v vodi, zato ga je potrebno prevesti v $\text{Mg}(\text{OH})_2$, ki je slabo topen. To dosežemo tako, da dodajamo nekaj več $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kot je stehiometrično potrebno in s tem dosežemo pH vrednost okoli 10.

Potek te reakcije je slede :



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ in CaCO_3 sta slabo topna v vodi. Kinetika teh reakcij zahteva daljše časovno obdobje, zato je sedimentacijski reaktor po vrstnega tipa.

Procesa koagulacije in flokulacije se poslužujemo zaradi čim hitrejšega odstranjevanja nastalih produktov. Kot koagulacijsko in flokulacijsko sredstvo dodajamo trivalentno anorgansko sol z dodatkom polimera. Mulj dodajamo zaradi velike aktivne površine, ki služi za adsorpcijo onesnaževal.

2.10 Flokulacija

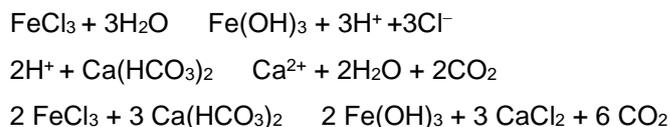
Flokulacija (Roš, 2010) je pojav, ko pod vplivom flokulanta pride do združitve prisotnih trdnih delcev, ali delcev, nastalih s koagulacijo oziroma z dekarbonatizacijo. Pri tem se iz več manjših tvorijo večji delci.

Večina organskih koloidnih onesnaževal v surovi vodi je pri pH=7 negativno nabita. Če dodamo takšni koloidni raztopini železove ali aluminijeve soli, ki pri hidrolizi vsebujejo proste pozitivne naboje, prihaja do nevtralizacije nabitih koloidnih delcev, ki se med seboj začnejo privlačiti in tvoriti mikrokosme, kar imenujemo **perikinetni efekt**. Sedaj koloidni delci nimajo več enaknega naboja,

temve so nevtralni in se ne odbijajo več, saj smo dosegli izoelektrično točko. Zaradi adhezivnih sil se zahteva povezovanje in tvoriti težje makrokosme, kar imenujemo **ortokinetični efekt**. Pri procesu flokulacije ima zato veliko vlogo valentnost dodanega elektrolita. Potrebne koncentracije 1, 2 in 3 valentnega elektrolita – flokulanta, za potrebe flokulacije so v razmerjih 1:1/60 :1/700. To pomeni, da trivalentni ioni učinkovitejše delujejo že pri 700 krat manjši koncentraciji kot enovalentni ioni.

Flokulanti so kemikalije, ki se vežejo s koaguliranimi koloidi v kosme ali flokule. Za razliko od elektrolitov, ki v vodni raztopini disociirajo na enako število pozitivno in negativno nabitih ionov (kationov in anionov), imajo vsi koloidni delci enak naboj, pozitiven ali negativen. Zaradi enakega naboja se koloidni delci med seboj odbijajo in ne morejo tvoriti večjih delcev, ki bi se lahko usedli ali se dali filtrirati.

Obstaja vrsta flokulantov in organskih polielektrolitov kot pomožnih sredstev za flokulacijo. FeCl₃ je najbolj klasično koagulacijsko sredstvo, poleg njega lahko uporabljamo tudi Al₂(SO₄)₃ in organske polielektrolite, ki delujejo na podoben način. Fe³⁺ ion ima to lastnost, da nevtralizira negativen naboj delcev. Pri reakciji z alkalno vodo nastajajo netopni železovi hidroksidi z veliko aktivno površino:



Pri flokulaciji se najfinejši trdni delci v vodi združijo in se usedejo na dno, od koder se kaluzijo kot mulj, zbistrena dekarbonatizirana voda pa se preko pesenih filtrov še filtrira.

Kosmi lahko dosežejo dimenzije tudi do 5 mm. Zato se mora pri flokulaciji v prvi fazi omogočiti hitro mešanje koloidnih delcev z raztopino flokulanta (da bi dosegli hitro in učinkovito nevtralizacijo koloidnih delcev), nato pa se mora omogočiti počasno gibanje vode, kar povzroča nastajanje velikih kosmov.

Splošno gledano je pri dobri flokulaciji možno odstraniti do 65 % delcev. Ta odstotek je odvisen od organskega onesnaženja vode. Surova voda je namreč lahko onesnažena na več načinov:

- Biološka onesnaženja so mrtvi in živi mikroorganizmi, pojavljajo se v manjši količini, odstranjujejo pa se s koagulacijo, usedanjem in filtracijo.
- Industrijska onesnaženja: anorganske kisline, baze, soli, detergenti, mašnice, ...
- Naravna onesnaženja: največkrat v obliki pravih raztopin anorganskih soli ali koloidno disperzne snovi.

Za uspešno flokulacijo sta zelo pomembna tudi temperatura in pH vrednost koloidne raztopine v času flokulacije ter seveda dodatek organskih polielektrolitov.

3 REZULTATI MERITEV IN RAZPRAVA

3.1 Meritve pretoka blatnih voda in dolo itev povpre nih dnevnih koli in blata v vodi

3.1.1 Meritve pretoka blatnih voda na Dekarbonatizaciji 1 (DEKA 1)

Tabela 2: Meritve pretoka blatne vode na Deka 1 (Vir: arhiv TEŠ)

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
24.01.2011	1	25	20,83	50
	2	6	5,00	
	3	6	5,00	
	4	6	5,00	
	5	6	5,00	
	6	6	5,00	
	7	6	5,00	
	8	6	5,00	
	9	6	5,00	
	10	6	5,00	
	11	6	5,00	
	12	6	5,00	
	13	6	5,00	
	14	6	5,00	
	15	6	5,00	
	16	6	5,00	
	17	6	5,00	
	18	6	5,00	
	19	6	5,00	
Skupaj/dan		133	110,83	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
25.01.2011	1	20	16,67	50
	2	20	16,67	
	3	20	16,67	
	4	20	16,67	
	5	20	16,67	
	6	20	16,67	
	7	20	16,67	
	8	20	16,67	
	9	20	16,67	
Skupaj / dan		180	150,00	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
26.01.2011	1	20	16,67	50
	2	20	16,67	
	3	20	16,67	
	4	20	16,67	
	5	20	16,67	
	6	20	16,67	
	7	20	16,67	
Skupaj / dan		140	116,67	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
27.01.2011	1	20	16,67	50
	2	20	16,67	
	3	20	16,67	
	4	20	16,67	
	5	20	16,67	
	6	20	16,67	
	7	20	16,67	
Skupaj / dan		140	116,67	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
28. 1.2011	1	20	16,67	50
	2	20	16,67	
	3	20	16,67	
	4	10	8,33	
	5	6	5,00	
	6	6	5,00	
	7	6	5,00	
	8	6	5,00	
	9	6	5,00	
	10	6	5,00	
	11	6	5,00	
	12	6	5,00	
	13	6	5,00	
	14	6	5,00	
	15	6	5,00	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
28.01.2011	16	6	5,00	50
	17	6	5,00	
	18	10	8,33	
	19	6	5,00	
	20	6	5,00	
Skupaj / dan		170	141,67	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalke [m ³ /h]
29.01.2011	1	6	5,00	50
	2	6	5,00	
	3	6	5,00	
	4	6	5,00	
	5	6	5,00	
	6	6	5,00	
	7	6	5,00	
	8	6	5,00	
	9	6	5,00	
	10	6	5,00	
	11	6	5,00	
	12	6	5,00	
	13	6	5,00	
	14	6	5,00	
	15	6	5,00	
	16	6	5,00	
	17	6	5,00	
	18	6	5,00	
	19	6	5,00	
	20	6	5,00	
	21	6	5,00	
	22	6	5,00	
	23	6	5,00	
	24	6	5,00	
	25	6	5,00	
	26	6	5,00	
	27	6	5,00	
	28	6	5,00	
	29	6	5,00	
	30	6	5,00	

Datum	Zap.št.vklop.	as obratov.[min]	Pretok [m ³ /h]	Zmogljivost rpalka [m ³ /h]
29.01.2011	31	6	5,00	50
	32	3	2,50	
Skupaj / dan		189	157,50	

	[min]	[m ³ /h]	m ³ /h
Povpre no na dan:	159	132,22	5,52

3.1.2 Meritve pretoka blatnih voda na Dekarbonatizaciji 2 (DEKA 2)

Tabela 3: Meritve pretoka blatne vode na Deka 2 (Vir: arhiv TEŠ)

Zap. št.	Datum	Število ciklov/dan	as delovanja rpalk	rpalka m ³ /h
1	03.01.2011	6	0:50:00	150
2	04.01.2011	5	0:45:00	
3	05.01.2011	5	0:45:00	
4	06.01.2011	4	0:45:00	
5	07.01.2011	4	0:30:00	
6	08.01.2011	2	1:00:00	
7	09.01.2011	3	1:00:00	
8	10.01.2011	2	0:45:00	
9	11.01.2011	2	0:45:00	
10	12.01.2011	1	0:35:00	
11	13.01.2011	1	1:45:00	
12	14.01.2011	5	0:45:00	
13	15.01.2011	1	1:30:00	
14	16.01.2011	2	0:45:00	
15	17.01.2011	4	1:00:00	
16	18.01.2011	4	0:50:00	
17	19.01.2011	4	1:00:00	
18	20.01.2011	2	0:40:00	
19	21.01.2011	3	1:00:00	
20	22.01.2011	3	0:45:00	
21	23.01.2011	5	0:50:00	
22	24.01.2011	2	0:50:00	
23	25.01.2011	2	1:10:00	
24	26.01.2011	1	1:15:00	
25	27.01.2011	2	1:05:00	
POVPRE JE/DAN		3	0:54:48	0,92 h
				m³/h
POVPRE JE/DAN		m³	414,00	17,25

Iz meritev je razvidno, da znaša skupna koli ina **blatne vode** ~ **23 m³ na uro**. Glede na pridobljene podatke lahko dimenzioniramo kapaciteto dekanter centrifuge. Podatki o vsebnosti blata za posamezna obdobja so razli ni, glede na vremenske razmere in posledici no istosti surove vode. Na osnovi laboratorijskih analiz je bilo ugotovljeno, da je **vsebnost blata** v blatnih bazenih na DEKA 1 in DEKA 2 **od 0,4 % do 3,9 %**, pri pilotnem projektu pa so bile vrednosti **od 0,4 % do max. 1,0 %**. Navedene vrednosti potrjujejo tudi rezultati izvedenega Andritz pilotnega projekta.

Tabela 4: Lastnosti odpadne vode (Vir: arhiv TEŠ)

Koli ina skupaj (povp.)	22,77 m ³ /h
DEKA 1	5,52 m ³ /h
DEKA 2	17,25 m ³ /h
Vsebnost trdih delcev	
DEKA 1	od 0,4 do 3,9 %
DEKA 2	od 0,4 do max. 1,0%
Vsebnost org. snovi	od 17 do 20 %
Mineralni trdi delci	
CaCO ₃ , Fe(OH) ₃ in ostali minerali	80 %

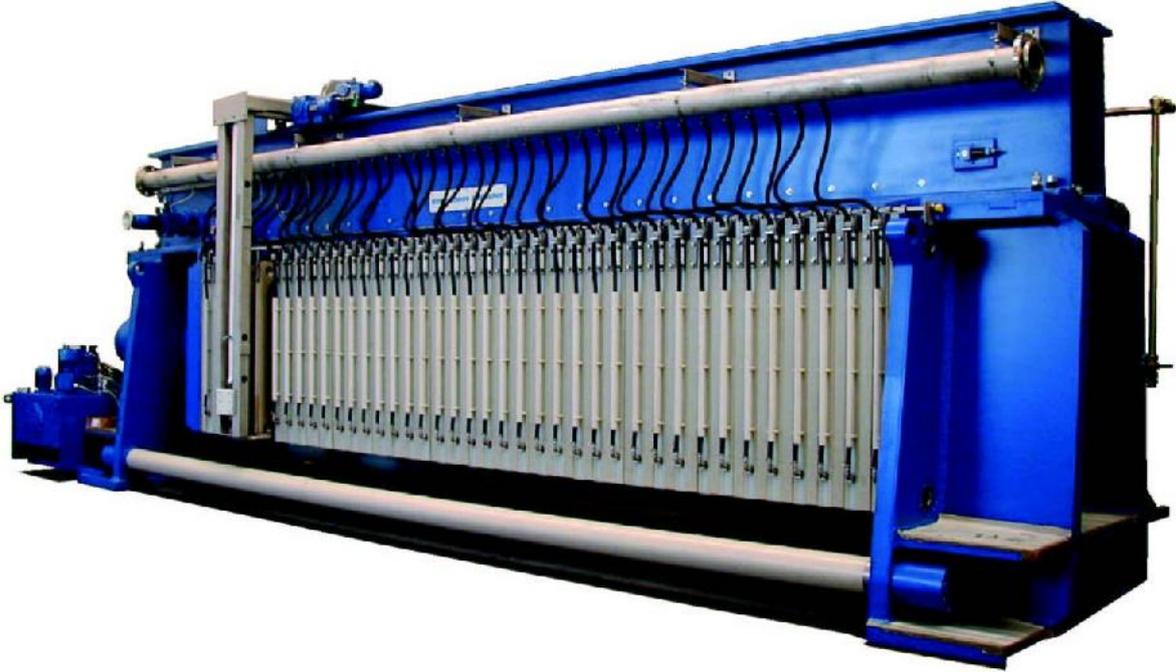
3.2 Analiza obstoje ih tehnologij ZA in PROTI

3.2.1 Stiskalnica za izlo evanje trdne substance

Dehidracija s pomo jo komorne stiskalnice je šaržen postopek, namenjen za manjše kapacitete. Prednost tega postopka je visoka stopnja ožemanja, do 30 % suhe snovi, slabost pa šaržno delovanje ter potreba po posegu operaterja. Blato se rpa s rpalko v stiskalnico. rpalka deluje na komprimiran zrak in nima nobene elektri ne regulacije. Izток odpadne vode iz stiskalnice se vodi nazaj v tehnološki proces.

Prednost dehidracije blata s tra no filtrirno stiskalnico je v manjši investiciji, slabost pa je ta, da ni primerna za vse medije. V našem primeru njena uporaba ni mogo a, zaradi premajhne vsebnosti trdih snovi v vodi.

Zaradi prevelike investicije, prevelike porabe funkcionalnega prostora in nezmožnosti avtomatskega delovanja, to tehnologijo odsvetujemo za izlo anje trdnih snovi v tehnološkem procesu TEŠ.



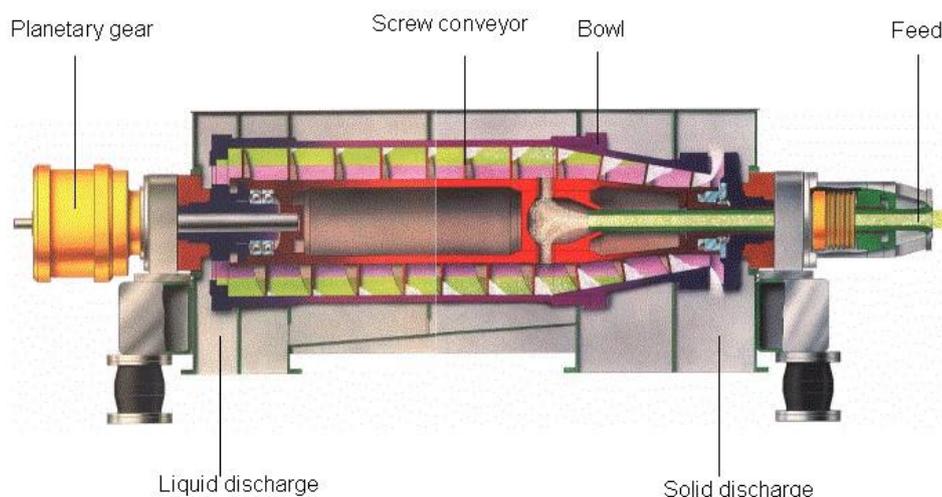
Slika 12: Filtrirna stiskalnica

(Vir:<http://www.andritz.com/ANONID0C7CDD39CDAC78A/ep/ep-products-main/ep-filterpresses-new/ep-filter-press-types.htm>)

3.2.2 Dekanter centrifuga za izlo anje trdnih snovi

Princip delovanja dekanter centrifuge temelji na namernem zvišanju težnosti zmesi s pomojo centrifugalne sile. Zmes, ki jo nameravamo precejati, v centrifugi zarotiramo in nastale centrifugalne sile povzro ijo, da se v vrtem bobnu lo ujejo delci z ve jo gostoto od teko ine z nižjo gostoto. Dekanter centrifuge lahko obratujejo neprekinjeno. Pri manjših enotah na ta na in dosežemo boljše izlo anje, glede na masni pretok. Nadaljnja prednost dekanter centrifug je avtomati no obratovanje brez ro nih posegov.

Zmes vstopa v centrifugo po dovodni cevi na ožjem delu. Težji delci se zbirajo na notranji steni bobna.



Slika 13: Dekanter centrifuga

(Vir: <http://www.andritz.com/ANONID0C7CDD39CDAC78A/ep/ep-products-main/ep-mst/ep-bird.htm>)

Obe komponenti, boben in polža, poganja glavni pogonski elektromotor. Ta poganja sistem z vrtilno hitrostjo ca. 3000 min^{-1} . Drugi motor (backdrive) povzroča zaostajanje polža za ca. $1\text{--}15 \text{ min}^{-1}$ za hitrostjo vrtenja bobna. Na ta način pride do aksialnega pomika trdne snovi proti izstopu iz centrifuge. Trdna snov pada iz dekanter centrifuge na koncu tega toka na transporter s polžem.

Zaradi prostorskih omejitev v Termoelektrarni Šoštanj predlagam uporabo tehnologije izlo anja trdnih snovi iz odpadnih voda TEŠ s pomočjo dekanter centrifuge. Kapaciteta dekanter centrifuge mora biti $25 \text{ m}^3/\text{h}$, glede na meritve količin in odpadne vode v TEŠ. Dekanter centrifuga je primerna za izlo anje trdnih snovi iz vode, za koncentracije od 0,3 % pa do 4,0 % trde snovi v vodi.

3.2.3 Tehnološki opis procesa izlo anja trdnih snovi

Za proizvodnjo električne energije je nujno potrebna tehnološka voda, ki se v procesu uporablja za pridobivanje pare in hlajenje sistema. Predvsem za hlajenje sistema potrebujemo velike količine surove vode, ki jo moramo najprej oistiti s postopkom dekarbonatizacije. Pri dekarbonatizaciji surove vode nastajajo tudi nezaželeni stranski produkti, kot je blatna voda, ki smo jo do sedaj dodajali pepelu in preko hidravličnega odplavljanja odvajali na deponijo pepela. Zaradi okoljevarstvenih predpisov, evropske direktive o varstvu okolja in standardov SIST ISO 14.000, je nujno potrebno rešiti problem nenadzorovanega vnašanja strupenih snovi v okolje.

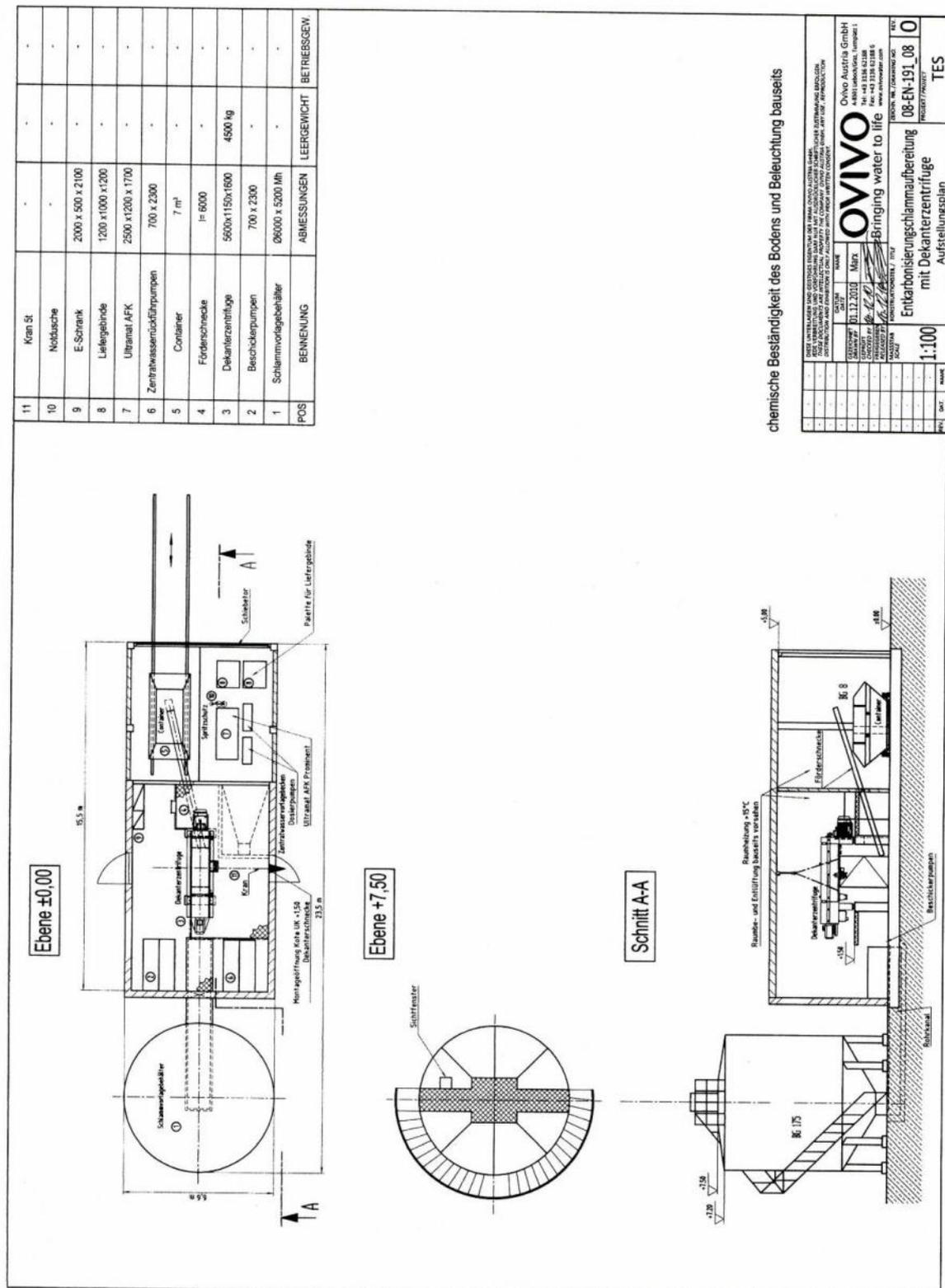
Tehnološki proces iščenja blatnih voda v TEŠ (Slika 14) se prične z zbiranjem blatnih voda, ki pridejo iz reaktorjev dekarbonatizacije (DEKA) v za to pripravljena bazena. Iz bazenov blatnih

voda DEKA 1 in DEKA 2 vodo prepravamo skozi cevovod s pomočjo rpalke, zmogljivosti $2 \times 20 \text{ m}^3/\text{h}$ iz DEKA 1 in $2 \times 30 \text{ m}^3/\text{h}$ iz DEKA 2, v usedalnik pred dovodom blatne vode v dekanter. Na usedalniku je nameščen merilnik gostote blatne vode do določene nivoja v usedalniku, da vklaplja rpalke za dovod blatne vode na dekanter centrifugi pri koncentraciji 2 % do 3 % blata v vodi. Na izhodnem cevovodu je priklopljena tudi servisna voda zaradi rednega vzdrževanja naprav in cevovoda. Pri prepravanju blatne vode iz usedalnika na dekanter centrifugi dodajamo blatni vodi ustrezne tekoče polielektrolite, da dosežemo optimalno kemijsko strukturo za lažje združevanje trdih delcev v blatni vodi in ustrezno kemijsko strukturo išene vode za vrnitev le-te v tehnološki proces. S pomočjo dovodnih rpalke $2 \times 30 \text{ m}^3/\text{h}$ pramo blatno vodo na dekantercentrifugo, kota $+1,50 \text{ m}$, kjer izvedemo mehansko ločevanje trdih delcev iz blatne vode in vračanje išene vode, najprej v vmesni bazen išene vode 6 m^3 , ki je na koti $-1,50 \text{ m}$, in nato s potopnima rpalcama išene vode, $2 \times 30 \text{ m}^3/\text{h}$, nazaj v tehnološki proces, oziroma na reaktor DEKA.

Iz dekanter centrifuge izločeno trdno snov prenašamo preko transportnega polža do komunalnega kontejnerja, ki je lociran v sosednjem prostoru P03. Po napolnitvi komunalnega kontejnerja ga je treba zamenjati s praznim in polnega odpeljati na ustrezno deponijo ali v predelavo. V bazen išene vode priteka tudi voda iz usedalnika, kadar doseže voda prelivni nivo, kar pomeni, da v usedalniku dosežemo željeno koncentracijo trdih snovi, z mešalom pa dosežemo enakomerno porazdelitev trdnih snovi v vodi do določene nivoja. Nad tem nivojem ima voda manjšo vsebnost trdnih snovi, tako da je na prelivnem mestu usedalnika v vodi minimalna koncentracija trdnih snovi. Koncentracijo trdnih snovi v vodi merimo z ustreznimi merilnimi inštrumenti, ki pri ustrezni koncentraciji trdnih snovi sprožijo ukaz za prepravanje blatne vode na dekanter centrifugo. Nad dekanter centrifugo je nameščen tudi dvizni mehanizem za servisiranje postrojenja. Prostore je potrebno ogrevati na najmanj $15 \text{ }^\circ\text{C}$, kadar zunaj padejo temperature pod omenjeno temperaturo.

Prednosti te postavitve tehnološke opreme so v tem, da ni potrebno graditi objekta v etažah, kar poceni gradnjo, konstrukcija je lahko jeklena s termoizolacijskimi sendvičnimi paneli. Montaža tehnološke opreme (Slika 15) in servisiranje je enostavno, saj je v glavnem vsa oprema v istem nivoju, razen dveh potopnih rpalke za prepravanje išene vode nazaj v tehnološki proces. Za tekoče polielektrolite smo se odločili zaradi enostavnejšega doziranja polielektrolitov v tehnološki proces, ker bi v nasprotnem primeru potrebovali še dodatne naprave za doziranje praškastih polimerov in dodatno delovno silo.

Naš cilj je bil vrniti odpadno vodo v tehnološki proces ter trdihe snovi odložiti na primerno deponijo oziroma jo uporabiti v drugem tehnološkem procesu, kar smo dosegli z uporabo, že poznane in preizkušene tehnologije odvajanja trdih delcev iz blatnih voda ter dodajanjem polielektrolitov. Na ta način imamo kontrolo nad stranskim produktom in zmanjšamo porabo surove vode, saj jo vrnemo iz prečiščevanja do ca. 95 %.



Slika 15: Objekt s pripadajo imi napravami (Vir: arhiv TEŠ)

3.3 Pilotni projekt naprave

3.3.1 Opis naprave

Projekt je bil izveden z mobilno napravo na tovornjaku, podjetja Andritz, ki je bila locirana ob objektu DEKA 2, pri platoju za dovoz kemikalij. Mobilna naprava je bila opremljena s centrifugo Tip D5LN TC C30 HP, kapacitete 30 m³/h, z ustreznim krmiljem in dozatorjem za polielektrolite kapacitete 1000 L/h. Naprava je bila najprej povezana z bazenom blatne vode na DEKA 2 s ca. 0,4 % vsebnosti trdne snovi (TS) v vodi in v nadaljevanju, zaradi premajhne koncentracije TS v vodi, z bazenom blatne vode na DEKA 1 s ca. 1,0 % do 3 % vsebnosti TS v vodi.

Cilj projekta je bil izlo iti im ve trdnih snovi iz odpadne vode in dose i takšno suhost trdnih snovi, da bo imela fino zrnato strukturo, s imer zmanjšamo ceno deponiranja trdnih snovi. Drugi cilj našega projekta je bil dose i im istejši centrifugat (centrat), ki ga bomo lahko vra ali nazaj v tehnološki proces, z vsebnostjo dolo enih polimerov, ki jih uporabljamo pri postopku izlo evanja trdnih snovi iz odpadne vode, ki se pojavljajo v zelo majhnih koncentracijah.

3.3.2 Opis meritev

Meritve so bile izvedene v DEKA 1 ter DEKA 2, in sicer na DEKA 1 sedem preskusov in prav tako na DEKA 2. Na DEKA 2 so bili preskusi opravljeni 7. in 8. marca 2011, na DEKA 1 pa od 9. do 16. marca 2011. Preskuse na DEKA 2 smo izvajali samo dva dni, ker je bilo ugotovljeno, da je v blatni vodi premajhna koncentracija blata in dobljeni parametri ne bi pokazali realne slike. Blatna voda na DEKA 1 je vsebovala ve jo koncentracijo blata, zato smo preskuse nadaljevali z blatno vodo v DEKA 1.

Predvsem smo sledili podatke naprave (dekanterja), dodajanje flokulantov, podatke o blatu in bilan ne podatke izkoristkov posameznih preskusov. Podrobni rezultati so prikazani v tabelah preskusov (Tabela 5, Tabela 6).

Preskus je pokazal, da so rezultati dodajanja praškastih flokulantov boljši od rezultatov teko ih flokulantov. Zaradi lažjega posluževanja predlagamo uporabo teko ih flokulantov, ker bi druga e potrebovali dodatno tehnološko opremo in angažiranost resursov.

3.3.3 Rezultati meritev

3.3.3.1 Deka 1

Tabela 5: Rezultati meritev v Deka 1 (Vir: Arhiv TEŠ)

Št. preskusa		1	2	3	4	5	6	7
Datum		09.03. 2011	09.03. 2011	14.03. 2011	15.03. 2011	15.03. 2011	15.03. 2011	16.03. 2011
as		13:00	13:30	14:30	08:45	14:45	15:15	08:45

Podatki naprave

Boben	min ⁻¹	3200	3200	3200	3200	3300	3300	3000
G-sila		0	0	0	0	0	0	0
Polž-obr.	min ⁻¹	3,50	2,50	4,10	3,50	4,40	3,20	5,40
Vrtilni moment	%	53,50	25,00	40,00	57,70	45,00	56,50	52,40
Vrtilni moment	Nm	4259	1990	3184	4593	3582	4497	4171
Moment	Nm/kgTS	5,68	15,92	6,37	9,00	7,05	8,85	6,13
Premer gredi	mm	312	312	312	312	312	312	312
Globina goš e	mm	-156	-156	-156	-156	-156	-156	-156

Dodajanje polielektrolita

Proizvajalec FHM		Ashland	VTA	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland
Vrsta FHM	FL/P (teko ina/ prašek)	FL	FL	P	P	P	P	P
Tip FHM		K333L	LC 1001	2500	2500	2500	2500	2500

Dodajanje polielektrolita

Proizvajalec FHM		Ashland	VTA	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland
Delež FHM	%	0,5	0,1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,2
U inkovitost	%	50	50	100	100	100	100	100
Koli ina FHM	L/h	300	1000	660	1500	1000	1000	1600

Penšek B. Proces izlo anja trdne substance iz tehnoloških voda TEŠ VŠVO, Velenje 2011

Št. preskusa		1	2	3	4	5	6	7
Datum		09.03. 2011	09.03. 2011	14.03. 2011	15.03. 2011	15.03. 2011	15.03. 2011	16.03. 2011
as		13:00	13:30	14:30	08:45	14:45	15:15	08:45
Poraba FHM	g/m ³	60,00	40,00	66,00	147,64	98,43	98,43	128,00
Poraba FHM	kg/tTS	2,00	8,00	3,30	7,36	4,92	4,92	4,71
Razred evanje	L/h	brez	brez	brez	brez	brez	brez	brez

Podatki o blatu / koli ina

Sestavina blata		Kalcijev karbonat						
Blato-koli ina	m ³ /h	25,00	26,00	26,00	25,40	25,40	25,40	25,00
Dotok	%	3,0	0,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,7

Rezultati - bilance

Izpust	%	ni meritve	ni meritve	ni meritve	44,70	44,90	46,30	43,30
Tovor	kg/h	750,00	125,00	500,00	510,50	508,00	508,00	680,00
Centrat	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Konc.- centrat	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obremenjenost	kg/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stopnja izlo anja	%				100,00	100,00	100,00	100,00
Blato-koli ina	m ³ /h				1,1	1,1	1,1	1,6
Centrat-koli ina	m ³ /h				25,8	25,3	25,3	25,0
Tok	A	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00
Poraba	Kwh/ m ³	0,00	0,00	0,00	0,00	1,4	0,00	0,00

3.3.3.2 Deka 2

Tabela 6: Rezultati meritev v Deki 2 (Vir: Arhiv TEŠ)

Št. preizkusa		1	2	3	4	5	6	7
Datum		07.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011
as		14:00	12:00	12:30	14:00	15:15	16:00	17:00

Podatki naprave

Boben	UPM	2800	3200	3200	3200	3200	3200	3200
G-sila		0	0	0	0	0	0	0
Polž	UPM	1,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,00
Vrtilni moment	%	12,00	30,00	38,00	45,00	36,00	42,00	45,00
Vrtilni moment	Nm	955	2388	2035	3582	2866	3343	3582
Moment	Nm/kgTS	10,85	21,71	27,50	32,56	26,05	30,39	32,56
Premer	mm	302	312	312	312	312	312	312
Premer gredi	mm	-151	-156	-156	-156	-156	-156	-156

Dodajanje kemikalij/Flokulantov

FHM Dobavitelj		Ashland	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland	Ashland
FHM Stanje		FL	FL	FL	FL	FL	FL	FL
FHM Tip		K333L	K333L	K333L	K333L	K333L	K333L	K333L
Delež FHM	%	0,6	0,6	0,6	0,16	0,15	0,5	0,5
U inkovitost	%	50	50	50	100	100	50	50
FHM Koli ina	L/h	460	150	150	750	640	265	255
FHM Poraba	g/m ³	115,00	30,00	30,00	45,00	38,40	51,00	51,00
FHM Poraba	kg/tTS	26,14	6,62	6,62	10,23	8,73	11,59	11,59
Razred evanje	L/h	brez	brez	brez	brez	brez	brez	brez

Podatki o blatu / Koli ina

Sestavina blata		Kalcijev karbonat						
Blato-Koli ina	m ³ /h	20,00	25,00	25,00	25,00	26,00	25,00	25,00
Dotok	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Številka		1	2	3	4	5	6	7

preizkusa								
Datum		07.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011	08.03. 2011
as		14:00	12:00	12:30	14:00	15:15	16:00	17:00

Rezultati - bilance

Izpust	%	0,0	47,7	48,2	49,1	51,0	48,9	46,6
Tovor	kg/h	88,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
Centrat	%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
V centratu	ppm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obremenjenost	kg/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
St. istosti	%		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Blato-Koli ina	m ³ /h		0,23	0,23	0,22	0,22	0,22	0,24
Centrat-Koli ina	m ³ /h		24,92	24,92	25,53	25,42	25,03	25,02
Tok	A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poraba	Kwh/ m ³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Legenda 1: Legenda za tabeli 5 in 6

OZNAKA	POMEN
Ashland	dobavitelj kemikalij
FHM	flokulant
FL	teko ina
P	prašek
VTA	dobavitelj kemikalij
Nm/kgTS	meritev momenta na gredi centrifuge Nm/kg trdne snovi
kg/tTS	poraba flokulanta v kg/t trdne snovi
UPM	obrati na minuto

Za namestitev naprav za obdelavo blatnih voda TE Šoštanj je predviden nov objekt. Zgradba je predvidena v jekleni konstrukciji s sendvi paneli in naj bi bila postavljena v bližini dekarbonatizacije 2. V njej se namestijo dovodne rpalke za pre rpavanje iz 155 m³ usedalnika blatnih voda, dekanter, transportni polž pod dekanterjem in komunalni kontejner za suho blato, 6 m³ bazen za iš eno vodo in rpalke za vra anje iš ene vode v reaktorje ter dozator polielektrolita z dozirnimi rpalkami.

3.4 Namestitev naprav

rpalke blatne vode za pre rpavanje iz blatnih bazenov DEKA 1 in DEKA 2 se namestijo v obstoje ih rpališ ih v dekarbonatizaciji 1 in 2.

Tehnološka oprema bo nameš ena v objektu iz jeklene konstrukcije, s streho in stenami iz termoizolativnih sendvi panelov. Oprema je razporejena tako, da omogo a enostavno montažo, vzdrževanje in posluževanje. Objekta pri takšni razporeditvi ni potrebno graditi v ve etažah. Ponudnik lahko po lastni presoji ponudi tudi druga no razporeditev in jo ustrezno utemelji.

3.4.1 Glavna tehnološka oprema

	Kapaciteta	Mo	Opomba
rpalka blatne vode v DEKA 1	20 m ³ /h	2,2 kW	2 x 100 %
rpalka blatne vode v DEKA 2	30 m ³ /h	4 kW	2 x 100 %
Mešalo rez. blatne vode		1,5 kW	
rpalka blatne vode	30 m ³ /h	4 kW	2 x 100 % , FP
Centrifuga		50 kW	FP
Transportni polž		2,5 kW	
rpalka odcedne procesne vode	30 m ³ /h	4 kW	2 x 100 %
rpalka za doziranje polielektrol.	1 m ³ /h	1,5 kW	2 x 100 %

FP ... frekven ni pretvornik

3.4.2 Napajanje z elektri no energijo

Za elektri no napajanje in krmiljenje se bodo v prostoru tehnologije ob steno postavile samostoje e omare z elektro opremo. Omare bodo v zaš iti IP 54 za postavitev izven elektro prostorov. Predvidene so omare v standardni višini 2,2 m, globine 0,4 m in skupne dolžine 2,4 m s tremi polji po 0,8 m. Prvo polje je predvideno za dovod in razdelitev elektro napajanja, drugo polje za frekven ne pretvornike in tretje polje za krmiljenje.

Za napajanje rpalk na lokaciji dekarbonatizacije se bodo v obstoje ih razdelitvah napajanja DEKA 1 in DEKA 2 uporabili rezervni oziroma dogradili novi odcepi. Za napajanje novega objekta se predvidi nov odcep 160 A v razdelitvi DEKA 2. Pri koni ni mo i ca. 60 kW in faktorjem obremenitve

0,8 znaša koni na obremenitev ca. 50 kW, to je ca. 80 A, za kar pa obstaja ustrezna rezerva v obstoje ih napajanjih za DEKA 2 (obstoje i dovod je 630 A).

3.4.3 Vodenje

Predvidene so naslednje meritve:

- nivo v blatnem bazenu DEKA 1 in DEKA 2,
- nivo v usedalniku blatne vode,
- gostota blatne vode v usedalniku,
- pretok blatne vode na dekanterju,
- obrati rpalk blatne vode za dekanter,
- obrati dekanterja,
- nivo v bazenu iš ene vode,
- tlak na dovodu vode za izpiranje.

Krmiljenje celotne naprave se izvaja v omari krmiljenja, in sicer s samostojnim krmilnikom PLC, ki ga obi ajno dobavitelji procesne tehnike dobavijo v kitu z opremo in je že v celoti predprogramiran. Normalno upravljanje in nadzor je predvideno iz obstoje e komande DEKA 2 preko sistema vodenja PCS 7. Za komunikacijo se uporabi serijska komunikacija med PCS 7 in lokalnim krmilnikom objekta za obdelavo blatnih vod.

Na vratih krmilne omare je predviden operacijski panel za možnost lokalnega posluževanja in nadzora. Na sistemu vodenja PCS 7 se izdelata monitorska procesna slika za nadzor in upravljanje objekta blatnih voda.

Kot alternativa samostojnemu PLC krmilniku v omari krmiljenja je možno krmiljenje preko sistema vodenja DEKA 2 Siemens PCS 7 (predvidena obnova krmiljenja DEKA 2 s sistemom PCS 7) in dislocirano I/O enoto ET 200 nameš eno v omari krmiljenja objekta blatnih voda. V tem primeru se celotno krmiljenje programira preko PCS 7 po tehnoloških predlogah dobavitelja opreme.

3.4.4 Objekt iz jeklene konstrukcije

Objekt za obdelavo blatnih voda v TE Šoštanj je enoetažen objekt izdelan iz jeklene konstrukcije, panelne kritine in sendvi panelov, priklju en na kovinski usedalnik volumna 155 m³.

Dimenzije objekta:

širina: 6,10 m

dolžina: 12,50 m

višina: 4,20 m.

Temeljenje se izvede na armirano betonski ploš i debeline ca. 50 do 60 cm, enako je debela tudi temeljna ploš a silosa. Glede na lokacijo postavitve objekta, je potrebno izdelati temelje tako, da ne bodo ogroženi oziroma obremenjeni temelji obstoje ih stebrov objekta za transport premoga.

Objekt tvorijo:

- jekleni profili in sendvi panelni ter panelna kritina,
- stopnice, podesti prav tako iz jeklene konstrukcije,
- podesti in nastopne ploskve stopnic, ki so tipske rešetke.

3.5 Umestitev naprave v prostor

Za postavitev objekta s tehnološko opremo za izlo evanje suhih snovi iz odpadnih voda TEŠ, so na voljo tri možne lokacije (Slika 16). Vse tri lokacije so v neposredni bližini objektov za pripravo tehnološke vode, kar omogo a dovod odpadnih voda do novega objekta z majhnim posegom v prostor ali izpeljavo cevovoda že v obstoje i kineti. Na vseh treh lokacijah je možen dostop za transportna vozila, kar je nujno potrebno za odvoz trde substance.

3.5.1 Lokacija 1

Lokacija 1 je predvidena na ploš adi med blokoma 3 in 4 pri presipni postaji, kjer je možno izvesti cevovode za dovod odpadnih voda, procesno vodo in cevovod za stisnjen zrak po obstoje i kineti, kar je glede na drugi dve lokaciji najkrajša pot. Objekt s tehnološko opremo za izlo evanje suhe substance iz odpadnih voda na tej lokaciji bi bil postavljen neposredno ob glavni transportni poti, tako da bi bil odvoz suhe substance omogo en.

3.5.2 Lokacija 2

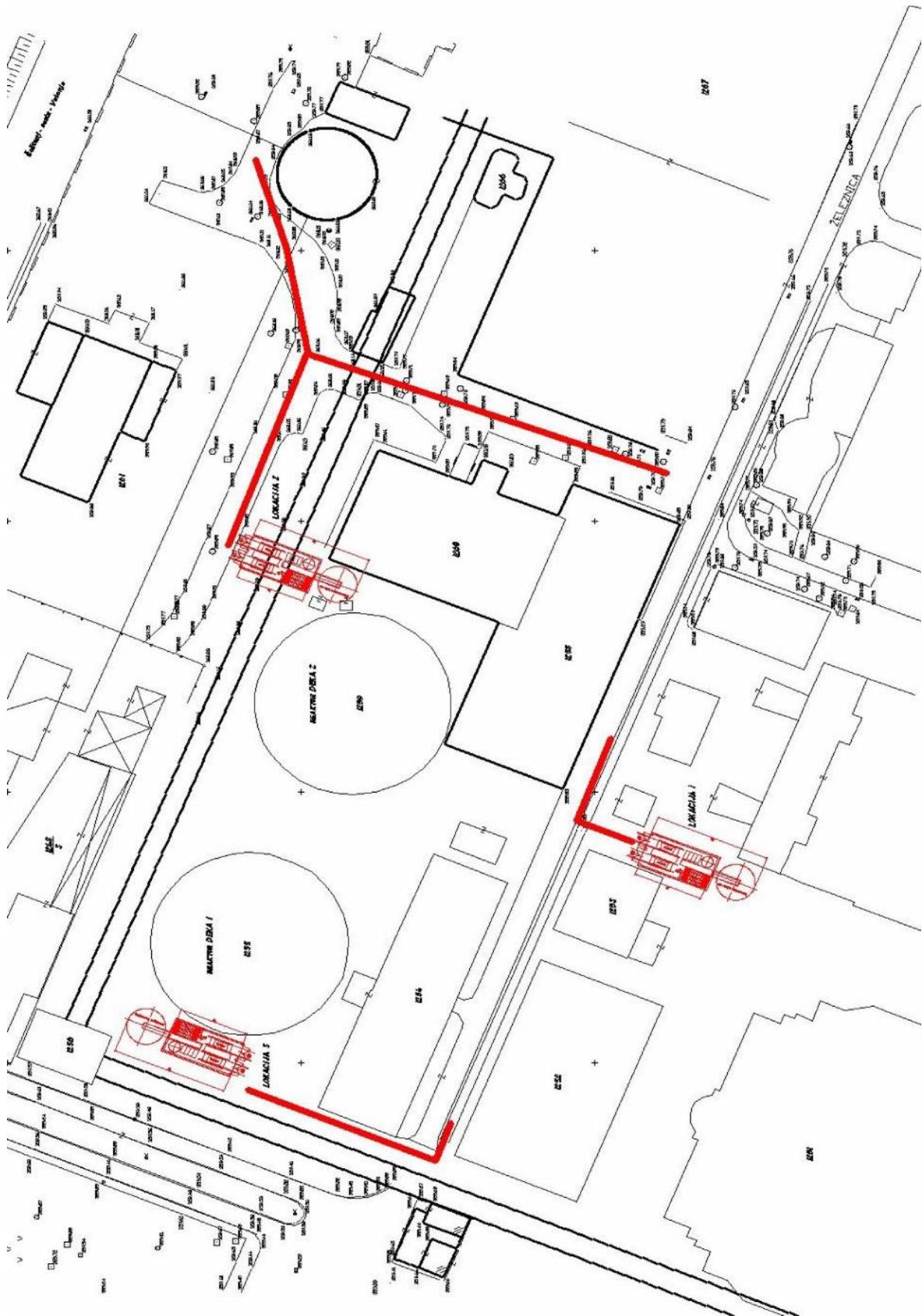
Lokacija 2 je predvidena za reaktorjem DEKA 2 (

Slika 17, Slika 18), kjer bi lahko v neposredni bližini stal 155 m³ usedalnik za blatno vodo, objekt s tehnološko opremo pa bi bil postavljen pod transportni most s trakovi PE03 in PE04 za oskrbo blokov 1 do 4 s premogom, kjer je dovolj prostora za predviden objekt. Zraven objekta je tudi transportna pot, ki omogoča odvoz suhe substance. Na to lokacijo je potrebno pripeljati cevovode za odpadno vodo iz DEKA 1, v dolžini ca. 180 m. Zagotoviti je potrebno procesno vodo in ogrevanje iz DEKA 2, ki je v neposredni bližini.

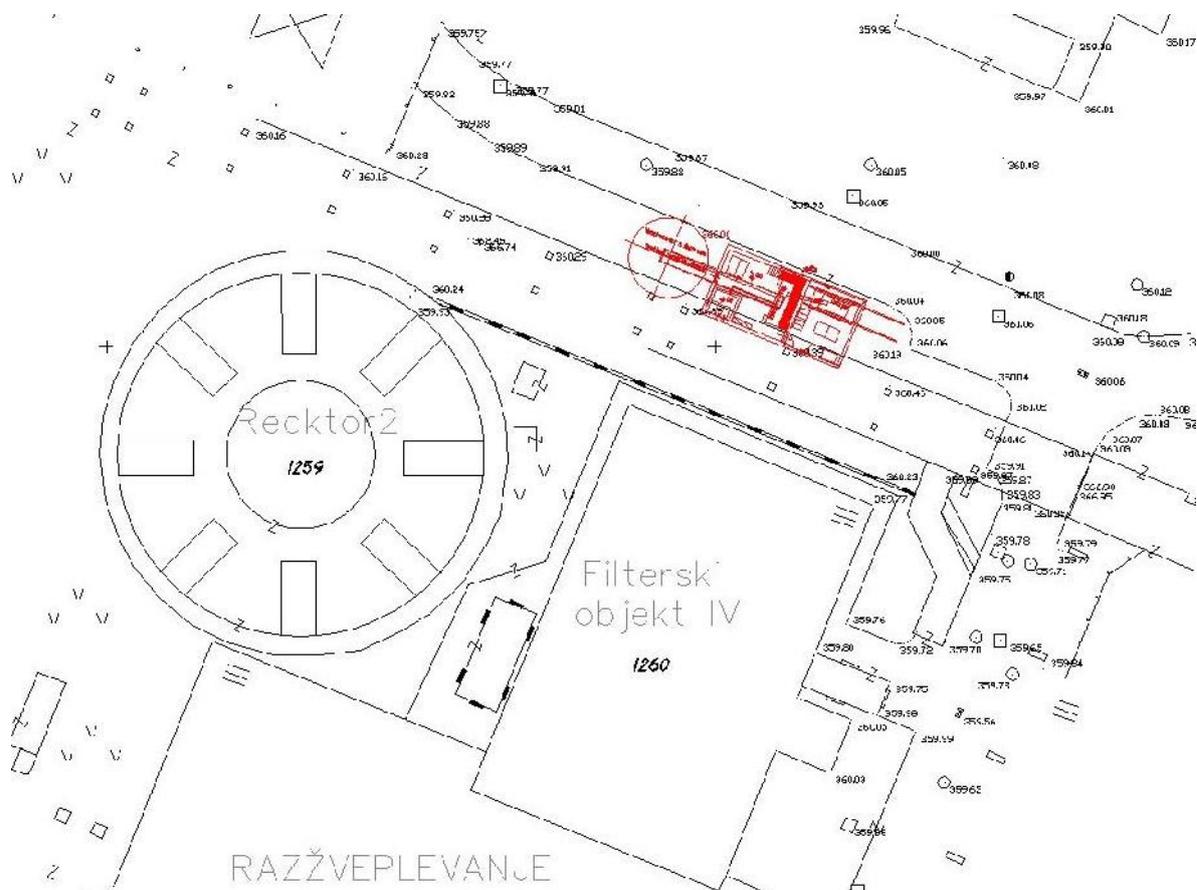
3.5.3 Lokacija 3

Lokacija 3 je predvidena neposredno ob desnem boku reaktorja DEKA 1, če gledamo objekt s severne strani. V neposredni bližini reaktorja DEKA 1, bi lahko bil postavljen 155 m³ usedalnik za blatno vodo in v nadaljevanju proti južni strani objekt s tehnološko opremo. Na to lokacijo je potrebno speljati cevovode za odpadno vodo iz DEKA 2, v dolžini ca. 220 m. Zagotoviti je potrebno procesno vodo in ogrevanje iz DEKA 1.

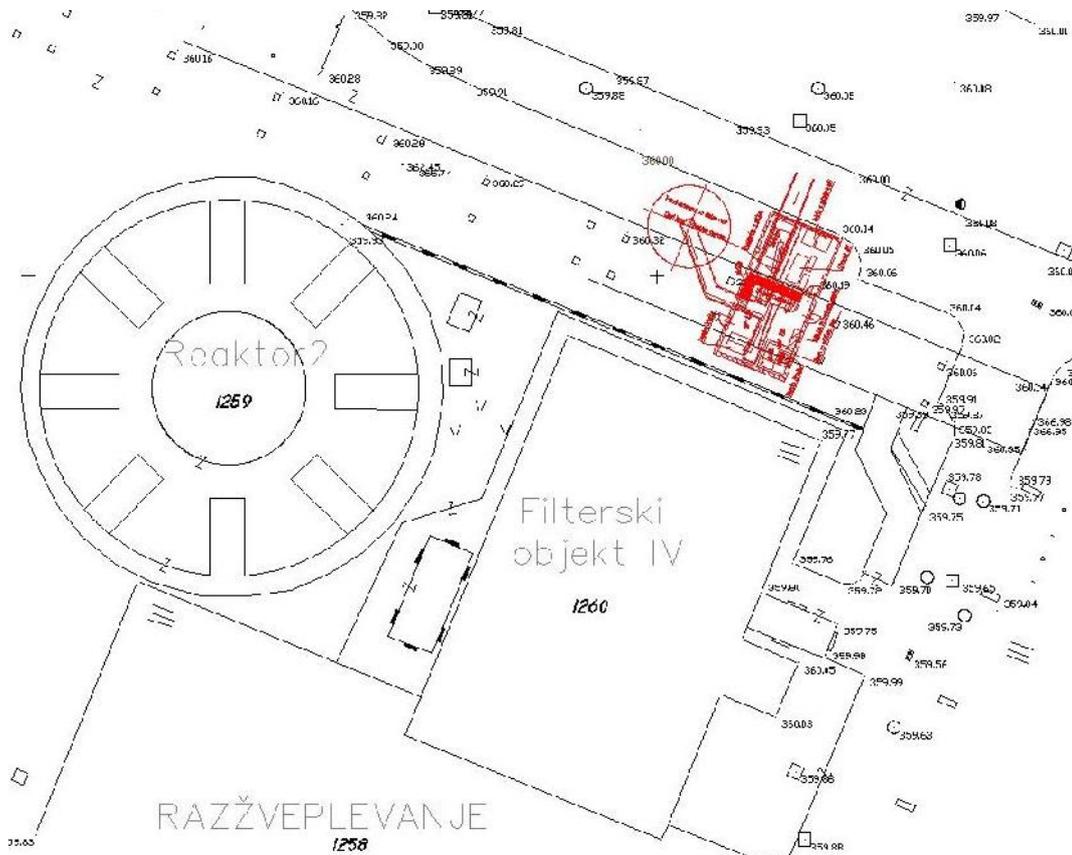
Menimo, da je najugodnejša **Lokacija 2**, torej postavitve za reaktorjem DEKA 2. Objekt je lahko orientiran v smeri V – Z (Slika 17) ali S – J (Slika 18). Optimalno postavitve bo predlagal in utemeljil izbrani ponudnik.



Slika 16: Prikaz možnih lokacij postavitve objekta (Vir: arhiv TEŠ)



Slika 17: Postavitev opreme na lokaciji 2, V - Z (Vir: arhiv TEŠ)



Slika 18: Postavitev opreme na lokaciji 2, S - J (Vir: arhiv TEŠ)

3.6 Predra unska vrednost in obratovalni stroški

3.6.1 Specifikacija opreme in storitev

3.6.1.1 Usedalnik

1 kos	Usedalnik
Premer:	D 6.000 mm
Višina cil. plaš a:	H 5.200 mm
Kapaciteta:	V = ca. 155 m ³

Usedalnik je izdelan iz jekla, prevle en z umetno smolo, s priklju ki in vgrajenimi deli. Dobavljen s stopnicami, pohodnim podestom, koni nim dnom in nastavljivimi nogami.

1 kos Rezervoar v izvedbi iz pred pripravljenih delov sestavljen na gradbiš u.

1 kos Mehansko mešalo s pogonskim motorjem 400 V, 50 Hz

1 kos Merilec gostote blatne vode

1 kos Grelec prelivne vode

- Ro ne armature
- Elektromagnetni ventili
- Povratno zaporne armature
- Povezava rezervoarja s cevmi in nosilci

3.6.1.2 rpalke za blatno vodo

2 kos rpalka za dovod odpadne vode
Zmogljivost $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$
S pogonskim motorjem, 400 V, 50Hz

2 kos rpalka za dovod odpadne vode
Zmogljivost $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$
S pogonskim motorjem, 400 V, 50Hz

- Ro ne armature
- Povratno zaporne armature
- Garnitura manometrov
- Povezava rpalke s cevmi in nosilci

3.6.1.3 Dovodne rpalke

2 kos rpalka za dovod zgoš ene blatne vode v dekanter
Zmogljivost $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$
S pogonskim motorjem, 400 V, 50Hz

- Ro ne armature
- Povratno zaporne armature
- Garnitura manometrov
- Povezava rpalke s cevmi in nosilci

3.6.1.4 Cevne inštalacije

- 1 kos Dovodna inštalacija iz bazenov blatne vode DEKA 1, PP cev Ø 150 mm in DEKA 2, PP cev Ø 200 mm, do rpalk za blatno vodo in od rpalk do 155 m³ usedalnika, vklju no s spajanjem in priklopi.
- 1 kos Inštalacija za servisno vodo iz objekta DEKA 2; cevi, armature, podpore in obešala. Priklop na cev jekleno Ø 150 mm na obstoje o prirobnico.
- 1 kos Odvodna inštalacija iš ene vode do bazenov izpiralne vode na DEKA 1 in 2 . Priklop na obstoje o inštalacijo, cev jeklena Ø 150 mm.
- 1 kos Povezovalne inštalacije med posameznimi deli naprave, Polypropylen (PP) in nerjavne cevi 1.4571; cevi, armature, podpore in obešala.

3.6.1.5 Dekanter s pripadajo o opremo

- 1 kos Dekanter 25 m³/h
z glavnim- in Backdrive pogonom 400 V, 50 Hz,
ohišje s polžnim transporterjem v bobnasti izvedbi, z
dušilci vibracij in kompenzatorji, vklju no z vgrajeno elektro
omarico in specialnim orodjem.

3.6.1.6 Odvod blata

- 1 kos Transportni polž 300 kg/h
s pogonom 400 V, 50 Hz,
ohišje s polžnim transporterjem v bobnasti izvedbi, vklju no z obešali in
podporami.
- 1 kos vozi ek za kontejner, vklju no z montažnima tirnicama.

3.6.1.7 Odvod iš ene vode

1 kos Tehnološka oprema bazena za iš eno vodo:

- pokazatelj nivoja teko ine
- nivojsko stikalo

2 kos rpalka za iš eno vodo (potopne s pogonom zunaj)

Zmogljivost: $Q = 50 \text{ m}^3 / \text{h}$

S pogonskim motorjem 400 V, 50 Hz

- Ro ne armature
- Povratno zaporne armature
- Garnitura manometrov
- Povezava rpalk s cevmi in nosilci
-

3.6.1.8 Naprava za doziranje polielektrolitov

- Triprekadni rezervoar 1000 litrov
- 2 kos rpalka za dovod polielektrolitov do centrifuge
- Elektro in strojne inštalacije
- Dovod vode do naprave

3.6.1.9 Stikalno/krmilna naprava, kalibriranje, merilni instrumenti in aparatura za registracijo

1 kos stikalno / krmilna naprava

Omara iz jeklene plo evine, zaš itena s plastiko z vgrajenimi aparaturami in testirano. Vgrajeni priklopi na elektri no energijo.

1 kos programirno krmilje (SPS), z vgrajenimi kontrolami za avtomatsko krmiljenje.

1 kos posluževalno - kontrolni grafi ni monitor (Touch Panel), ki prikazuje stanje postrojenja in javlja analogne signale in opozorila, vgrajeno v vrata omare

- 1 kos kabelska povezava med stikalno / krmilno napravo in ostalimi elektri nimi napravami, z zaš itnimi cevmi in nosilci

- 1 kos naprava za regulacijo pretoka za dekanter, ki sestoji iz:
 - 1 kos merilnik pretoka v kompaktni izvedbi z analognim signalom
 - 2 kos frekven ni regulator za dovodne rpalke
 - 1 kos frekven ni regulator za mešalo usedalnika

- 1 kos merilec nivoja vode v rezervoarju odpadne vode, izveden kot merilec pritiska, v kompaktni izvedbi z analognim izhodom

- 1 kos oznake za vse ponujene naprave po sistemu KKS in z nazivom dela opreme, z napisnimi tablicami iz umetne mase in z vgraviranimi oznakami. Tablice so na naprave pritrjene z objemkami iz nerjave ega materiala.

- 1 kos dograditev dodatnih odceпов napajanja z elektriko v DEKA 1 in DEKA 2, kabliranje znotraj DEKA 1 in 2, kabliranje do objekta s tehnološko opremo za obdelavo blatnih voda, komunikacija med PCS 7 in PLC blatnih voda, izdelava procesnih slik za upravljanje in nadzor.

3.6.1.10 Gradbena in obrtniška dela

- Temelji
- Konstrukcija
- Streha/fasada
- Izkop jarkov in polaganje cevi ca. 220 m
- Strojne in elektro inštalacije

3.7 Storitve dobavitelja

- Nalaganje na transportno vozilo in transport vseh ponujenih delov v TEŠ, vklju no s zavarovanjem prevoza
- Raztovarjanje vseh pripeljanih delov in njihova postavitvev
- Izvedba celotne montaže postrojenja
- Kabliranje
- Dobava rezervnih delov in specialnih orodij za vzdrževanje
- Izdelava dokumentacije za celotno postrojenje na podatkovnem nosilcu (CD-ROM), kot PDF datoteke
- Izdelava gradbene dokumentacije za stavbo, ki bo služila tudi kot osnova za naro anje izdelave temeljev, betonskih bazenov, kinet ipd,
- Zagon naprav s pomo jo zagonskega tehnika, s preskusnim obratovanjem in nastavitvev naprave in inštrumentov
- Izdelava As-build dokumentacije za celotno postrojenje v tiskani obliki v 3 izvodih in v 1 izvodu na podatkovnem nosilcu (CD-ROM), kot PDF datoteke
- Navodila za obratovanje v slovenskem jeziku
- Navodila za vzdrževanje
- Šolanje pogonskega osebja v asu zagona z uporabo tehni ne dokumentacije
- Izvedba preskusnega obratovanja
- Dokazilo o zanesljivosti objekta
- Primopredaja naprave

3.8 Predra unska vrednost investicije

- Ocena stroškov gradbeni del	44.080,00 €
- Ocena stroškov opreme in storitev	754.600,00 €
SKUPAJ	798.680,00 €

3.9 Obratovalni stroški

3.9.1 Vhodni podatki

1. Življenjska doba

➤ tehnološka oprema	20 let
➤ druga strojna oprema	20 let
➤ Elektro oprema	15 let
➤ gradbena dela	25 let
➤ ostalo	25 let

2. Poraba elektri ne energije 212 MWh/leto

3. Cena elektri ne energije 57,58 EUR/MWh

4. Poraba surovin (polimer) 14.600 kg/leto

5. Cena polimera 2,0 EUR/kg

6. Strošek vzdrževanja 1,0% vrednosti investicije/leto

7. Potrebno število zaposlenih 1

8. Strošek dela 23.000,0 EUR/leto

9. Zavarovalne premije 0,2% vrednosti investicije/leto

3.9.2 Izra un obratovalnih stroškov

	EUR/leto
1. Elektri na energija	12.207,00 €
2. Surovine	29.200,00 €
3. Vzdrževanje	7.986,80 €
4. Stroški dela	11.500,00 €
5. Amortizacija	39.934,00 €
6. Zavarovalne premije	1.597,40 €
Skupaj	102.425,20 €

4 SKLEPI

Predpisi in standardi skupine SIST ISO 14000 določajo možnosti ekološkega ravnanja z odpadnimi snovmi in njihovo obvladovanje v proizvodnih procesih.

V ta namen, smo s podjetjem Andritz izvedli pilotni projekt iš enja odpadnih voda v Termoelektrarni Šoštanj, kjer smo določili vsebnosti trdnih snovi v vodi, količine dodanih polielektrolitov in zasledovali rezultate pri dodajanju različnih polielektrolitov. Kot izhodišče je bila vzeta analiza obstoječega stanja tehnoloških voda v TEŠ, ki zajema večletne bilance tehnoloških voda, meritve izpustov voda v okolje in kemijske analize voda v tehnološkem procesu TEŠ. Glede na ugotovitve, da se v okolje izpušča od 500 do 700 m³ blatne vode na dan, obstaja rešitev, da te odpadne vode obdelamo z ustrežno tehnologijo in vramo vodo nazaj v tehnološki proces. Analizirali smo izločene trdne snovi, njihovo vsebnost vlage in kemijsko strukturo. Na osnovi pridobljenih podatkov sem se lažje odločil za pravo tehnologijo izločanja trdne snovi iz odpadnih voda TEŠ.

V diplomski nalogi sem predstavil dve možnosti iš enja odpadnih voda, to sta tehnologija s stiskalnicami in dekanter centrifugami, vendar je bila na zbrane podatke in možnost postavitve objekta najbolj primerna dekanter centrifuga. Ta tehnologija je prevladala predvsem zaradi velikosti objektov (majhen objekt proti objektu tehnologije s stiskalnicami) in zaradi operativnega dela z napravo, ki je pri dekanter centrifugah skoraj vse avtomatizirano in ne potrebujemo toliko posluževanja, kar pomeni velik prihranek.

Predstavljene so tudi tri možnosti postavitve tehnološke opreme. Najbolj smiselna je lokacija za reaktorjem DEKA 2. Ta lokacija najbolj ustreza zaradi neposredne bližine DEKA 2 kjer lahko zagotovimo procesno vodo ter ogrevanje in tudi prostorsko bi bila najbolj smotrna, saj bi objekt stal pod transportnim mostom premoga, kjer dovolj prostora, katerega bi za kakšen drugi objekt težko uporabili. Zraven objekta bi bila tudi že obstoječa transportna pot, ki bi omogočala odvoz suhe substance.

V ekonomskem delu diplomske naloge je zajeta predračunska vrednost investicije s podrobnim opisom strojnega, elektro- in gradbenega dela ter predvidenimi obratovalnimi stroški.

5 LITERATURA

- [1] Andritz (2010) *Andritz Bird Decanter Centrifuges*, dosegljivo na:
<http://www.andritz.com/ANONID34BE30E6584AAF65/ep-bird> [Pristop: 17.12.2010].
- [2] Andritz (2010) *Filter press types*, dosegljivo na:
<http://www.andritz.com/ANONID53C9B0AE336E55CF/ep-filter-press-types>
[Pristop: 17.12.2010].
- [3] Andritz (2011) *Home Page*, dosegljivo na: <http://www.andritz.com/> [Pristop: 08.08.2011].
- [4] Roš, M., Zupan i , G.D.: iš enjen odpadnih voda, Visoka šola za varstvo okolja, Velenje, 2010.
- [5] Slovar slovenskega knjižnega jezika, 2000: Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- [6] Slovenski pravopis, 2003: Delo in založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana.
- [7] Termoelektrarna Šoštanj (2010) *Interno gradivo*, Šoštanj, 2010.

ZAHVALE

Zahvaljujem se mentorju na Visoki šoli za varstvo okolja v Velenju, gospodu prof. dr. Milenko ROŠ, ki me je s koristnimi napotki usmerjal skozi celotno šolanje in pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se mentorici v podjetju TERMOELEKTRARNE ŠOŠTANJ, d.o.o., gospe Greti SRNOVRŠNIK, dipl.inž. kemije, ki mi je s strokovnimi nasveti svetovala in pomagala pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se najožjim sodelavcem in celotnemu vodstvu podjetja TERMOELEKTRARNE ŠOŠTANJ, d.o.o., da so mi omogo ili šolanje in izdelavo diplomskega dela.

Hvala Vam!

Bojan PENŠEK