

Förstudie Läkemedelsrening Norrtälje Vatten och Avfall AB

Norrtälje Vatten och Avfall AB

Principförslag

Stockholm 2023-01-23

Principförslag

Läkemedelsrening med ozon och sandfilter

o:\stc3\kva\2021\1320057872 läkemedelsrening_rimbo\3_teknik\yn\dokument\beskrivninga\principförslag\rapport\principförslag_rimbo_avn.docx

Datum	2023-01-23
Uppdragsnummer	1320057872
Utgåva/Status	Granskningshandling

Sara Stemme	Anneli Andersson Chan/ Matilda Jirblom/Louise Ulveland/Felix Brogren	Sara Stemme/Henrik Juel
Uppdragsledare	Handläggare	Granskare

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Projektbeskrivning	4
1.3	Syfte	4
1.4	Organisation	5
2.	Dimensionerande förutsättningar.....	6
2.1	Dimensionerande föroreningsbelastning	7
2.2	Dimensionerande processparametrar	8
3.	Principlösning läkemedelsrening	9
4.	Process och maskin	10
4.1	Gränssnitt mot befintlig anläggning	10
4.2	Höjdförutsättningar, markförutsättningar, hydraulik	10
4.3	Redundans	10
4.4	Anläggningsdata och processparametrar	11
5.	Process- och funktionsbeskrivning	12
5.1	Inlopp läkemedelsrening	12
5.2	Ozonproduktion	12
5.3	Ozondosering	13
5.4	Kontaktkammare.....	14
5.5	Sandfilter.....	15
5.5.1	Styrning av sandfilter.....	15
5.5.2	Backspolning och spolavlopp	15
5.6	Utlopp	16
6.	Placering.....	17
7.	Layout.....	18
8.	Konstruktion	21
9.	VVS.....	21
10.	El och styr	21
11.	Genomförandeplan	21
12.	Kalkyl.....	22
12.1	Kalkylförutsättningar.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
12.2	Driftkostnader.....	24
12.3	Årskostnad	25
13.	Diskussion.....	26

1. Inledning

Naturvårdsverket har i uppdrag att fram till 2023 årligen dela ut bidrag till åtgärder som syftar till att öka takten i arbetet med att minska samhällets utsläpp av läkemedelsrester till hav, sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket, 2022).

Bidraget ges för:

- Investeringar i en teknik eller metod, som har till huvudsakligt syfte att avskilja läkemedelsrester från avloppsvatten i avloppsreningsverk.
- Förstudier och andra förberedande åtgärder inför investeringar i en sådan teknik eller metod.

Norrtälje Vatten och Avfall AB ansökte och fick under 2021 beviljat bidrag för ett förstudieprojekt inom rening av läkemedelsrester. Bidraget omfattade 5,68Mkr och projektet ska vara klart under 2022.

Detta principförslag har tagits fram under november 2022 – januari 2023, som en del av projektet.

1.1 Bakgrund

Rimbo ARV tar emot avloppsvatten från Rimbo samhälle och har ett tillstånd för 13 200 pe, motsvarande 4 600 m³/d. För närvarande är ca 5 000 pe anslutna till verket, vilket motsvarar ett dygnsmedelflöde på ca 2 700 m³/d, utöver detta tar Rimbo även emot avloppsvatten från ett tvätteri för arbetskläder.

Utsläppspunkten för renat avloppsvatten är Vallbyån som rinner vidare ut till Norrtäljeån och ett sjösystem för att slutligen nå Norrtäljeviken. Rimbo är i en uppgraderingsprocess där bland annat en förbättrad kväverening nyligen slutförts, vilket resulterar i mer gynnsamma miljöförhållanden i recipienten. Syftet med projektet är att ta fram ett underlag som ska ligga till grund för ett investeringsbeslut för Norrtälje kommun avseende upprättande av läkemedelsrening.

Att utöka befintlig process med läkemedelsrening skulle innebära en minskad mängd mikroföroreningar som följer med renat avloppsvatten ut till Vallbyån och därefter till Kundbysjön. Enligt VISS har Vallbyån och vattendrag nedströms måttlig till dålig ekologisk status. Kemisk status för Vallbyån anges som ej god till följd av höga halter av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Det anges även att Rimbo reningsverk utgör en betydande påverkan på status. Organismer som lever vid och nedströms reningsverket kan påverkas av läkemedelsrester och andra mikroföroreningar som finns kvar i utgående vatten.

Kundbysjön nedströms reningsverket har tidigare uppgetts som en av de 10 bästa fågelsjöarna i Stockholms län, med 56 rödlistade och 31 hotade arter enligt SLUs artdatabank. Sjön är även en viktig rastplats för flyttande fåglar pga det rinnande vattnet som gör Kundbysjön isfri tidigt på våren. Det finns även risk att det framtida septitankvattnet som ska till reningsverket koncentrationsmässigt kommer att öka halten av mikroföreningar pga låg utspädning, vilket kan vara en ökad risk för recipienten. Även tvätteriets vatten bör säkerställas så att t.ex. bromerade flamskyddmedel inte släpps till Kundbysjön.

1.2 Projektbeskrivning

Projektet har utförts i tre delar, där den första delen infattade utredning av olika reningstekniker för läkemedelsrening på en övergripande nivå för att få fram de tekniker som var mest intressanta för Rimbo ARV. Resultatet av detta arbete är sammanställt i rapport *Teknikutredning – Sammanställning av aktuella tekniker för läkemedelsrening* (Andersson Chan, Jirblom, Ulveland och Stemme, 2022).

I samband med Teknikutredning gjordes även en utredning kring dimensionerande flöde för implementering av en läkemedelsreningsanläggning på Rimbo ARV. Utredningen är sammanställd i *PM Dimensionerande Förutsättningar* (Andersson Chan, Jirblom, Ulveland och Stemme, 2022).

I del två utfördes pilotkörningar med ett antal tekniker och provtagningar för att kunna ta fram dimensioneringsunderlag till principförslaget. Miljönyttan utvärderades bland annat med hjälp av biologiska studier och kemiska analyser. Resultatet för pilotförsöken är sammanställt i rapporten *Rimbo ARV – Pilotförsök med läkemedelsrening 2022* (Björlerius Labs AB, 2023).

I samband med pilotförsöken så gjordes även provtagningar och biologiska försök. Provtagningar gjordes uppströms verket, på inkommande och utgående flöde från verket samt i recipienten. Resultaten från provtagningarna och de biologiska studierna är sammanställda i rapporten *Biologiska effekter av mikroföroreningar-Fallstudie Rimbo reningsverk* (IVL, 2023).

Baserat på resultaten från pilotförsöken samt de biologiska försöken så valdes det att göra principförslag för ozon sandfilter.

1.3 Syfte

Syftet med principförslaget är att ta fram en teknisk lösning för läkemedelsrening med ozonering samt efterföljande sandfilter. Principförslaget innehåller dimensionerande förutsättningar, process- och anläggningsdesign, genomförande samt kostnadsbedömning.

1.4 Organisation

Projektet drivs som ett samarbete mellan Norrtälje kommun, Ramboll, IVL Svenska Miljöinstitutet, SLU och B2 Processteknik där Ramboll är den samordnande parten.

Beställarorganisation Norrtälje Vatten och Avfall

Cathrine Andersson	Beställarrepresentant
Emma Gunnerblad	Miljöingenjör/Process
Per Hellström	Ombud
Christian Hinderesson	Driftchef Rimbo
Rickard Grähs	Drift Rimbo
Christina Lundh	Drift och underhåll, process
Gunnar Frid	Drift på plats
Jennie Åberg	Projektledare Lindholmen (samordning)

Konsultorganisation Ramboll

Sara Stemme	Projektledare
Keyvan Edrisi	Bitr. Projektledare
Henrik Juel	Projekteringsledare principförslag
Anton Enqvist	Ombud
Anneli Andersson Chan	Teknikansvarig Process
Louise Ulveland	Handläggare
Matilda Jirblom	Handläggare
Felix Brogren	Handläggare
Gustav André	CAD
Fredrik Einarsson	Kalkyl
Stefan Fogelström	Kalkyl
Joakim Goncalves	Kalkyl

Konsultorganisation IVL

Magnus Karlsson	Projektledare
Tomas Viktor	Senior expert
Hannes Waldetoft	Handläggare

Konsultorganisation B2 Processteknik

Berndt Björleinius	Ansvarig pilotförsök
--------------------	----------------------

Sveriges Lantbruksuniversitet

Stefan Örn	Ansvarig biologiska försök med zebrafisk och större dammsnäcka
------------	--

2. Dimensionerande förutsättningar

Inom projektet har ett dimensionerande PM tagits fram där dimensionerande flöde för den framtida läkemedelsreningen utretts, se *PM Dimensionerande Förutsättningar (Andersson Chan, Jirblom, Ulveland och Stemme, 2022)*.

Val av dimensionerande maxflöde till läkemedelsreningen är baserad på en uppskalningsfaktor som tar höjd för framtida dimensionerande belastning (13 200 pe) och förutsätter att flödet är utjämnat genom biodammen som ligger före befintligt dynasandfilter och läkemedelsrening. Det innebär att $Q_{\max, LM} = Q_{dim}$. Det dimensionerande flödet för läkemedelsreningen ($Q_{\max, LM}$) ska motsvara det maxflöde som ska kunna ledas genom processteget.

Målet för läkemedelsreningen är satt att rena 95% av årsflödet. Biodammens placering mitt i processen har en utjämnande effekt och därför anses det inte rimligt att dimensionera läkemedelsreningen för högre flöden.

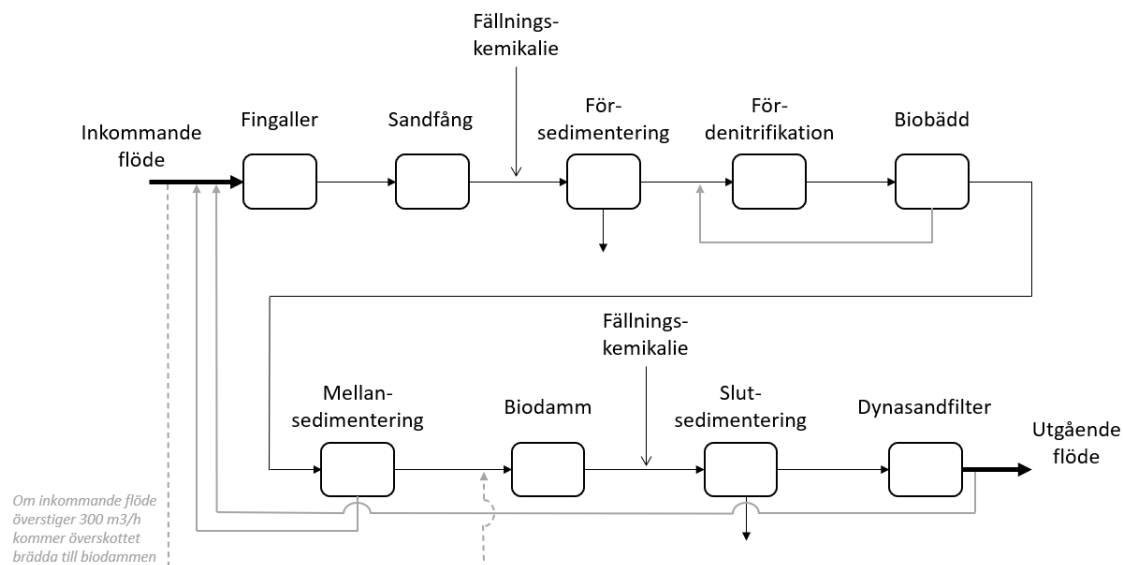
Utifrån utredningen som presenteras i det dimensionerande PM:et valdes 300 m³/h som dimensionerande maxflöde, vilket också motsvarar nuvarande pumpkapacitet för Dynasandfiltren. Det innebär att 96 % av flödet kommer att behandlas vid en belastning på 13 200 pe, se Tabell 1.

Tabell 1 Dimensionerande maxflöde för läkemedelsreningen

Parameter	Enhet	Värde
$Q_{\max}$ läkemedelsrening	m ³ /h	300
$Q_{\max}$ läkemedelsrening	m ³ /d	7 200
Andel av årsflödet som renas vid $Q_{\max, LM} = 300$ m ³ /h	%	96

2.1 Dimensionerande föroreningsbelastning

Den befintliga reningsprocessen vid Rimbo ARV består av mekanisk, biologisk och kemisk rening, se figur 1 för blockschema över anläggningen. Den framtida läkemedelsreningen planeras att installeras i slutet av befintlig reningsprocess, dvs. efter Dynasandfilter.



Figur 1. Blockschema över befintlig process Rimbo ARV

Kvaliteten på utgående vatten efter Dynasandfiltren blir inkommande vatten till läkemedelsreningen. Det är viktigt att detta vatten har så god kvalitet som möjligt för att minska belastningen på läkemedelsreningen av organiskt material och partiklar. Nuvarande drift vid Rimbo har periodvis problem med höga utgående halter av suspenderat material och ibland algblomning i biodammen.

Föroreningshalterna för inkommande vatten till läkemedelsreningen presenteras i tabell 2 **Fel! Hittar inte referenskälla..** Värdena är baserade på resultat från pilotförsök som utfördes våren och hösten 2022.

Tabell 2 Halter i inkommande vatten till läkemedelsreningen (utgående Rimbo)

Parameter	Min	Medel	Max
	mg/l	mg/l	mg/l
TSS	3,3	19	45
TOC	5	10	16
DOC	4	9,5	12

Utgångspunkten för principförslag framtida läkemedelsrening är att innehållet av partiklar i framtiden ligger <10 mg SS/l, vilket kräver optimering och ev. fällning på sandfiltren.

2.2 Dimensionerande processparametrar

Relevanta processparametrar har tagits fram i samråd med B²-Processteknik, som utförde pilotförsöken. Under pilotförsöken testades olika doser samt uppehållstider för ozonering. I försöken framgick att vid en ozondos på 6 g O₃/m³ uppnåddes en medelreduktion på ca 80% av läkemedelsrester. Under pilotkörningen användes förfilter, dvs låg halt av partiklar och suspenderade ämnen i inkommande vatten till pilotanläggningen.

Resultaten från pilotförsöken i sin helhet redovisas i Björlenius Labs AB rapport, *Rimbo ARV Pilotförsök med läkemedelsrening*.

Ozongeneratorer har valts för att kunna dosera 6 – 9 g O₃/m³. Detta för att ha marginal för varierande kvalitet på inkommande vatten. Tidigare erfarenheter tex från Linköping har visat att höjd ozondos kan krävas för att upprätthålla önskad avskiljning. Det har tagits höjd för att Rimbo ARV haft problem med mängden partiklar och suspenderat material ut från Dynasandfilteranläggningen. Därav har det valts att det ska vara möjligt att dosera 9 g O₃/m³ för att kunna nå en medelreduktion på 80% av läkemedelsrester även vid högre halter suspenderat material i inkommande vatten.

Tabell 3 Valda dimensionerande processparametrar

Parameter	Enhet	Värde
Ozon		
Ozondos	g O ₃ /m ³	6 - 9
Upphållstid	min	20
Kapacitet ozonproduktion	g O ₃ /h	1 800 – 2 700

3. Principlösning läkemedelsrening

I detta kapitel sammanfattas den tekniska lösningen för att ge en övergripande förståelse för anläggningens uppbyggnad. Se kapitel 5 för mer djupgående beskrivning.

Läkemedelsreningen är tänkt att fungera som ett sista kompletterande processteg till befintlig process, därav placeras den efter Dynasandfilteranläggningen.

Utgående flöde från befintlig Dynasandfilteranläggning leds till läkemedelsreningen. På inloppsledningen installeras en SS-givare för övervakning av halten suspenderat material. Om halten överstiger inställbart värde (10 mg/l) så stängs inloppsventilen till LM-anläggningen. Filtratet från Dynasandfiltren leds då istället direkt till utloppsledningen. Läkemedelsanläggningen återtas i drift efter att halten suspenderat material återgått till normal nivå.

Syrgasen som används vid ozonproduktion produceras genom Pressure Swing Adsorption (PSA-metoden). En kompressor trycker in luft via avfuktare och filter till en PSA-modul, i vilken syrgas produceras. Syrgasen leds sedan till en ozongenerator där ozon produceras. Från generatoren leds ozonet vidare till en statisk mixer placerad i inloppsledningen till kontaktkammaren. Ovanför kontakttankarna installeras ozon-destruktorer, för att inget ozon ska kunna släppas utanför systemet.

Kontaktkammaren för ozon utformas för pluggflöde med kanaler i två våningsplan, där de övre kanalerna har en fri vattenyta. I slutet av kontaktkammaren finns en avdragsränna som leder utgående vatten från kontaktkammaren vidare till sandfiltren. Varje sandfilter är utrustat med en automatisk inloppslucka.

Inloppsledning samt utloppsledning förses med UVA-mätare. Mätningen används inte för styrning av ozondos utan endast för online uppföljning av avskiljningsgrad av läkemedelsrester.

Utgående filtrat leds till en filtrattank, varifrån det sedan leds till en utloppspumpstation med självfall. Från filtrattanken tas även det vatten som behövs för backspolningen av sandfiltren. Backspolning sker både med luft och vatten och efter backspolning så leds spolavloppet till en spolavloppstank, varifrån det sedan pumpas tillbaka till ett tidigare processteg.

4. Process och maskin

4.1 Gränssnitt mot befintlig anläggning

Gränssnitt mot befintlig anläggning är vid mätlådan i Dynasandfilteranläggningen. Befintlig utloppsledning behöver kopplas ihop direkt med mätlådan för att ha tillräckligt med tryck för att kunna leda flödet genom LM-anläggningen utan extra pumpsteg.

Befintlig lösning för bräddningen i Dynasandfilteranläggningen kommer att försvinna då utloppsledningen kopplas ihop med mätlådan. Ny bräddning föreslås anläggas direkt från filtrens pumpvolym ut till utjämningsdammen. Ny bräddledning ingår inte i principförslaget.

Spolavloppsvattnet från läkemedelsreningen pumpas tillbaka i processen till kanal innan sandfång. Ledningsdragning från läkemedelsanläggningen till kanal innan sandfång ingår inte i principförslaget.

4.2 Höjdförutsättningar, markförutsättningar, hydraulik

Höjdförutsättningar för självfall genom läkemedelsanläggningen har tagits fram inom projektet. En komplett hydraulisk profil behöver göras vid senare skede.

4.3 Redundans

Sandfiltren dimensioneras för att klara av maxflöde med ett filter avställt, dvs dimensionering görs för $Q_{\max}$ 300 m³/h vid N-1.

För backspolnings- och spolavloppspumpar samt blåsmaskiner installeras en extra enhet för redundans.

Redundans för ozonproduktionen löses genom inköp och lagerhållning av kritiska reservdelar. En ozongenerator installeras och kritiska reservdelar köps in och förvaras på hyllan för att möjliggöra snabbt skifte av delar vid haveri.

Planerat underhåll av utrustning bör planeras under perioder med lägre flöden, vid akuta underhåll kommer kapaciteten vara något lägre än den dimensionerade.

4.4 Anläggningsdata och processparametrar

Dimensionerande flöden för läkemedelsreningen är sammanställd i tabeller nedan.

Tabell 4 Dimensionerande flöde läkemedelsrening

	Flöde, m ³ /h
Q _{max} läkemedelsrening	300
Q _{max} per sandfilter	100

Tabell 5 Anläggningsdata för läkemedelsreningen

	Parameter	Enhet	Värde
Kontakttank ozon	Antal linjer	st	1
	Dimensioner (B x L)	m	5,6 x 5,4
	Djup	m	3,5
	Flöde per linje	m ³ /h	300
	Volym kontaktkant	m ³	100
	Kontaktid	min	20
Sandfilter	Antal filter	st	4
	Filterarea	m ²	10
	Höjd filterbädd	m	1,5
	Flöde per filter	m ³ /h	100
	Ytbelastning, vid Q _{max}	m/h	7,5
	Ytbelastning, vid Q _{max} N-1	m/h	10
	Uppehållstid, vid Q _{max}	min	12
	Uppehållstid, vid Q _{max} N-1	min	9
	Expansion vid backspolning	%	30
	Typ av sand i filtren	-	Filtralite
	Typ av dysor	-	KSH-K1
	Antal dysor	st/m ²	50
Backspolning	Spolvattenhastighet	m/h	35
	Backspolflöde, per filter	m ³ /h	350
	Spoltid	min	10
	Luftflöde	Nm ³ /h	550
	Blåsmaskiner	st	2
Reservoar backspolning	Tryck	mvp	5
	Volym	m ³	150
	Antal pumpar	st	2
	Enskild kapacitet	m ³ /h	350
	Tryck	mvp	7

Reservoar spolavloppsvatten	Volym	m ³	150
	Antal pumpar	st	2
	Enskild kapacitet	m ³ /h	100
	Tryck	mvp	12

5. Process- och funktionsbeskrivning

5.1 Inlopp läkemedelsrening

Befintlig utloppsledning från Dynasandfilteranläggningen går idag ut till Rimbo recipient, Vallbyån. Befintlig utloppsledning byts mot en ny markförlagd ledning som leder till läkemedelsreningens inloppskammare.

Utloppet från Dynasandfiltren förses med en SS-givare som vid höga halter suspenderade ämnen (>10 mg/l) stänger inloppsventil till läkemedelsreningen. När halten suspenderat material har återgått till normal nivå öppnas ventiler igen och läkemedelsanläggningen tas åter i drift.

Inloppskammaren är konstruerad med två fack. Ena facket är inloppet till läkemedelsreningen och det andra är utloppet. Mellan facken finns en bräddkant, så vid stängd inloppsventil till läkemedelsreningen höjs vattennivån i inloppsfacket och vattnet bräddar över till utloppsfacket och rinner vidare mot recipienten.

5.2 Ozonproduktion

Principförslaget är baserat på produktion av syrgas lokalt på plats med Pressure Swing Adsorption (PSA). Alternativt kan flytande syrgas köpas in via leverantör och lagras i lagringstank, men inom projektet har de valts att producera lokalt på plats för att minska behovet av transporter till verket. Med PSA produceras en syrgas med 90 - 93% syrehalt.

PSA-systemet består av ett flertal komponenter:

- Kompressor
- Avfuktare
- Luftfilter
- Torrluftstank
- PSA-generator
- Lagringstank för syrgas

Kompressorn tar in luft, antingen från rummet eller uteluft via kanalanslutning, och trycker luften via avfuktare och luftfilter in i en lagringstank för torkad luft.

PSA-generatorn består av två kolonner för att säkerställa kontinuerlig produktion. När en kolonn producerar syrgas står den andra i standby-läge. Den torkade luften från torrluftstanken går in i den aktiva kolonnen i vilken ett tryck byggs upp och kvävgas binds till ett molekylskikt under tryckuppbyggnaden, medan syrgasen tillåts passera till lagringstankar för syrgas. En liten del av den producerade syrgasen används till att regenerera molekylsilen i standby-kolonnen.

Producerad syrgas leds till ozongeneratorn, i generatorn går syrgasen genom ett högspänningsfält där vissa syrgasmolekyler klyvs och bildar syreatomer. Syreatomerna reagerar i sin tur med kvarvarande syremolekyler och bildar ozonmolekyler.

Vid produktion blir ozongeneratorn varm och behöver kylas för klara av att ge förväntad produktion, undermålig kylning reducerar generatorns kapacitet. Kylning sker via en sluten vattenloop, efter att vattnet kylt generatorn leds vattnet till en värmeväxlare. Vattnet som används för kylning bör vara av dricksvattenkvalitet, användning av renat avloppsvatten kan leda till igensättningar då det fortfarande innehåller näringsämnen.

5.3 Ozondosering

Ozon leds från generatorn till doserpunkt på inloppsledning till kontaktbassäng. Direkt efter doserpunkten finns en statisk mixer för att säkerställa turbulent flöde för bra inblandning.

Ozondosen sätts manuellt av driftoperatören.

Kontaktkammaren utformas för pluggflöde med kanaler i två våningsplan, där övre kanaler har en fri vattenyta. Kontaktkammaren är utformad för att vid maxflöde ha en kontakttid på 20 minuter. Kontaktkammaren är utformad med två våningsplan för att hålla det nedre planet trycksatt och således säkerställa att allt ozon blandas in med vattnet. Se figur 2 och 3. Övre våningsplan har fri vattenyta. Ovanför kontaktbassängen installeras en ozondestruktör för hantering av eventuella gasbubblor (oinlöst gas).

Mellanväggen i bottenvåningen är gjord i betong. Mellanbjälklaget och väggarna i övervåningen är gjorda i plåt.

Innan tömning av kontakttanken får ske ska ozondoseringen stängas av. Inloppet ska fortsatt vara öppet under inställbar tid (20 min) för att säkerställa att allt ozonerat vatten har gått vidare till sandfiltren. Därefter töms kontakttanken via tömningspumpen, tömning sker till spolavloppstanken.

5.5 Sandfilter

Utgående vatten från kontaktkammaren leds via en inloppsränna in till sandfilteranläggningen. Varje filter samt inloppsrännan förses med en nivågivare. Utgående filtratledning från varje filter förses med flödesmätare och reglerventil.

Utgående filtrat från sandfiltren leds till en filtrattank placerad utanför läkemedelsreningen. Utgående filtratledning från varje filter förses med manuella provtagningsventiler för uppföljning av filtrens drift.

5.5.1 Styrning av sandfilter

Från inloppsrännan släpps vattnet in till filtren via automatiska inloppsluckor. Inkommande flöde ska fördelas jämnt över samtliga filter i drift, för att erhålla en jämn ytbelastning över anläggningen.

Utloppet från varje filter utrustas med flödesmätare samt reglerventil. Flödesmätare installeras för att enklare kunna följa upp varje enskilt filters kapacitet.

Flödet ut från alla filter i drift ska vara samma. Detta styrs av nivågivaren i inloppsrännan som ger ett börvärde på utgående filtrat från respektive filter i drift baserat på aktuell nivå i inloppsrännan, samt antal filter i drift. Eftersom alla filter är kommunicerande via inloppsrännan kommer nivån alltid vara snarlik i samtliga filter i drift. Reglerventilen på filtratledning regleras efter nivågivarens börvärde och mängden utgående filtrat registreras i flödesmätaren.

5.5.2 Backspolning och spolavlopp

Backspolning initieras av att inställd mängd avloppsvatten har filtrerats, reglerventilens öppningsgrad, alternativt att inställd gångtid har löpt ut. En backspolsekvens för ett filter initieras när en av dessa parametrar når startvärde.

Backspolningssekvensen startar med att inloppsluckan till aktuellt filter stängs och nivån i filtret sjunker, när filtret är tomt stänger filtratventilen på utloppet. Backspolning sker sedan i två sekvenser, först en kombinerad luft-vattenspolning (alternativt endast med luft) för att luckra upp sandbädden. Efter luft-vattenspolningen sker backspolning endast med vatten. Spolavloppet leds via en avdragsränna i filtret till spolavloppstanken. Det finns en gemensam avdragsränna för alla fyra filter.

Efter avslutad backspolning öppnar inloppsluckan och filtret fylls, vid inställbar nivå öppnar filtratventilen och filtret återgår till normal drift.

Utgående filtrat från sandfiltren leds till filteranläggningens gemensamma filtratledning, som leder till en filtrattank. Vatten som används för backspolning tas från filtrattanken. I tanken installeras en överfallsränna som leder till

utloppskammaren. Överfallsrännan placeras så att det alltid finns tillräcklig volym i filtrattanken för att utföra en backspolning.

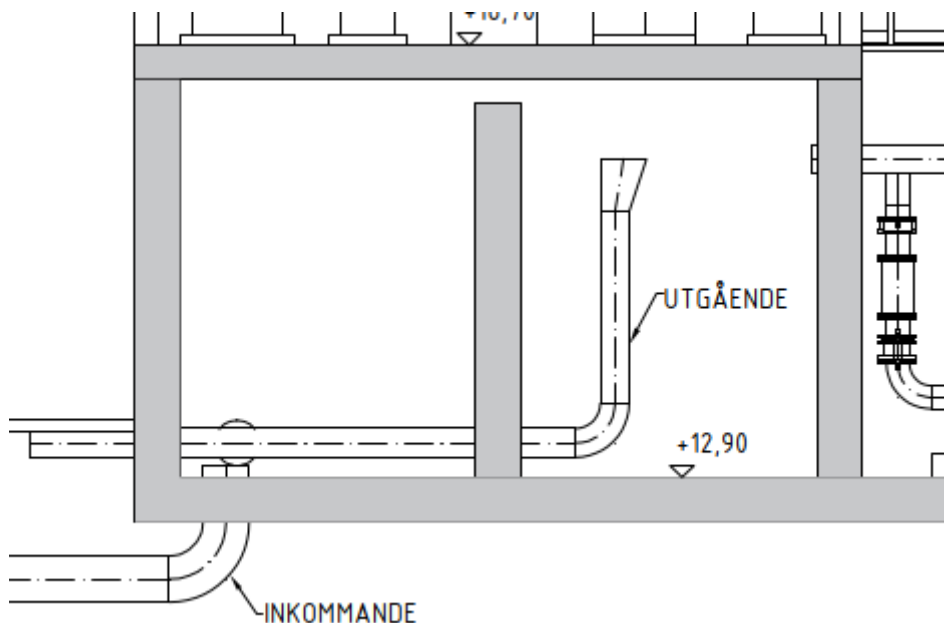
Spolavloppet från en backspolning leds till en spolavloppstank. Till spolavloppstanken kopplas två spolavloppspumpar som pumpar spolavloppet tillbaka till kanal innan sandfång tidigare i processen.

Backspolnings- och spolavloppspumparna är torruppställda och tryckledningar förses med tryckgivare, ventiler och flödesmätare.

Två blåsmaskiner installeras för luftförsörjning till backspolning. Blåsmaskinerna är redundanta, en behövs till en backspolningssekvens.

5.6 Utlopp

Utloppet från läkemedelsreningen leds till verkets recipient via självfall från utloppskammaren. Utloppsledning är försedd med en utloppsträtt placerad över golv för att säkerställa att det går att leda vattnet med självfall till recipienten, se bild Figur 4.



Figur 4 Sektion inlopps- och utloppskammare

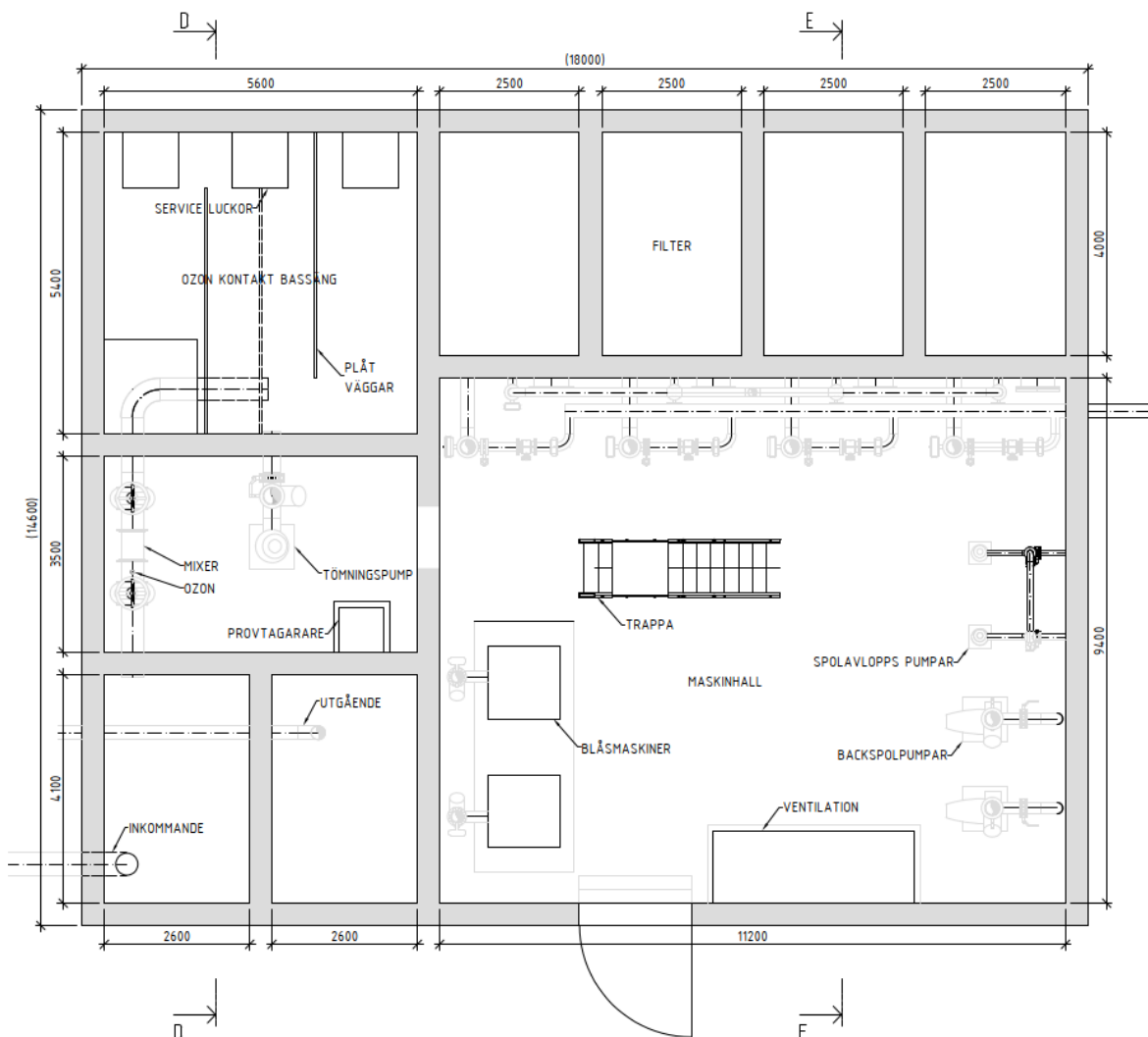
6. Placering

Läkemedelsreningen placeras efter sista processteg i befintlig process, dvs efter Dynasandfilteranläggningen. LM-anläggningen anläggs norr om Dynasandfiltren bredvid befintlig utloppsledning, se Figur 5.



Figur 5 - Placering läkemedelsrening

Byggnaden byggs med två våningsplan, layout visas i Figur 6 och Figur 8.

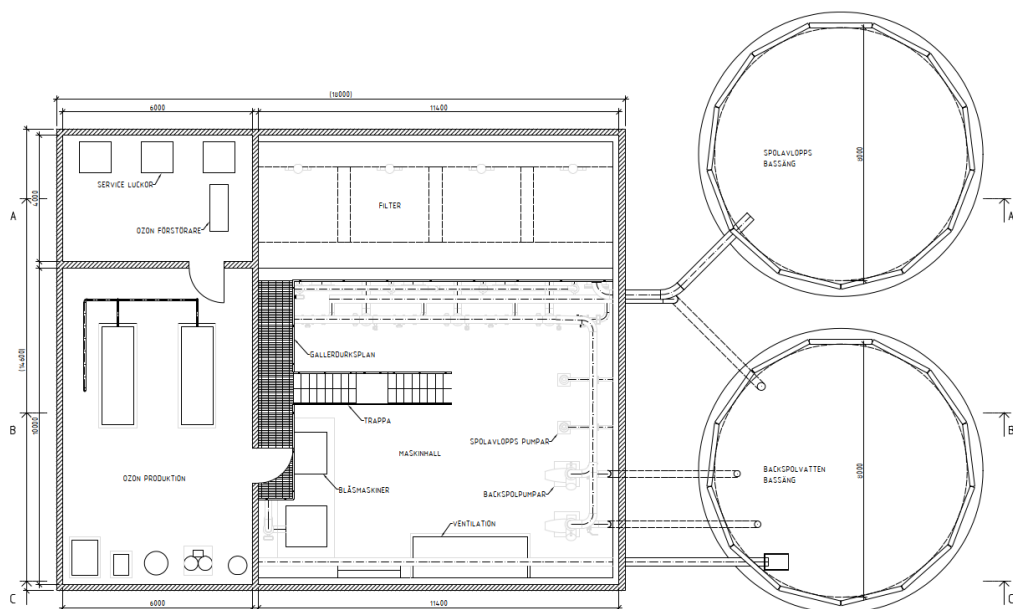


På underplan installeras pumpar samt blåsmaskiner tillhörande sandfiltren i ett gemensamt rum tillsammans med rörgalleri för sandfiltren. I samma rum installeras även ett avfuktungs-aggregat för att säkerställa bra förhållanden i byggnaden. Mellan inlopps/utloppskammare och kontaktkammare installeras en tömningspump till kontaktkammaren, samt en provtagare för provtagning av utgående RAV. För sandfiltren installeras en gemensam längsgående spolränna som leder spolavloppet till spolavloppstanken.



Figur 7 Layout underplan modellvy

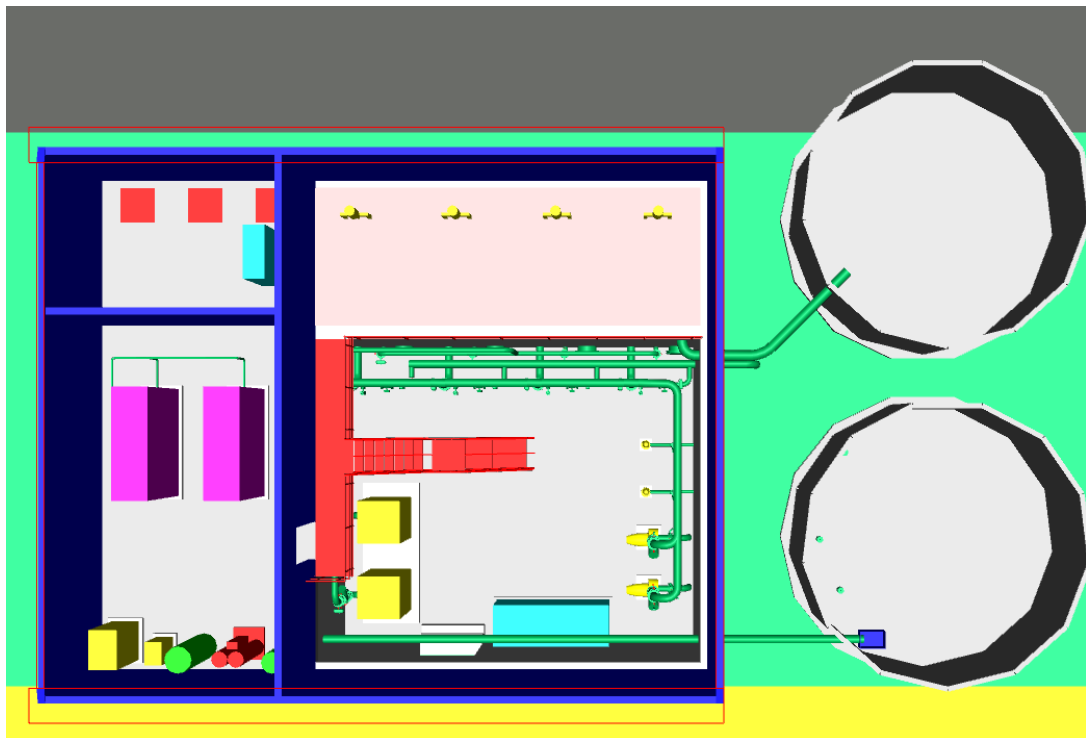
Ovanplan byggs ovanför inlopps/utloppskammare där utrustning för ozonproduktion installeras. Ovanför kontaktkammaren installeras en ozon-destruktör för hantering av kvarvarande oinlösta gasbubblor. I rummet finns även serviceluckor för åtkomst till kontaktbassängen.



Figur 8 Layout läkemedelsrening ovanplan

Ovanför sandfiltren byggs ett tätt gallerdurksplan för åtkomst till inloppsluckor, samt till sandfiltren.

Bassängerna för filtrat och spolavlopp byggs som fristående bassänger placerade bredvid huset. I tanken för backspolvatten installeras en överfallsränna som leder vatten till utloppskammaren, rännan installeras på en höjd så att det alltid finns tillräcklig volym i tanken för att genomföra en backspolningssekvens.



Figur 9 Layout ovanplan modellvy

8. Konstruktion

Bottenplatta, kontaktbassäng och filtervolymmer utförs i platsgjuten betong. Mellanvägg i underplanet i kontaktkammaren görs i betong, mellanväggar i övreplan samt mellanbjälklaget görs i plåt.

Byggnaden utrustas med telferbalkar för åtkomst/lyft av maskinutrustning.

Fasad utgörs av fasadelement (typ Paroc Sandwich) med vertikal montering.

9. VVS

Läkemedelsreningen förses med system för värme, tappvatten, tryckluft, spillvatten och allmän ventilation. På underplan installeras en avfuktare.

Ingen luktrening installeras.

10. El och styr

För läkemedelsrening blir total installerad effekt ca 80 kW. Kompletta styr- och övervakningssystem ska finnas i ny byggnad och ansluts till överordnat styrsystem.

Belysning utförs generellt med LED-armatur, belysning ska vara närvarostyrd. Utomhus förses byggnaden med armatur vid ytterdörr. Nödbelysning ska installeras i samtliga teknikutrymmen samt utrymningsvägar.

11. Genomförandeplan

Läkemedelsreningen kan byggas utan att påverka befintlig drift. Utloppsledningen behöver läggas om, alternativt byggs en förbindelseledning mellan Dynasandfilteranläggningen och läkemedelsreningen. Utloppet från nya anläggningen kopplar sedan på befintlig utloppsledning.

Innan arbete med sammankoppling av förbindelseledning till mätlådan bör nivån i utjämningsdammen sänkas. Under arbetet så stängs matarpumparna till Dynasandfiltren av och inkommande flöde bräddas till dammen.

Total tid för projektering och upphandling bedöms till ca 12 månader, byggtid ca 18 månader.

12. Kalkyl

Tabellen nedan visar investeringskostnaderna för de olika entreprenaderna.

Kostnader är baserade på leverantörsofferten, listpriser samt uppgifter från liknande projekt. Antal och typ av maskinobjekt framgår av kapitel 4 samt från flödesschema.

Kostnader för projektering, samordning och montage är inkluderat i entreprenadkostnaderna.

Entreprenadkostnader, kr	Summa
Byggnadsarbeten	3 500 000
Överbyggnad 252m ²	
Betong 389m ³	3 900 000
Schakter, tillförda massor, armering, btg-plattor	
Markarbeten 1000m ²	500 000
Asfaltytor, Gångytor, Grönytor, yttre VA, schakter för rör och el	
El + styr	1 100 000
VVS	2 200 000
Maskin	9 100 000
Material	7 000 000
Montage	2 100 000
Entreprenörarvode 12 %	2 400 000
Summa entreprenadkostnader, kr	21 000 000
Arbetsplatsomkostnader 15%	3 100 000
Projektering 12%	2 200 000
Produktionskostnad	26 000 000

Tabellen nedan visar den totala projektkostnaden. Den totala kostnaden inkluderar oförutsedda kostnader, myndighetsavgifter samt besiktning. Kostnader kring inredningar utöver maskininstallationer (arbetsbänkar, verktyg mm), räntor och anslutningsavgifter kompletteras i ett senare skede då dessa ej kan uppskattas inom principförslaget.

KOSTNADSSAMMANSTÄLLNING

Prisläge december-22

1. BYGGHERRE-KOSTNADER	Myndighetsavgift och bygglov 0,1%	26 000
	Anslutningsavgifter, VA, el och tele	Tillkommer
2. PROJEKTERING	Ingår i TE Projektorganisation, besiktning, 6%	1 600 000
3. ENTREPRENADER	Totalentreprenad	26 000 000
4. UTRUSTNING, INREDNING	Lös inredning, utrustning och dylikt	Tillkommer
5. RÄNTOR	Räntor och kreditivkostnader	Tillkommer
6. RESERVERADE BELOPP	Oförutsett 20%	5 200 000
7. MERVÄRDESSKATT	25%	Tillkommer
PROJEKTKOSTNAD	SEK exkl moms	33 000 000

12.1 Driftkostnader

I tabell x presenteras uppgifter för maskinutrustningar som har använts för driftkostnadsberäkningarna.

Tabell 6 Effektbehov och drifttider

	Antal	Effekt/st	Kommentar
Backspolpump	2	11 kW	En pump går ca 1 h per dag
Spolavloppspump	2	5,5 kW	En pump går ca 5 h per dag
Blåsmaskin	2	15 kW	En blåsmaskin går ca 0,5 h per dag
Ozonproduktion	1	45 kW	Kontinuerlig drift

I driftkostnaderna har det antagits att det krävs en kvarttidstjänst i personalbehov, som elpris har 1 kr/kWh använts.

Tabell 7 Driftkostnader

		Driftkostnad
Personal		
Personalkostnad	kr/år	231 250
Energikostnad		
Maskinutrustning	Kr/år	408 314
Total kostnad	Kr/år	639 564

12.2 Årskostnad

Årskostnaden för ozon-sandfilteranläggningen har beräknats med följande antaganden:

- Kalkylränta 3%
- Avskrivningstider:
 - o Maskin – 10 år
 - o El och styr – 10 år
 - o VVS – 10 år
 - o Bygg – 33 år
 - o Mark – 20 år
- Underhållskostnader
 - o Byggnader – 1 % av entreprenadkostnaden
 - o Maskiner och allmänt – 2 % av entreprenadkostnaden

Tabell 8 Årskostnader

	Enhet	Kostnad
Driftkostnader	Mkr/år	0,64
Underhållskostnader	Mkr/år	0,33
Kapitalkostnader	Mkr/år	1,84
Total årskostnad	Mkr/år	2,81
Kostnad per behandlad mängd avloppsvatten*	kr/m ³	1,07

*Beräknat på dimensionerande maxflöde för läkemedelsrening, 300 m³/h

13. Diskussion

Val av dimensionerande maxflöde till läkemedelsreningen baseras delvis på tidigare studier som gjorts i Sverige samt inom Europa. Där har det konstaterats att dimensionering för att klara av att rena de högsta flödestopparna från läkemedelsrester blir oekonomiskt jämfört med mängden läkemedel som kan avskiljas. Med vald dimensionering kommer 96% årsflödet till Rimbo ARV att renas i läkemedelsreningen. Anledningen till att 300 m³/h valdes utöver att de ger ett högt procentuellt värde av årsflödet till läkemedelsrening är även att befintlig dynasandfilteranläggning är designat för maxflöde 300 m³/h. Skulle ett högre maxflöde för läkemedelsreningen väljas så skulle det kräva ombyggnationer av befintliga processdelar.

Läkemedelsreningen valdes att placera som sista processteg, för att säkerställa att ingående flöde är så rent som möjligt för att ge bästa möjliga förutsättningar för avskiljning av läkemedelsrester. Det har även diskuterats inom projektet att ha biodammen som ett sista polerstep. Reningen är idag inte dimensionerad för det fluktuerande flöde som det skulle innebära och skulle därmed kräva en utbyggnad av befintlig rening, vilket därför inte bedömts vara ett alternativ.

Under pilotförsöken testades ozondoser mellan 7 och 9 g O₃/m³ med avskiljningsgrader på 72 – 88%. Baserat på detta valdes en ozongenerator som klarar av en dos på upp till 9 g O₃/m³, detta för att säkerställa en medelreduktion på 80% även vid höga halter av organiskt material i inkommande vatten från Dynasandfiltren. Om sandfilteranläggningen kan åtgärdas så utgående TSS-halter blir lägre än dagens så kan dimensionerande ozondos sänkas, vilket skulle innebära en minskad investerings- och driftkostnad.

För ozonproduktionen har det valts att endast sätta in en ozongenerator då det enligt leverantör räcker med att köpa in extra reservdelar för kritiska komponenter för att säkerställa bra redundans.

Den totala kostnaden per behandlad mängd avloppsvatten har beräknats till 1,07 kr/m³. Vid jämförelse med andra förstudie- och forskningsprojekt som gjorts i Sverige där kostnaden ligger mellan kostnaden mellan 0,5 – 1,4 kr/m³ så hamnar kostnaden för Rimbo mitt i spannet. Anledning till att kostnaden inte hamnar i övre siktet av spannet kan dels bero på att endast 1 ozongenerator köps in, vilket är en dyr maskinutrustning. Även att överbyggnad inte byggs för hela byggnaden, är drivande för att hålla nere konstruktionskostnaderna.

Idag finns inga krav kring läkemedelsrening i Sverige. Införandet av lagstiftning kring avskiljning av läkemedelsrester skulle kunna innebära t.ex. en förändring av ozondos eller uppehållstid i kontaktbassängen. Skulle lagstiftning kring väldigt tuffa avskiljningsgrader införas så skulle sandfiltren kunna bytas ut mot kolfilter för att få till en ännu bättre avskiljning. Sådana lagstiftningar skulle innebära

förändringar i design och layout vilket skulle påverka den investeringsbedömning som gjorts.