

# CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA SEŽANA



Ljubljana, junij 2009

## Podatki o izvoru odpadnih vod, ki se na napravi čistijo

Na Centralni čistilni napravi Sežana (v nadaljevanju: CČN Sežana) se čistijo komunalne, padavinske in industrijske odpadne vode, ki pritekajo po obstoječem kanalizacijskem omrežju. Projektirana zmogljivost čiščenja CČN Sežana je 6.000 populacijskih ekvivalentov (v nadaljevanju: PE).

Obstoječe kanalizacijsko omrežje še ne pokriva območja celega mesta Sežana. Upravlja in vzdržuje ga Javno podjetje Kraški vodovod sežana d.o.o. (Bazoviška cesta 6, 6210 Sežana). V letu 2009 je bilo na javno kanalizacijsko omrežje priključenih ca 75 % vseh prebivalcev mesta Sežana.

Število prebivalcev, priključenih na javno kanalizacijo: **4.517 oseb**  
(vir.: Javno podjetje Kraški vodovod sežana d.o.o.)

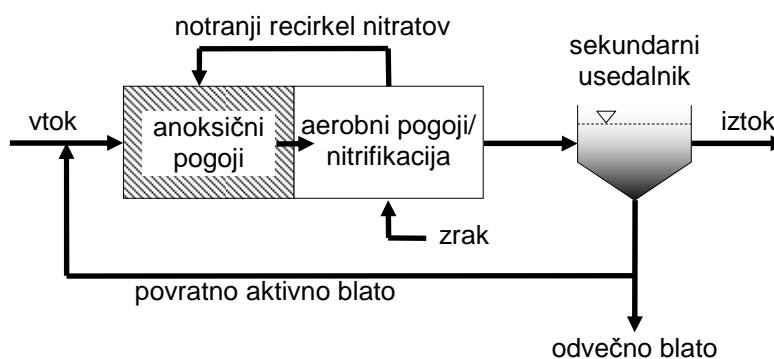
Na kanalizacijsko omrežje so priključeni naslednji večji industrijski onesnaževalci:

- VINAKRAS z.o.o. SEŽANA (proizvodnja vin), e-pošta: [vinakras@siol.net](mailto:vinakras@siol.net)
- MITOL d.d., Sežana (tovarna lepil), e-pošta: [mitol@mitol.si](mailto:mitol@mitol.si)
- BOLNIŠNICA SEŽANA, e-pošta: [bolnica.sezana@siol.net](mailto:bolnica.sezana@siol.net)

## Podatki o delovanju naprave

### OPIS TEHNOLOGIJE ČIŠČENJA

CČN Sežana je pretočna biološka čistilna naprava z aktivnim blatom, zasnovana na tehnologiji predhodne denitrifikacije (glej sliko 1) z aerobno stabilizacijo blata (podaljšano prezračevanje) ter biološkim čiščenjem fosforjevih spojin. CČN Sežana omogoča tudi kemijsko obarjanje, s katerim je možno povečati učinek odstranjevanja fosforjevih spojin.



Slika 1: Shematski prikaz predhodne denitrifikacije, kjer anoksičnemu reaktorju sledi aerobni reaktor.

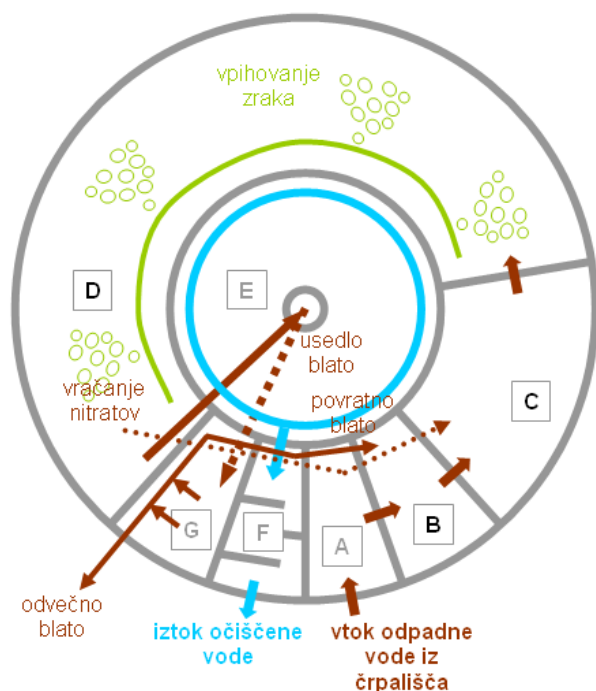
CČN Sežana obsega štiri glavne tehnološke sklope:

- mehansko predčiščenje,
- biološko čiščenje z opcijo kemijskega obarjanja,
- obdelavo blata.

**Mehansko predčiščenje** obsega čiščenje odpadne vode na finem situ, ki ji sledi čiščenje v ozračnem peskolovu in lovilniku maščob, kjer se na dnu peskolova izloča pesek, v maščobniku pa plavajoče snovi.

Zgrajen je tudi zbirni bazen za fekalije iz greznic in malih čistilnih naprav (v nadaljevanju: MČN), nad njim pa je nameščena naprava za sprejem fekalij. Fekalije se iz zbirnega bazena prečrpa v vhodno črpališče, dovaža pa se jih z ustrezno opremljeno cisterno.

**Biološko čiščenje** vključuje odstranjevanje oz. razgradnjo organskih ogljikovih spojin (znižanje  $BPK_5$ ), razgradnjo dušikovih spojin (znižanje  $NH_4^+$  in N-skupni) ter razgradnjo fosforjevih spojin (znižanje P-skupni). Razgradnjo teh snovi (ogljik – C, dušik – N in fosfor – P), prisotnih v odpadni vodi, vršijo mikroorganizmov, ki so združeni v kosmih aktivnega blata.



LEGENDA:

- A – ozračeni peskolov in maščobolovnik
- B – defosfatizacija (anaerobni reaktor)
- C – denitrifikacija (anoksični reaktor)
- D – oksidacija in nitrifikacija (aerobni reaktor)
- E – sekundarni usedalnik
- F – iztok očiščene vode
- G – črpališče povratnega in odvečnega blata

Slika 2: Shematski prikaz delovanja CČN Sežana.

Biološki proces na CČN Sežana je zasnovan kot predhodna denitrifikacija, kar pomeni, da anoksičnemu reaktorju (C) sledi aerobni reaktor (D), torej najprej poteka denitrifikacija ter nato oksidacija in nitrifikacija:

- Denitrifikacija poteka v anoksičnem reaktorju (C) in pomeni biološko redukcija nitratov ( $NO_3^-$ ) do plinske oblike dušika ( $N_2$ ,  $N_2O$ ), ki se sprosti v ozračje. Na ta način poteka odstranjevanje dušikovih komponent iz odpadne vode. Za potek denitrifikacije so v reaktorju potrebni anoksični pogoji, tj. ne sme biti prisoten raztopljeni kisik, prisotni pa morajo biti nitriti. Slednje se dovaja iz aerobnega reaktorja (D) s suspenzijo aktivnega blata, ki je bogata z nitriti (vračanje nitratov), saj nitriti nastajajo pri procesu nitrifikacije. Poleg tega pa mora biti na razpolago tudi organski ogljik, ki priteka v reaktor z odpadno vodo.
- Biološka oksidacija oz. razgradnja organskih ogljikovih spojin in biološka nitrifikacija potekata istočasno v aerobnem reaktorju (D). Biološka nitrifikacija pomeni oksidacijo amonija ( $NH_4^+$ ) najprej v nitrit ( $NO_2^-$ ) in nato v nitrat ( $NO_3^-$ ). Za potek obeh procesov so potrebni aerobni pogoji, tj. prisotnost raztopljenega kisika, ki se ga vpihuje v reaktor preko prezračevalnih segmentov, vgrajenih na dnu reaktorja.

Znižanje fosforjevih spojin iz odpadne vode poteka v anaerobnem reaktorju (B), kjer ne smejo biti prisotni niti raztopljeni kisik niti nitriti. V tem reaktorju mikroorganizmi izpušajo fosfor, ki ga ponovno vpijejo v naslednji aerobni fazi ("Luxury Uptake" tehnologija) – v aerobni fazi mikroorganizmi vpijejo več fosforja, kot pa ga potem izpušajo, zato pride do neto eliminacije fosforjevih spojin, saj se fosfor, ki je vgrajen v mikroorganizmih, odstrani z odvečnim blatom.

Po biološkem čiščenju odteče suspenzija aktivnega blata iz aerobnega reaktorja (D) v sekundarni usedalnik (E), kjer se aktivno blato zaradi svoje nekoliko večje gostote useda in zgošča na dnu, preostala očiščena voda pa odteka naprej v recipient. Usedlo aktivno blato se odvaja v črpališče povratnega in odvečnega blata (G). Pretežni del se ga prečrpa nazaj (povratno aktivno blato) na začetek biološkega procesa, torej v anaerobni reaktor (B) zato, da je koncentracija aktivnega blata v biološkem procesu zadostna. Preostanek blata pa se dnevno ali periodično odstranjuje iz sistema (odvečno blato), saj mikroorganizmi v biološkem procesu stalno nastaja (mikroorganizmi namreč del organskih snovi pretvorijo v novo celično maso). Odvečno blato se iz sistema odvaja v zgoščevalnik blata.

Dodatno odstranjevanje fosforjevih spojin je omogočeno s **kemijskim obarjanjem**. V ta namen se na iztoku iz mehanskega predčiščenja (pred biološkim čiščenjem) dozira sredstvo za kemijsko obarjanje, ki pospeši pretvorbo raztopljenih fosforjevih spojin v suspendirano (neraztopljeno) obliko. Le-te se potem omrežijo (ujamejo) v kosme aktivnega blata – z odstranjevanjem odvečnega aktivnega blata se torej odstranijo tudi neraztopljene fosforjeve spojine.

**Obdelava blata** obsega gravitacijsko zgoščanje odvečnega blata v zgoščevalniku in zalogovnik blata in strojno zgoščanje blata. Za boljše izločanje vode blatu doziramo flokulant. Flokulant pospeši tvorbo kosmov z združevanjem manjših delcev, kar povzroči, da lahko naprava za strojno zgoščanje blata izloči več vode. Strojno zgoščeno blato se preko transportnega traku zbira v za to primernem zaboju.

## OSNOVNI PODATKI O NAPRAVI

Pregledna tabela projektirane hidravlične obremenitve na CČN Sežana, za projektirano velikost 6.000 PE.

dnevni dotok vode v sušnem vremenu	960 m <sup>3</sup> /d
povprečni urni dotok v sušnem vremenu	40 m <sup>3</sup> /h
največji urni dotok v sušnem vremenu	65 m <sup>3</sup> /h
največji urni dotok ob deževju	120 m <sup>3</sup> /h

Vir.: Čistilna naprava Sežana, strojno tehnološki načrt, št. 10/00, PID, oktober 2000, Haslauer d.o.o.

Pregledna tabela projektiranih dnevnih obremenitev na CČN Sežana, za projektirano velikost 6.000 PE.

biokemijska obremenitev, BPK <sub>5</sub>	528 kg BPK <sub>5</sub> /d
kemijska obremenitev, KPK	960 kg KPK/d
suspendirane snovi	576 kg SS/d
skupni Kjeldahlov dušik	72 kg N/d
skupni fosfor	15 kg P/d

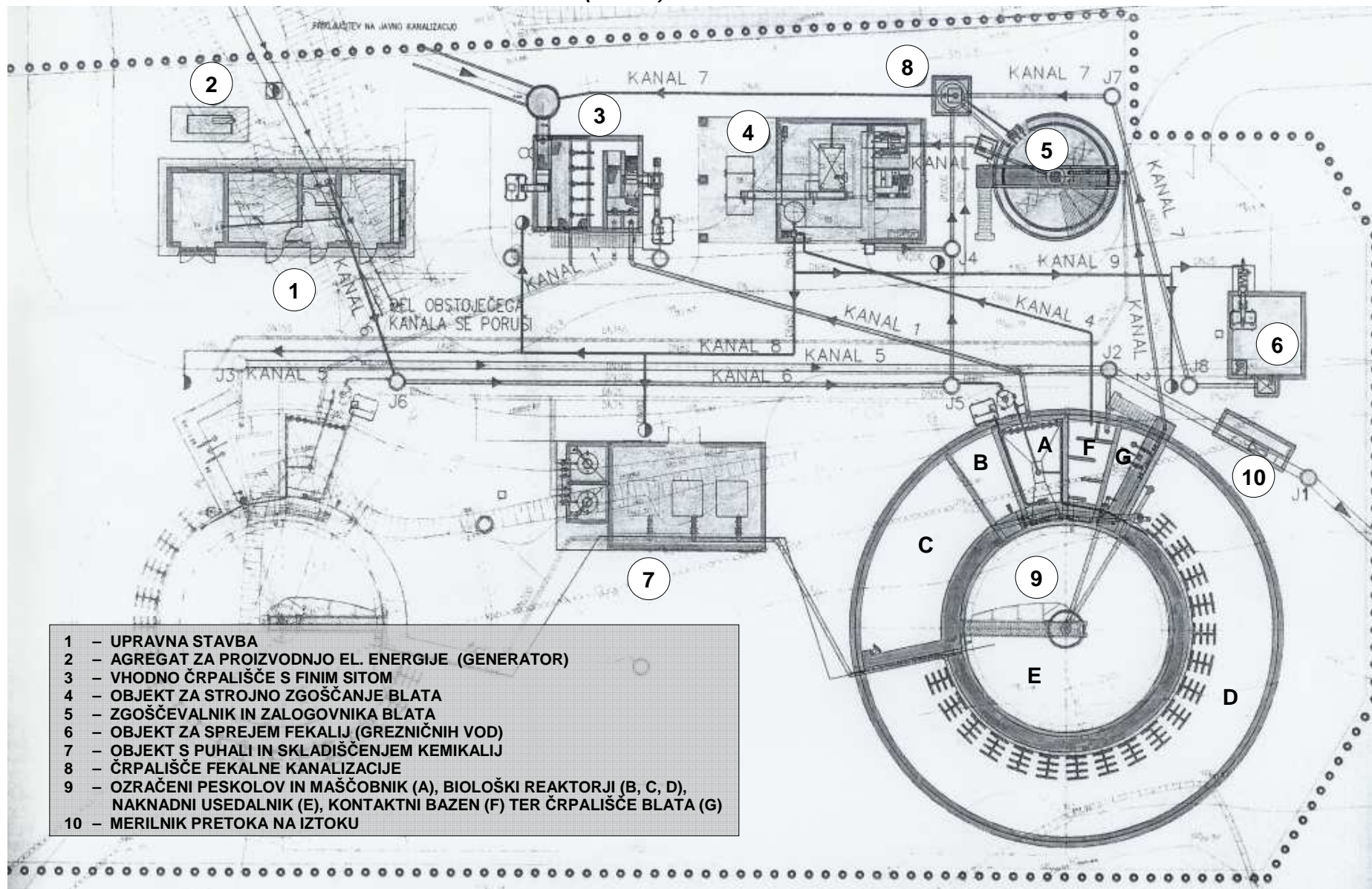
Vir.: Čistilna naprava Sežana, strojno tehnološki načrt, št. 10/00, PID, oktober 2000, Haslauer d.o.o.

Delovni volumni naprave in zadrževalni časi

ime objekta/prekata	delovni volumen	zadrževalni čas*
ozračeni peskolov in lovilnik maščob (A)	65 m <sup>3</sup>	1,6 h
anaerobni reaktor (B)	65 m <sup>3</sup>	1,6 h
anoksični reaktor za denitrifikacijo (C)	290 m <sup>3</sup>	7,3 h
aerobni reaktor za oksidacijo in nitrifikacijo (D)	1.000 m <sup>3</sup>	25,0 h
naknadni usedalnik (E)	283 m <sup>3</sup>	7,1 h
SKUPAJ:	1.703 m <sup>3</sup>	(1,77 dni) 42,6 h

\* hidravlični zadrževalni čas (HRT): izračunan je pri največjem projektiranem dnevnem dotoku odpadne vode pri sušnem vremenu, tj. za 960 m<sup>3</sup>/d; HRT = volumen / pretok

**PREGLEDNA SITUACIJA OBJEKTOV NA CČN SEŽANA (slika 3)**



## **LINIJA ODPADNE VODE**

### **Vhodno črpališče**

Odpadna voda iz zadrževalnega kanalizacijskega kolektorja doteka v vhodno črpališče, kjer so montirane tri potopne črpalke. Za dotok je potrebno odpreti zaporno loputo na dotoku na črpališče. Te delujejo po določenem razporedu zaradi usklajevanja obremenitve napajanja. Potopne črpalke se krmilijo na osnovi višine nivoja v samem črpališču. Končne vrednosti nivojev se prosto nastavljajo preko nadzornega sistema (SCADA). Vrednosti se v fazi avtomatskega delovanja naprave praviloma ne nastavljajo in spreminjajo.

### **Mehansko predčiščenje – fino sito**

Trde in plavajoče snovi, ki s črpanjem pridejo v del za mehansko predčiščenje, se odstranijo na avtomatskem finem situ. Odstranjeni delci se preko tračnega transporterja odvedejo in deponirajo v za to določenem zabojniku. Režim delovanja finega sita je avtomatski in se v fazi avtomatskega delovanja naprave ne spreminja. Za nastavljanje višine pretoka je uporabljena nastavljiva pregrada.

### **Ozračeni peskolov in lovilnik maščob**

Odpadna voda nato gravitacijsko odteka v ozračeni peskolov in lovilnik maščob (A). Zrak je doveden preko krožnih prezračevalnih segmentov, montiranih na dnu prekata. Prekat peskolova je oblikovan tako, da je možno zbiranje peska na dnu in posnemanje plavajočih snovi na gladini. Pesek se odstrani s pomočjo mamut črpalke v zbiralnik peska, iz katerega se ga potem odstrani skoraj v suhem stanju. Za vklop mamut črpalke se uporabi preklopnik elektromagnetnega ventila. V primeru ročnega obratovanja se mamut črpalka lahko vklaplja preko stikala na komandnem pultu, v avtomatskem režimu delovanja pa ventil deluje avtomatsko. Plavajoče snovi so odvedene preko ročnega sistema s spuščanjem oziroma dvigovanjem v predel za obdelavo blata.

### **Biološko čiščenje**

Mehansko očiščena odpadna voda je nato odvedena naprej v biološko čiščenje, ki ga sestavljajo naslednji reaktorji (glej sliko 2):

- defosfatizacija (anaerobni reaktor, B),
- denitrifikacija (anoksični reaktor, C),
- oksidacija in nitrifikacija (aerobni reaktor, D).

Tako v anaerobnem (B) kot v anoksičnem reaktorju (C) je nameščeno potopno mešalo, ki zagotavlja, da je aktivno blato stalno v suspenziji (blato se ne sme usedati na dnu reaktorja). V aerobnem reaktorju (D) je potrebno zagotavljati določeno koncentracijo raztopljenega kisika, ki jo dosežemo z vpihovanjem zraka preko prezračevalnih segmentov, vgrajenih na dnu reaktorju. Vpihovanje zraka omogočata dve puhali z nastavljivo hitrostjo motorja, katerih regulacija poteka preko sonde za merjenje raztopljenega kisika. Taka regulacija zagotavlja vzpostavitev približno konstantne koncentracije raztopljenega kisika v aerobnem reaktorju (ca. 2 mg O<sub>2</sub>/l) in s tem prilagajanje dejanskim potrebam kisika, ki ga potrebujejo mikroorganizmi v bioloških procesih. Del ozračene suspenzije aktivnega blata, ki je bogata z nitrati, se vrača na začetek anoksičnega reaktorja (predhodna denitrifikacija) zato, da dosežemo znižanje nitratov v odpadni vodi. Biološko čiščenje poteka popolnoma avtomatsko in ročni posegi med obratovanjem praviloma niso potrebni.

### **Naknadni usedalnik**

Po biološkem čiščenju odteče suspenzija aktivnega blata iz aerobnega reaktorja v sekundarni usedalnik (E), kjer se aktivno blato zaradi svoje nekoliko večje gostote useda in zgošča na dnu, preostala očiščena voda pa odteka preko zbirnega žleba najprej v kontaktni bazen (F), nato pa preko merilnika pretoka v iztočno kanalizacijo. Usedlo aktivno blato se odvaja v črpališče povratnega in odvečnega blata (G), kjer sta nameščeni dve potopni črpalki. Pretežni del se ga prečrpa nazaj (povratno aktivno blato) na začetek biološkega procesa, torej v anaerobni reaktor zato, da je koncentracija aktivnega blata v biološkem procesu zadostna. Preostanek blata pa se dnevno ali periodično odstranjuje iz sistema (odvečno blato), saj mikroorganizmi v biološkem procesu stalno nastaja (mikroorganizmi namreč del organskih snovi pretvorijo v novo celično maso). Odvečno blato se iz sistema odvaja v zgoščevalnik blata. Pravilni trenutek za izčrpavanje odvečnega blata se izbere na osnovi volumna blata (Imhoff-ov lij) in/ali koncentracije aktivnega blata v aerobnem reaktorju (merjeno kot koncentracija suspendiranih snovi v nefiltriranem vzorcu). Pretok oziroma dotok se nastavlja ročno preko zasunov.

### **Merilnik pretoka na iztoku**

V kineti na iztoku je nameščen ultrazvočni merilnik pretoka, ki omogoča konstantno merjenje pretoka odpadne vode.

### **Kemijsko obarjanje**

Dodatno odstranjevanje fosforjevih spojin je omogočeno s kemijskim obarjanjem. V ta namen se na iztoku iz mehanskega predčiščenja dozira sredstvo za kemijsko obarjanje, ki pospeši pretvorbo raztopljenih fosforjevih spojin v suspendirano (neraztopljeno) obliko. Le-te se potem omrežijo (ujamejo) v kosme aktivnega blata – z odstranjanjem odvečnega aktivnega blata se torej odstranijo tudi neraztopljene fosforjeve spojine.

## **LINIJA BLATA**

### **Zgoščevalnik in zalogovnik blata**

Zgoščevalnik blata služi za gravitacijsko zgoščevanje odvečnega blata. Ko se v zgoščevalniku doseže približno 4–5 % suhe snovi v blatu, se odpre ventil za dovod blata na napravo za strojno zgoščanje blata (dehidracijo), ki deluje popolnoma avtomatsko. Ventil za dotok se nahaja v jašku ob zgoščevalniku blata in se upravlja ročno. Ventil se po končani dehidraciji zopet zapre. Supernatant, ki ostane nad zgoščenim blatom, se odvede v črpališče fekalne kanalizacije, od tam pa se ponovno prečrpa v vhodno črpališče, na začetek procesa

### **Strojno zgoščanje blata (dehidracija)**

Naprava za strojno zgoščanje blata (dehidracijo) in pripravo flokulanta deluje popolnoma avtomatsko in se upravlja iz ločenega prostora (kabineta) v objektu strojnega zgoščanja blata. Naprava za strojno zgoščanje blata omogoča doseganje sušine (strojno zgoščenega) blata preko 20 %. Za boljše izločanje vode blatu doziramo flokulant. Flokulant pospeši tvorbo kosmov z združevanjem manjših delcev, kar povzroči, da lahko naprava za strojno zgoščanje blata izloči več vode. Strojno zgoščeno blato se preko transportnega traku zbira v za to določenem zabojniku.

Izcedne vode iz naprave in prostora za strojno zgoščanje blata se odvajajo v črpališče fekalne kanalizacije, od tam pa se ponovno prečrpajo v vhodno črpališče, na začetek procesa.

## **Sprejem grezničnih odpadnih vod**

Odpadna voda iz greznic, ki je s cisternami pripeljana na čistilno napravo v čiščenje, je najprej predobdelana v posebni napravi, ki je sestavljena iz sita in kompaktorja grobih frakcij. Stisnjen material se zbere v za to določenem zabojniku ob napravi. Naprava deluje avtomatsko in jo upravlja oziroma vklaplja voznik cisterne. Tekoča frakcija je odvedena v zbirni bazen pod napravo, kjer se jo z vgrajenim potopnim mešalom homogenizira. Nato se jo odvede v črpališče fekalne kanalizacije, od koder se jo skupaj z vsemi drugimi povratnimi odpadnimi vodami (supernatant iz zgoščevalnika blata, izcedne vode iz naprave za strojno zgoščanje blata, ipd.) prečrpa na začetek procesa v vhodno črpališče.

Vsa odpadna voda, ki nastaja na CČN Sežana (supernatant iz zgoščevalnika blata, izcedne vode iz naprave za strojno zgoščanje blata, odvodnavanje vode iz tal prostora za strojno zgoščanje blata (pri čiščenju), komunalne odpadne vode iz upravne stavbe) se odvaja po fekalni kanalizaciji v fekalno črpališče, od tam pa se ponovno prečrpa v vhodno črpališče, na začetek procesa.

## **LINIJA SEKUNDARNIH OBJEKTOV**

### **Upravna stavba**

Upravna stavba je izvedena kot integralni objekt, ki obsega naslednje podsklope oziroma prostore:

- kontrolni prostor z elektrooomarami
- pisarna z nadzornim sistemom (SCADA) in laboratorij
- sanitarije
- delavnica in skladišče rezervnih delov

V laboratoriju je nameščena laboratorijska oprema za najbolj enostavno kontrolo delovanja biološkega procesa. V delavnici in skladišču rezervnih delov lahko vzdrževalec opravlja enostavna vzdrževalna dela in manjša popravila opreme.

### **Generator**

Ob upravni stavbi je nameščen agregat za proizvodnjo električne energije (generator), ki omogoča napajanje najnujnejše opreme v primeru izpada električne energije, tako da je zagotovljeno nemoteno delovanje čistilne naprave.

### **Objekt s puhali in skladiščenjem kemikalij**

V objektu sta nameščeni dve puhali s frekvenčno regulacijo za dovajanje zraka v aerobni reaktor biološkega procesa. Ob objektu sta nameščena dva plastična rezervoarja (3000 l) za primer kemijskega obarjanja, črpalke za doziranje kemikalije pa so nameščene v samem objektu.



## Učinek čiščenja naprave in njenih delov, predviden po projektu

Pri pogojih normalnega obratovanja, tj. s projektom kalkuliran dotok in obremenitve ter upoštevanjem veljavne zakonodaje o dovoljenih izpustih v javno kanalizacijo, lahko CČN Sežana dosega učinke čiščenja in mejne vrednosti parametrov na iztoku v skladu z veljavno zakonodajo (za čistilne naprave, velikosti 2.000–10.000 PE), kot prikazuje spodnja preglednica, in veljajo za povprečni 24-urni vzorec.

*Preglednica povprečnih obratovalnih vrednosti na iztoku iz CČN Sežana, predvidene s projektom in v skladu z Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (UL RS, št. 45/2007).*

parameter	izražen kot	enota	mejna vrednost po projektu
neraztopljene snovi	-	mg/l	60
amonijev dušik	N	mg/l	10**
celotni dušik	N	mg/l	25**
KPK	O <sub>2</sub>	mg/l	125
BPK <sub>5</sub>	O <sub>2</sub>	mg/l	25

\*\* mejna vrednost se uporablja pri temp. odpadne vode 12 °C in več na iztoku aeracijskega bazena