

ОБЕКТ : „Регионална система за управление на отпадъците в регион Велико Търново”

ПОДОБЕКТ : Пречиствателната Станция за Отпадъчни Води (ПСОВ)

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ: землището на с. Шереметя, общ. Велико Търново, м-ст "Остра могила" - имот №026001, м-ст "Стублица" - ПИ №000317 и 000318, и в м-ст "Припора" - ПИ № 014036, 014001, 014002, 014003, 014004, 014005, 014006, 014007 и 014008

ФАЗА : ИДЕЕН ПРОЕКТ

ВЪЗЛОЖИТЕЛ: ОБЩИНА ВЕЛИКО ТЪРНОВО

ПРОЕКТАНТ: БЛУАРХ ООД

ЧАСТ: ВиК

ОБЯСНИТЕЛНА ЗАПИСКА

1. Описание на пречиствателната станция за отпадъчни води (ПСОВ)

1.1.Източници-Устройване-Профил

Изчисляването на количествата инфилтрат е базирано на официални метеорологични данни от регион Велико Търново. Данните, получени от Националният институт по Метеорология и Хидрология покриват средните месечни стойности, периодът 1989–2008 за температура и 1999-2008 за утаяване. Хидроложкият баланс е базиран на активността на площта, на която са разположени клетките, месечните стойности на утаяване и месечната средна температура.

Разгледани са три фази: Фаза А - Експлоатация на Клетка 1, Фаза Б - експлоатация на Клетка 2 и Фаза В - експлоатация на Клетка 3.

Във Фаза А (експлоатация на Клетка 1) площта на активната клетка се равнява на 21 708 m² и цялото количество дъждовна вода, попадаща в клетката, се превръща в инфилтрат. Допълнително количество дъждовна вода от 5%, което попада в старото сметище на Шереметя с площ от 56 000 m², прониква в горния изолиращ екран и за това се добавя към количеството генериран инфилтрат за обработване. Като цяло производството на инфилтрат е изчислено на 9,3 – 44,1 m³/денонощие за първата фаза.

Във Фаза Б (експлоатация на Клетка 2) въз основа начина на попълване на Клетка 2 е разгледан най-тежкия вариант:

о Клетка 1 (с площ 21 708 m²) - запълнена и временно покрита (т.е.не напълно запечатана), е с дренажен коефициент от 50% (50% от дъждовната вода се оттича извън депото и останалите 50% влизат в клетката и се превръщат в инфилтрат).

- о Активната Клетка 2 с площ 28 897 m² е с коефициент за дренаж от 0%.
- о Към количеството генериран инфилтрат за обработване се добавят допълнително 5% от рехабилитираното старо сметище.

Производството на инфилтрат варира от 16,1 до 83,4 m³/денонощие.

Във Фаза В (експлоатация на Клетка 3) въз основа начина на попълване на Клетка 3 е разгледан най-тежкия вариант:

- о Клетка 1 (с площ 21 708 m²) е запечатана. 5% от дъждовната вода прониква през нения горен изолиращ екран и се превръща в инфилтрат.
- о Клетка 2 (с площ 28 897 m²) - запълнена и временно покрита (т.е.не напълно запечатана), е с дренажен коефициент от 50% (50% от дъждовната вода се оттича извън депото и останалите 50% влизат в клетката и се превръщат в инфилтрат).
- о Активната Клетка 3 с площ 22 073 m² е с коефициент за дренаж от 0%.
- о Към количеството генериран инфилтрат за обработване се добавят допълнително 5% от рехабилитираното старо сметище.

Производството на инфилтрат варира от 15,3 до 79,2 m³/денонощие.

Производството на инфилтрат в най-лошия сценарий варира от 16,1 до 83,4 m³/денонощие. Очакваното количество инфилтрат е прието 85 m³/денонощие.

Част от биоразградимите органични материали, постъпващи на площадката на депото ще се отклоняват за компостиране. Отпадъчните води от процеса на компостиране (инфилтрат) се очаква да възлизат на 2 m³/денонощие.

Освен инфилтрата от технологичния процес на площадката на регионалното депо се очаква да бъде генерирано и допълнително количество индустриална отпадъчна вода, а именно:

Отпадъчни води от измиване на подовете на помещенията, на гумите на превозните средства, на машинното оборудване. Отпадъчните води от измиване се очаква да бъдат 10 m³/ден.

Отпадъчни води от обезмирисителните системи не са постоянно количество през цялата година. Максималното очаквано количество възлиза на 10 m³/денонощие.

Други отпадъчни води, например от кондензат и пр. се очакват в количество 0,5 m³/денонощие.

Битово-фекалните отпадъчни води ще се формират от обслужващия персонал и точно от санитарните възли и пунктовете за измиване. Депото ще се обслужва от 39 души персонал. Водите от автомивката са също свързани с канализацията за битово-фекални води. Преди заустването им в канализацията, същите ще преминават през каломаслоуловител. Битово-фекални отпадъчни води се очаква да бъдат 2,5 м³/ден.

Пречиствателната станция ще бъде проектирана за повишеното натоварване през Фаза Б, за да се покрият бъдещите нужди на съоръжението. В същото време има приспособимост да намалее сезонното натоварване, което се дължи на непостоянното ниво на водата и SS концентрацията в SBR реактора. Параметрите на входящия и изходящия поток на пречиствателната станция са както следва:

ПАРАМЕТЪР	Входящ инфилтрат	Входящи отпадъчни води	Общо	Пределно допустими концентрации, изходящ поток
дебит, м ³ /d	85	25	110	–
pH	7,5	6-9	6 - 9	6 - 9
BOD ₅ (mg/l)	200	700	350	25
COD (mg/l)	2.000	1.800	2.000	125
Суспендирани твърди вещества (mg/l)	500	1.000	600	35
NH ₄ (mg N/l)	250	60	210	10
Общ N (mg/l)	250	70	220	15
Общ P (mg N/l)	0,5	12	2	2
Фекални колиформи (ml ⁻¹)	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁶	50

Пречиствателната станция за отпадъчни води се състои от следните елементи:

- Изравнителен резервоар/басейн - хомогенизиране/пресяване

- Непроточен реактор с циклично действие /SBR* реактор/
- SBR изходящ резервоар
- Инсталация за нанофилтрация
- Резервоар за хлориране на чиста вода
- Резервоар за уплътняване на утайки
- Система за обезводняване на утайки

Изравнителния резервоар, SBR, SBR резервоар за изходящ поток, резервоарите за чиста вода и за уплътняване на утайки ще бъдат изградени от стоманобетон с подходящи добавки.

1.2. Изравнителен резервоар – хомогенизиране/пресяване

Сместа от отпадъчни води - инфилтрат (наречена условно w/w), навлиза в 241 m³ изравнителен басейн/резервоар. Ролята на басейна е изравняване на течността в периоди на интензивни валежи. Освен това се осъществяват хомогенизиране и предварителна аерация с използването на потопяем аератор тип „venturi-jet”/миксер осигуряващ най-малко 5 W/m³ интензитет на смесване и достатъчно кислород, за да се предотвратят анаеробни условия надолу по веригата на биологичното третиране.

Преди да постъпи от изравнителния резервоар към SBR резервоара, сместа от отпадъчни води - инфилтрат първоначално се изпомпва към ротационно дисково сито. В ротационното дисково сито течността преминава през отворите, като всички частици, по-големи от определен размер се задържат в него. Задържаните (пресятите) частици се отстраняват чрез въртяща се (ротационна) част с две четки на един вал, задвижван от електрическа скоростна кутия. Задържаните/ пресятите частици се изхвърлят през улей в контейнер и са предназначени за окончателно обезвреждане.

1.3. Непроточен реактор с циклично действие (SBR)

Аеробните биологични пречиствателни станции са предназначени да изпълняват следните основни процеси на третиране:

- Окисляване на органични въглеродни съединения
- Нитрификация на амониев-N
- Пълна или частична денитрификация на нитратен-N.

Всеки един от процесите на третиране се извършва от колонии бактерии, които метаболизират замърсителите. Един добре проектиран процес на третиране трябва да осигурява на бактериите оптимални условия за растеж и пълното им смесване с инфилтратата за третиране, кислород, необходимите хранителни вещества и протичане на процеса при подходяща температура и рН-стойности.

Непроточния реактор с циклично действие /SBR*/ е разработен като напълно автоматизиран процес, със система за продължителна аерация, като този процес е особено подходящ за по-високи нива на органично съдържание и концентрацията на амониев-N в инфилтратите от депото. По-големият обем на основния SBR реактор спомага за ефикасно аериране, висока степен на разреждане на входящите инфилтрати, и висока устойчивост на шокови натоварвания. Един SBR реактор работи циклично с активирана утайка. Единствената концептуална разлика между SBR-реактора и конвенционалната система с активирана утайка е, че всеки резервоар на реактора изпълнява функциите на аеробно биологично пречистване, изравняване, утаяване на твърди вещества, пречистване и отдекантиране на отпадъчните води през определени периоди от време в определена последователност, а не в пространствено отделени резервоари. Способността да се променя последователността и времето (в сравнение с липсата на гъвкавост при определени обеми от отделни резервоари) дава възможност за осигуряване на много мощна и гъвкава система за пречистване. SBR системи, които са предназначени за специфични степени на натоварване на амониев-N и органични замърсители, трябва да имат значителна гъвкавост, за да приемат различни натоварвания, както малки количества от силно замърсен инфилтрат, така и по-големите обеми на слабо замърсен инфилтрат. Това може да бъде важно, тъй като характеристиките на инфилтратата са променливи във времето, за да се гарантира, че ще се поддържа оптимален режим на третиране.

Оперативният цикъл на SBR процеса се състои от пет основни фази: пълнене, реагиране, утаяване, декантиране, престой/готовност. Най-често използваният тип аерация, предвидена за отстраняване на азота, е със използване един смесен / период без аерация, последвано от аеробен период заедно със смесване с отпадъчните води в рамките на смесена фаза.

Аноксичните условия се получават при рецикл на нитрати от предишния цикъл на смесения период (Artan N., Механизъм и дизайн на непроточни реактори с циклично действие (SBR) за премахване на нутриенти, Международната асоциация по водите, 2005 г., стр. 11,18,19/ Artan N., Mechanism and Design of Sequencing Batch Reactors for Nutrient Removal, International Water Association, 2005, p. 11,18,19).

1.4. SBR изходящ резервоар

Третираните отпадъчни води се изпомпват, по време на фазата на отдекантиране, към изходящ SBR резервоар с обем 134 m³ SBR посредством една плаваща помпа. При

спешни случаи (NF временна повреда), е възможно чрез клапа пречистените отпадъчни води да бъдат насочвани директно към резервоара за чиста вода.

Изходящият SBR резервоар е затворен резервоар , изработени от стоманобетон с приложимите добавки. Всички отвори (за проверка, достъп до оборудване и т.н.), да има подвижна покривала от 3 mm горещо поцинкована стомана.

Третираната смес от отпадъчни води и инфилтрат след временно съхранение в изходящия SBR резервоар след това се изпомпва до буферния резервоар в контейнера за нанофилтрация , надолу по веригата.

1.5. Инсталация за нанофилтрация (NF)

Инсталацията за NF се състои от обработка с предварителна филтрация (пясъчен филтър) и входящи NF модула, подходящи за корозивния характер на отпадъчните води. Инсталацията ще бъде разположена във вътрешността на стандартен контейнер.

Предварително обработения инфилтрат се изпомпва до мултимедиен пясъчен филтър за защита на мембрани от големи количества неразтворени вещества, позволяващи периодични промивки с пречистена вода.

След филтрацията с пясък, се добавя разтвор за противообразуване на котлен камък и сярна киселина за да се предотврати образуването на котлен камък и да се подобрят стойностите на рН, инфилтратите са доведени до основната NF единица. Неподвижна помпа осигурява необходимото налягане за NF процеса. Основни технологични параметри като температура, налягане, електропроводимост и рН автоматично се контролират от местните PLC. NF-единицата е напълно автоматизирана система и може да се стартира и спира чрез външни сигнали, като сензори за ниво. Налягането зависи от степента на замърсяване и може да се регулира от пермеат поток в пермеат (пречистена вода) тръба. Регулиране на налягането с клапан с моторен контрол поддържа степента на възстановяване при типична стойност от около 80-90% от входящия в депото инфилтрат.

По време на NF-процеса, върху мембраните се образува замърсен слой, заради органичните съединения. Когато тези наслоявания забавят проникването на потока е необходимо почистване, за да се възстанови работата на мембраните. Химически почистватели ще бъдат дозирани, загряти и разпространени в системата за да се премахне наслояването на замърсяване и котлен камък от мембраните.

Пречистеният от инсталацията за нанофилтрация изходящ поток се регулира от неутрално рН и се отвежда към изходящ събирателен резервоар. Потокът може да се използва като напоителни води, като за тази цел водата бива събирана в резервоар за чиста вода.

Концентратът от NF ще се връща в депото чрез моно помпи под високо налягане, позиционирани в самия NF контейнер. Моно помпите са устойчиви на хлорна концентрация до 10г/л.

Измивната вода от филтъра ще се насочва към събирателната система на инфилтрат, където в последствие ще бъде обработвана отново заедно с входящ инфилтрат.

1.6. Резервоар за чиста вода

Пермеатът ще бъде събиран временно в 221 м3 бетонен резервоар, където отпадната вода ще се хлорира. От там, пречистена вода с изключително качество, трябва да бъде изпомпана в напоителен резервоар. Резервоарът за чиста вода е затворен резервоар, изработен от стоманобетон с приложимите добавки. Всички отвори (за проверка, достъп до оборудване и т.н.), трябва да имат подвижна капаци направени от 3 мм горещо поцинкована стомана.

1.7 Утайкоуплътнител

Всички биологични процеси на третиране генерират излишък от утайки. Последните, всъщност, се състоят от бактерии / биомаса, които се образуват от метаболитните процеси и са страничен продукт от окисляването на органични вещества, съдържащи се в инфилтрата. Излишната утайка трябва да бъде отстранявана периодично от процеса в резервоар за утайки за уплътняване и временно съхранение до извършване на процес по обезводняване. От резервоара за утайки утайката се изпомпва до сградата за обезводняване на утайки с две (1 в режим на готовност) моно помпи.

Утайкоуплътнителя представлява затворен резервоар, изработен от стоманобетон с подходящи добавки. Всички отвори (за проверка, достъп до оборудване и т.н.), трябва да имат подвижни капаци, направени от 3 mm горещо поцинкована стомана.

1.8. Обезводняване на утайки

Утайките се уплътняват до концентрация от около 2% в утайкоуплътнител. От утайкоуплътнителя, утайката се обезводнява с филтър преса от 2% до 25% съдържание на сухото вещество. За обезводняване на утайки, генерирани от биологично пречистване на инфилтрата, най-подходящото механично оборудване камерна филтър преса, поради високото съдържание на соли. Лентовите филтър преси и центрофуги могат да корозират бързо.

На първо място, уплътнените утайки се изпомпват към PE резервоар за утайки, където се добавя полимерния разтвор за коагулация, флокулация и формиране на "твърда" утайка от твърди частици. Сместа от утайка и полиелектролит бавно се размесва с решетъчен миксер в един цикъл (пълнене, реагиране и изпомпване) процес.

Флокулираната утайка се изпомпва с моно помпа в камерната филтър преса за обезводняване.

Принципът на действие на камерната филтър преса е както следва: суспензията се влива под налягане директно върху отделните плочи от централен тръбопровод/колектор. След това преминава през филтърна среда (filter medium) или спомагателен филтър* (filter-aid) в резервоара, а след това през отвора. Тези филтри са изработени от стандартна неръждаема стомана.

* спомагателен филтър (filter-aid) - Инертен прах или гранули, като инфузорна пръст, пепел, или пясък добавен към разтвора, който трябва да се филтрира, за да се образуват поресто легло върху филтъра с цел увеличаване на размера и подобряване на качеството на филтрация

1.9. Техническа сграда

Освен гореспоменатата сграда обезводняване на утайки, ще има една сграда за подпомагане на ежедневните дейности и съхраняване на панелите-механично оборудване за пречиствателна станция, със следните области:

- Офис с WC, 8.7 m²
- Помещение за електрическите табла, 10.5 m²
- Складово помещение, 9 m²
- Помещение за химикали, 7.5 m²

Конструкцията на сградата ще бъде изградена от стоманобетон. Входните врати ще имат отвори за естествена вентилация. Подовете ще са покрити с индустриална подова настилка, нехлъзгава тип. Стените ще бъдат изградени от тухли, покрити с циментово - варова мазилка и боядисани. Покривът ще бъде покрит със изолорашо покритие. В тоалетна ще са поставени керамични плочки.

Сградата ще разполага с всички необходими за дейността инсталации и ще бъде свързана с мрежата за водоснабдяване и канализация. Каналните води ще се освобождават към контейнер за инфилтрат "W1" чрез гравитационна тръба Ø 160, както е показано в чертежа.

Подът на помещението за химикали трябва да бъде наклонен, като по този начин всички разляти/разсипани химикали се подават на централен канал. Освен това един стенен вентилатор ще бъде монтиран на стената на помещението за химикали с цел вентилиране и проветряване на помещението (минимум 6 пъти подмяна на час).

2 Хидравлични изчисления

Прехвърлянето на питейни и отпадъчни води от един процес на друг се извършва основно чрез тръби под налягане и различни помпи.

Свободния поток се среща само във входящите тръби на отводнителните съоръжения и битовите отпадъчни води.

Изборът на диаметър на тръбата за нормална хидравлична експлоатация е в съответствие с таблицата по-долу.:

Вътрешен диаметър на тръбата (mm)	Максимална скорост на потока (m/sec)
100-125	1.55
125-175	1.85
175-350	2.00
350-450	2.10
450-600	2.20
600-800	2.30

3 Технически характеристики на отпадъчните води за проектиране на инсталацията:

Характеристиките на входящия поток в пречиствателната станция за отпадъчни води (ПСОВ) и пределнодопустимите стойности за изходящия поток третирани отпадъчни води, са показани в таблицата по-долу:

ПАРАМЕТЪР	Входящ инфилтрат	Входящи отпадъчни води	Общо	Пределно допустими концентрации, изходящ поток
дебит на потока, m ³ /d	85	25	110	–
pH	7,5	6-9	6 - 9	6 - 9
BOD ₅ (mg/l)	200	700	350	25

ПАРАМЕТЪР	Входящ инфилтрат	Входящи отпадъчни води	Общо	Пределно допустими концентрации, изходящ поток
COD (mg/l)	2.000	1.800	2.000	125
Суспендирани твърди вещества (mg/l)	500	1.000	600	35
NH ₄ (mg N/l)	250	60	210	10
Общ N (mg/l)	250	70	220	15
Общ P (mg N/l)	0,5	12	2	2
Фекални колиформи (ml ⁻¹)	1 x 10 ⁵	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁶	50

Температурите на сместа от отпадъчни води и инфилтрат (w/w), за изчисления при проектирането на процеса, за периодите зимата и лятото са следните:

- Тзима=14 °C
- Тлято=22° C

Параметърът Общ N, посочен в таблицата по-горе, включва следните форми азот:

- Амониев азот N-NH₄⁺ or N-NH₃.
- Нитратен азот, NO₃-N
- Нитритен азот, NO₂-N
- Органичен азот

Сумарно амониевия азот и органичния азот са посочени като "Общ Kjeldahl азот (TKN)».

3.1 Събирателен (изравнителен) резервоар

Капацитетът на изравнителния резервоар се изчислява от съображения за безопасност (потенциално преливане на отпадъчни води при обилни валежи), за най-малко 10 дневен престой - при максимален дневен дебит.

По тази причина, капацитета на резервоара трябва да бъде $10 \times 110 = 1.110 \text{ m}^3$.

Размерите на резервоара и обема, трябва да бъдат съответно $L \times W \times D_w = 16 \times 16 \times 4,6 \text{ m}$ (ефективен) и 1.178 m^3 .

Смесване и предварителна аерация

За добро смесване и хомогенизиране на сместа от отпадъчни води и инфилтрат (w/w) в изравнителния резервоар, трябва да бъде инсталиран потопяем струен аератор тип Вентури. Горепосоченото оборудване трябва да може, също така, предварително да аерира отпадъчните води, така че да не се получат анаеробни условия, преди да водите да постъпят в биологичните единици надолу по веригата на третиране.

За получаване на подходяща суспензия от твърди вещества, включени в сместа от отпадъчни води и инфилтрат, трябва да бъде осигурена смесителна мощност от 5 w/m^3 . Следователно мощността на вала в миксера / аератора трябва да бъде най-малко $5 \times 1.178 = 6 \text{ kW}$.

За резервоара трябва да се осигури струен аератор тип Вентури с инсталирана мощност от 6 kW .

Трябва бъдат инсталирани две (1 в режим на готовност) потопяеми помпи с дебит $50 \text{ m}^3/\text{h}$ всяка, и също така 1 потопяема помпа от $10 \text{ m}^3/\text{h}$ в случай на извънредна ситуация, така че излишъкът от сместа от отпадъчни води и инфилтрат да се връща в депото преди потенциално преливане на резервоара.

3.2. Непроточен реактор с циклично действие, SBR

3.2.1 Предположения

ПАРАМЕТЪР

ВХОДЯЩ ПОТОК

Входящ поток на отпадъчни води

BOD_5

35,2 kg/d

COD	220 kg/d
Общо N	24,2 kg/d
фракция от разтворим, не-биоразградим COD	0,06
Разтворим, не-биоразградим COD	13,2 kg/d
фракция от разтворим, не-биоразградим COD	0,15
Разтворим, не-биоразградим COD	33,0 kg/d
фракция от твърди (инертни) вещества	0,25
фракция от не-биоразградим азот	0,15
Обикновени хетеротрофни организми	
Добив на биомаса, Y_H	0,45 mgVSS/mgCOD
Ендогенни стойности при респирация, b_H (постоянен разпад)	0,24 (1/d) at 20 °C
	0,20 (1/d) at 14 °C
фракция от ендогенните остатъци, f_{xe}	0,2
Съотношение на азот в утаечна маса, f_n	0,1
Нитрифициенти	
Максимален специфичен растеж на нитрифициентите, $\mu_{m\Delta}$	0,4 1/d at 20 °C
	0,2 1/d at 14 °C
Ендогенни стойности при респирация на нитрифициентите, b_Δ	0,04 (1/d) at 20 °C
	0,034 (1/d) at 14 °C
Константа на полу-насищане, K_n	1,0 mg NH ₄ /l at 20 °C
	0,5 mg NH ₄ /l at 14 °C
Общо	
Инертно съдържание на активна биомаса	0,15

VSS/TSS съотношение	прибл. 0,70
COD/VSS съотношение (mgCOD/ mgVSS), f_{cv}	1,48

3.2.2 Система за моделиране

Биологично разлагане на материала

Първо, фракционирането на COD следва:

- Общо COD: 2.200 mg/l
- Частици, инертни: 600 mg/l x 0,25 = 150 mg/l
- Разтворим, не-биоразградим COD: 0,06 x 2.200 = 132 mg/l
- Частици, не-биоразградим COD: 0,15 x 2.200 = 330 mg/l
- Частици, биоразградим COD: (600 – 150)x1,48 – 330 = 336 mg/l
- Разтворим, биоразградим COD: 2.200 – 132 – 330 – 336 = 1.402 mg/l

Както вече споменато, SRT е избран до 25 дни и MLSS концентрация до 2.000 mg/l.

Масата бързо изпаряващ се SS и общия SS при 14 °C (в най-лошия случай) в биореактор се изчисляват:

Биоразградима маса COD: $110 \text{ m}^3/\text{d} \times (1.402 + 336) = 191,2 \text{ kg/d}$
 Маса на активни микроорганизми: $\text{COD}_{\text{biод.}} \times Y \times \text{SRT} / (1+b \times \text{SRT}) = 358,5 \text{ kg}$
 Ендогенна респирация (мъртва маса): $\text{COD}_{\text{biод.}} \times Y \times \text{SRT} \times (f_{xb} \times \text{SRT}) / (1+b \times \text{SRT}) = 358,5 \text{ kg}$

- Маса на не-биоразградими частици: $\text{COD}_{\text{part.,NB}} \times \text{SRT} / 1,48 = 613,2 \text{ kg}$
- Обща маса на VSS в реактора: $358,5 + 358,5 + 613,2 = 1.329,6 \text{ kg}$
- Маса на инертни вещества: $\text{ISS} \times \text{SRT} = 110 \times 150 \times 25 = 412,5 \text{ kg}$
- Инертно съдържание на активна биомаса: $0,15 \times 412,5 = 61,9 \text{ kg}$
- Обща маса на инертни вещества: 474,4 kg
- Общо суспендирани твърди частици (TSS) в реактора: $474,4 + 1.329,6 = 1.804 \text{ kg}$
- Минимален обем на био-реактора: $1.804 / 2,0 \text{ kg/m}^3 = 902 \text{ m}^3$

От съображения за безопасност, избраните размери на биореактор са:

Дължина	16 m
Широчина	12 m
Дълбочинно ниво на дълбока вода	5,0 m
Дълбочинно ниво на плитка вода	4,43 m
Декантиращ обем	110m ³
Общ обем	960 m ³

3.2.3 Нитрификация

Нитрификацията е биологичното окисляване на амонячен азот до нитритен азот чрез автотрофни бактерии, които извличат енергия от окислителната реакция, и използват неорганичен въглерод като основен източник на храна. Нитрификационната реакция е двуетапно окисляване, като всеки етап се извършва от отделна група от бактерии. През първият етап, окисляването на амонячен азот до нитритен азот, се извършва от бактерии от рода *Nitrosomonas*. През вторият етап, нитритният азот се окислява допълнително до нитратен азот чрез *Nitrobacter*. Реакциите са показани емпирично по-долу:



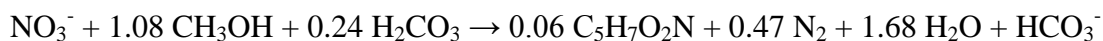
3.2.4 Денитрификация

Биологичната денитрификация е преобразуването на нитратен азот в азотен газ чрез факултативните хетеротрофни организми, които използват органичен въглерод за енергия и като въглероден източник. Тези организми могат да използват молекулярен кислород като електронен акцептор при аеробни условия, но също са в състояние да използват нитратен азот като електронен акцептор при Аноксичните условия. В аноксичният етап съществува само химически свързан кислород и може да бъде използван от бактерии под формата на нитратен азот и нитритен азот.

Денитрификация на нитратен азот в азотен газ се среща в много пречиствателни станции и се превърна в най-широко използваното средство за премахване на азот при пречистване на общински води. Голям брой видове бактерии, които се срещат в процеса на активна утайка, или в системи за продължителна аерация, могат да денитрифицират, използвайки кислорода, който се съдържа в нитратния йон. Тези организми се определят като хетеротрофни бактерии и могат да използват, както

молекулярен кислород, така и кислород от нитратен и нитритен азот, когато окисляват органични съединения. При Аноксичните условия, в отсъствието на молекулярен кислород, при сложна серия от реакции катализирани от ензими се възниква симулация чрез нитратен азот. Бактерии, приспособяващите се към различни форми на живот, които окисляват органични въглеродни съединения в процеса на утаяване могат да променят респирацията от кислород към азот.

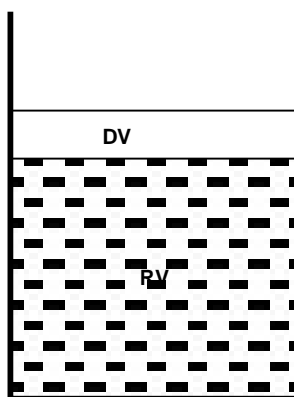
В една пречиствателна станция, където нитрификацията е основен процес е необходимо да се добави органичен субстрат, за да се позволи на денитрификацията да продължава. Метанолът (CH₃OH) е широко използван. Общата реакция, включително клетъчния синтез, може да се изрази със следното уравнение:



3.2.5 Типичен експлоатационен цикъл на SBR

SBR има два експлоатационни раздела:

- Декантиращ DV, т.е. обемът на течността, която се премахва при всеки цикъл
- Реакционен, RV, т.е. обемът, който остава след премахването на течността



Общ обем: $V_{\text{tot}} = RV + DV$

Ако се извършва един експлоатационен цикъл дневно (в случай на тежка маса, цикълът може да бъде с продължителност повече от 24ч.),премахнатия обем е равен на дневното захранване:

$$DV = 67/1 = 110 \text{ m}^3$$

За да бъдат покрити изискванията, нивото на водата се изчислява както следва:

Максимално ниво на водата SBR: 5,0 m

Минимално ниво на водата SBR: $5,0 \text{ m} - (110 \text{ m}^3 / 16\text{m} \times 12\text{m}) = 5,0 - 0,57 = 4,43 \text{ m}$

Декантиращия обем ще се регулира с точност и с помощта на сензори за ниво или ниво електроди.

В следващата Таблица, е представена типичната продължителност на SBR цикъл. Времето ще се регулира с повече точност по време на пробния период на инсталацията. Разпределено е достатъчно време на утаяване.

Таблица 1: Типичен експлоатационен цикъл на SBR

No	Експлоатационна фаза	Оборудване	Продължителност (мин)	Време след стартиране (мин)
1a.	Захранване – без аерация	Захранваща помпа - включена	25	25
1b.	Денитрификация- без аерация	Аератор-изключен Захранваща помпа - изключена	5	30
1b.	Биологично окисление	Аератор-изключен Смесител -включен Захранваща помпа - изключена	220	250
Фаза 1a – 1c повтаря се 5 пъти				1250
3.	Отстраняване на утайка	Помпа за утайка-включена	72	1372
4.	Утаяване	Аератор- изключен Смесител -изключен	28	1385
5.	Отстраняване на плаваща отгоре течност	Помпа за плаваща отгоре течност -включен	90	1440
6.	Незаетост	Смесител-включен	променлива величина (неизвестна)	
Край на цикъла				

3.2.6 Отстраняване на излишна утайка

По дефиниция, параметър за времето за задържане на утайката (или застояването на утайка) е равно на масата на твърдите вещества в реактора, разделени от утаечната маса произведена и премахната дневно:

$$SRT = TSS / P_x, \quad \text{ур. 5, или}$$

$$P_x = 1.804 \text{ kg} / 25 = 72 \text{ kg/d}$$

Следователно, обемът на дневната премахната излишна утайка е $72 \text{ kg/d} / 2 = 36 \text{ m}^3/\text{d}$. Това количество се премества в резервоара за уплътняване на утайката. Утайката се уплътнява до 2-3% в уплътнителя и плаващата отгоре течност се връща в изравнителния резервоар.

Помпата за премахване на излишна утайка функционира за $36 \text{ m}^3/\text{d} / 30 \text{ m}^3/\text{h} = 72 \text{ мин} / \text{цикъл}$.

След периода на утаяване, плаващата отгоре течност се изпомпва чрез плаваща подводна помпа. Декантиращия обем е $110 \text{ m}^3/\text{d} - 36 \text{ m}^3/\text{d} = 74 \text{ m}^3$. Времето на експлоатация на декантираща помпа е:

$$74 \text{ m}^3/\text{d} / 50 \text{ m}^3/\text{h} = 90 \text{ min}$$

3.2.7 Изисквания за аерация

- Температура в най-лош случай (лято): 20 °C
- Кислород необходим за COD окисляване = $0,8 \times \text{COD} = 0,8 \times 191,2 \text{ kg/d} = 153 \text{ kgO}_2/\text{d}$
- Кислород необходим за амониево окисляване = $4,57 \times \text{NH}_3 = 4,57 \times 15,2 \text{ kg N-NH}_4/\text{d} = 69,5 \text{ kgO}_2/\text{d}$
- Възстановен кислород чрез денитрификация = $- 2,85 \times \text{NO}_3 = - 2,85 \times 4,9 \text{ kg N-NO}_3/\text{d} = -14 \text{ kgO}_2/\text{d}$
- Кислород, необходими за ендогенно дишане = активна биомаса $\times f_{cv} \times (1-f_{xe}) \times b_H \times SRT \times Y_H / (1+b_H \times SRT) = 358,5 \text{ kg} \times 1,48 \times (1-0,2) \times 0,24 \times 25 \times 0,45 / (1+0,24 \times 25) = 163,7 \text{ kgO}_2/\text{d}$
- Дневни нужди: $153 + 69,5 - 14 + 163,7 = 372,2 \text{ kg/d}$
- Ефикасност на аерация: 70%
- Дневен период на аерация: 18,5 h

- Изисквания за аератор: $372,2 \text{ kgO}_2/\text{d} / 0,7 / 18,5 = 28,7 \text{ kgO}_2/\text{h}$

Ще се инсталира самостоятелен потопяем аератор осигуряващ $30 \text{ kgO}_2/\text{h}$ at 5 m дълбочина. Аераторът ще се управлява DO-измервател с задание от $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$.

3.2.8 Смесителни изисквания в SBR за денитрификация

Трябва да се инсталира потопяем смесител в резервоара за да осигури достатъчно смесване на течността по време на аноксичната фаза. Според международната литература, смесителната пудра трябва да бъде припл. $5 \text{ W}/\text{m}^3$ за резервоар, следователно необходимото общо количество смесителна пудра е равна на :

$$(5 \text{ W}/\text{m}^3) \times (960 \text{ m}^3) = 4,8 \text{ kW}$$

В резервоара трябва да бъде осигурен един потопяем смесител с 5 kW инсталационна мощност.

3.3 SBR изходящ резервоар

Пречистените отпадъчни, 110 m^3 , се изпомпват от SBR резервоара по време на фазата на декантиране посредством 2 плаващи потопяеми помпи (1 в режим на готовност) в продължение на един час (с дебит $50 \text{ m}^3/\text{h}$).

Следователно, капацитета на SBR изходящ резервоар трябва да бъде поне 110 m^3 за да бъде достатъчен за съхранение.

Трябва да бъде изграден един резервоар с капацитет от 134 m^3 и размери $L \times W \times D_w = 7 \times 4 \times 4,8 \text{ m}$.

Две (1 в готовност) потопяеми помпи, $10 \text{ m}^3 / \text{ч}$ всяка, ще бъдат монтирани, за да водят пречистените отпадъчни води към инфилтратния буферен резервоар в инсталацията за нанофилтрация.

3.4 Инсталация за нанофилтрация

Инсталацията за нанофилтрация по правило трябва да работи със следните характеристики на входящ и изходящ поток:

ПАРАМЕТЪР	ВХОДЯЩ ПОТОК	ИЗХОДЯЩ ПОТОК
ДЕБИТ, m^3/d	110	$\cong 85$

ПАРАМЕТЪР	ВХОДЯЩ ПОТОК	ИЗХОДЯЩ ПОТОК
pH	6,5 – 8,5	6 - 9
BOD ₅ (mg/l)	200	<25
COD (mg/l)	250	<125
Суспендирани твърди вещества (mg/l)	35	<35
NH ₄ (mg N/l)	1	<1
Общо N (mg/l)	2	<2
Общо P (mg N/l)	≅ 0	≅ 0

На практика, NF-инсталацията трябва да е в състояние да се справя с характеристиките от по-горе, дори и пълна с голяма органична и неорганична маса. Техническите характеристики са, както следва:

Брой съоръжения	една NF с 6 спираловидни мембранни елемента
Капацитет	110 m ³ /d (5 m ³ /h)
Размери на контейнера	Прибл. 12 x 2.5 x 2.6 m
Възстановяване на пермеат	80-90%
Производство на пермеат	93,5 m ³ /д
Концентрирана продукция	16,5 m ³ /д
Работно налягане/макс	макс 20 бара
Стойност на флюс	15 l/m ² x час
Мембранна площ	Прибл. 335 m ² , Прибл. 10 мембранни

	елемента
Материал за контейнера	стандартен ISO 40'' контейнер от стомана
Буферен резервоар за инфилтрат подsigуряващ работата на NF-инсталацията	Най-малко 1.000 л
Пречиствателна система	Затворен резервоар с капаците 2.500 л вкл. помпа, клапи, сензорно ниво
H ₂ SO ₄ обем на резервоара	10.000 л

Спомагателно оборудване

Пясъчен филтър (работещ под налягане):	Пясък 0.4-3.5 mm
Центробежни захранващи помпи под високо налягане	Прибл. 2.5 – 8.5 m ³ /h
Моно помпи за концентрирана рециркулация	4 m ³ /h при 6 бара макс. Помпите са устойчиви на хлорна концентрация до 10 g/l.
други:	Въздушен компресор, химически резервоари, бъртерфлай клапи, електромагнитни вентили, дозиращи помпи, електрическо табло, измервателни устройства

3.5 Резервоар за чиста вода

Потокът (93,5 m³/ д) от NF-инсталацията ще се отвежда към резервоара за чиста вода.

Трябва да се монтира затворен резервоар с обем 222 m³ и размери LXWXD_w=7X6,6X4.8 m Ефективният обем дава възможност за временно съхранение за 2,3 д, така че да се позволи на колебанията в процеса на преработване на водата.

Трябва да бъдат инсталирани две (1 в режим на готовност) повърхностни помпи и съд под налягане, с дебит от 8 m³/h, които да провеждат чистата вода чрез два отделни

тръбопровода HDPE Ø75 и клапаново управление а) или към напоителния резервоар, или б) към канализация за събиране на дъждовни води.

Трябва да бъде добавен 14% разтвор на NaClO директно в отвеждащата тръба на резервоара за напояване, за дезинфекция на третираната смес от отпадъчни води и инфилтрат.

За дезинфекция на биологично третираната смес от отпадъчни води и инфилтрат са необходими 8 грама Cl за m³ от сместа.

За 93,5 m³/d (макс) дневен дебит на 14%разтвор от NaClO се оценява на:

$$8 \times 93,5 \times 100 / 14 / 1000 = 5 \text{ l/d}$$

Дебитът на разтвора в помпите трябва да е 0-20 l/h. Трябва да бъдат инсталирани един резервоар от PE с обем от 200 литра и две (една в режим на готовност) дозаторни помпи с дебит 0-20 l/h, за разтвора NaClO.

3.6 Уплътняване на утайки

Резервоарът трябва да се натовари максимално 36 m³/d или 72 kg/d от стабилизирани (аеробно третиране), с продължителна аерация, биологични утайки от SBR реактора.

След уплътняване, плътността утайките трябва да бъде приблизително 2-3%, а дневният дебит на уплътнените утайки трябва да бъде 72kg/20= 3,6 m³/d.

Времето на престой за уплътняване трябва да бъде най-малко 2-3 дни.

Съответно, капацитетът/обемът на резервоара трябва да бъде 3 x 36 108 m³.

Трябва да бъде изграден един резервоар с форма на обърната пресечена пирамида с размери на повърхността 7X5 m, размери на дъното 5X3,4 m и обща височина на водния стълб 4,8 m.

Уплътнената утайка се изпомпва чрез 2 (1 в режим на готовност) моно помпи с дебит от 4 m³/h до сградата за обезводняване на утайки.

3.7 Обезводняване на утайки

Около 3,6 m³/d (or 72 kg/d DS) уплътнена утайка се изпомпва до сградата за обезводняване на утайки.. Концентрацията на уплътнените утайки трябва да бъде най-малко 2%.

Утайката първоначално трябва да се изпомпва до PE резервоар с обем ~3400 l и размери диаметър = 1400 mm, H = 2200 mm.

Полиелектролитът, необходими за коагулация, флокулация и накрая обезводняване на утайки от биологичната вторична утайка от звеното за продължителна аерация е приблизително 10 g полиелектрилит /kg DS.

Концентрацията на полиелектролитния разтвор е обикновено 3g/l.

Следователно, дневното количество необходим разтвор на полиелектролит се изчислява по следния начин:

$$\frac{(10 \text{ g/kgDS}) \times (72 \text{ kgDS/d})}{(3 \times 10^{-3} \text{ g/l})} = 240 \text{ l/d}$$

Трябва да бъде инсталиран един резервоар от PE с обем от 330 l (~ 3 дни капацитет за разтвор на полиелектролит), оборудвани с решетка с централно задвижване 0,25 kW и 1 дозаторнапомпа с дебит 150 l/h, за разтвора на полиелектролит.

Обезводнената утайка трябва да има плътност около 25-30% DS (смес отпадъчни води и инфилтрат). Относителната плътност на обезводнената утайката е около 1,25 kg/l..

Очакваният дневен обем на обезводнената утайка трябва да бъде 360 lt/d или 450 kg/d.