

**Gruppövningar
2016-08-29**

**Avloppsreningsverk - Den mest komplicerade
processanläggning som finns**

**Exempel på en genomgång av processfunktionen
vid ett avloppsreningsverk på 5500 pe**

VA-Konsulten Magnus Aronsson AB

1.1. Befintlig dimensionering

Enligt uppgifter i miljörapport gäller följande dimensionering för befintligt verk:

Antal pe:	5 500
Q (m ³ /d)	5 170
Q _{dim} (m ³ /h)	264
BOD ₇ (kg/d)	385
P-tot (kg/d)	12,6

1.2. Dimensionerande flöde

$$Q_{\text{dim}} = Q_s/T_s + Q_d/24 + Q_i/T_i$$

$$Q_{\text{dim}} = \text{dimensionerande flöde (m}^3/\text{h)}$$

$$Q_s = \text{medelspillvattenmängd (m}^3/\text{d) ca 0,2-0,25 m}^3/\text{pe, d}$$

$$Q_d = \text{läck- och dräneringsvatten (dygnsmedeltal vid torrväder) (m}^3/\text{d) ca 0,15-0,17 m}^3/\text{pe, d}$$

$$T_i = 10 \text{ timmar om man inte kan påvisa något annat}$$

Belastande folkmängd (pe)	T _s (h)
26-200	8
201-500	11
500	13
1000	14
2000	15
5000	16
10000	17

Fråga 1. Stämmer befintlig dimensionering?

Vanligtvis räknar man med att mekanisk rening dimensioneras för att klara 4 x Q_{dim} och efterliggande steg (biosteg) till 2 x Q_{dim}.

1.3. Belastning

Nedan redovisas medelvärden av flödesbelastningar under åren 2011 – 2014.

Tabell 1. Inkommande flödesbelastning. 2011-2014

Flöden	2011	2012	2013	2014	medel 2011-2014
Totalt (m ³ /år)	1 090 660	1 221 734	1 062 550	1 256 221	1 157 791
Medeldygn (m ³ /d)	2 988	3 155	2 911	3 433	3 121
Maxdygn (m ³ /d)	7 606	8 782	10 961	7 789	8 785
Mindygn (m ³ /d)	1 545	1 891	1 655	1 332	1 606
Ovidkommande vatten (m ³ /år)	759 297	850 264	690 898	877 935	794 599
Del av totflöde (%)	70	70	65	70	69

Tabell 1 visar att flödet in i verket är relativt konstant år från år. Mängden ovidkommande vatten är stor.

Vid maxdygn överskrider inte flödet in i verket dimensionerat Q_{\max} för anläggningen.

Om man antar att man har en specifik vattenförbrukning på 200 l/pe/d motsvarar medeldygnslödet för åren 2011-2014, 3121 m³/d en anslutning på 15 605 pe som ska jämföras med dimensionerad anslutning på 5 500 pe. Verket är dock från början dimensionerat för 12 000 pe.

I tabell 2 nedan redovisas inkommande medeldygnsbekastning vad gäller föroreningar under åren 2011-2014.

Tabell 2. Inkommande medeldygnsbekastning, kg/d. 2011-2014

Kg/d	2011	2012	2013	2014	Medel	Dim
BOD ₇	143	162	290	221	204	385
P-tot	4,8	5,0	8,0	5,0	5,7	12,6

Värdena i tabell 2 är tagna från 25 veckoprover och man kan konstatera att verket är lågt belastat ur föroreningssynpunkt. Med de stora mängderna ovidkommande vatten gör detta att inkommande avloppsvatten är kraftigt utspätt.

I tabell 3 nedan redovisas medeldygnsbelastningen av BOD, P-tot under åren 2011-2014 omräknat till pe. Vid omräkning har 70 g BOD/pe och 2,5 g P-tot/pe och dygn använts som omräkningsfaktor.

Tabell 3. Medelbelastning 2011-2014 BOD₇ och P-tot omräknat till pe-belastning.

Anslutna	BOD ₇	P-tot
pe	2 914	2 280

Fråga 2. Vad kan man läsa ut av tabell 2 och 3. Verkligt antal anslutna personer är enligt uppgift 3 200 personer.

1.4. Bräddning vid avloppsreningsverket

Det finns möjlighet för bräddning i pumpstation vid verket till recipient för flöden större än 4 Q_{dim} (4 Q_{dim}=1056 m³/h och pumparnas kapacitet är 1200 m³/h). Det finns även möjlighet till bräddning förbi biosteget direkt till flockning för flöden större än 2 Q_{dim}. I tabell 4 visas total mängd bräddat vatten från verket till recipient för åren 2011-2014.

Tabell 4. Bräddning i verket under år 2011-2014.

Bräddning (m ³ /år)	2011	2012	2013	2014
Hydraulisk överbelastning	0	0	0	0
Driftavbrott	0	0	6 930	930
% av totalt flöde	0	0	0,2	0,07

Bräddningar på verket har skett under 2013 och 2014 pga planerat underhållsarbete eller stillestånd på grund av åska (störning i driften). Ingen bräddning har skett på grund av hydraulisk överbelastning.

En orsak till att verket inte bräddar vid stora regn i kombination med den stora mängden ovidkommande vatten beror troligen på att verket från början dimensionerades för 12 000 pe.

1.5. Reningsresultat

Nedan redovisas en sammanställning av utgående halter. Medelvärdet av årsmedel för 2011 – 2014 redovisas i tabell 5.

Tabell 5. Utgående halter.

mg/l	2011	2012	2013	2014	Medel	Gränsvärde
BOD ₇	3,4	3,0	3,3	3,5	3,3	10
P-tot	0,23	0,13	0,14	0,17	0,17	0,3

Fråga 3. Vad kan man läsa ut av tabell 5

1.6. Utsläppta föroreningsmängder

Kvarstående föroreningar i utgående avloppsvatten efter reningsprocesserna samt bräddat vatten är den mängd som belastar recipienten och som redovisas i nedanstående tabell 6.

Tabell 6. Utsläppta föroreningsmängder från avloppsreningsverket 2011-2014.

Parameter	2011	2012	2013	2014
Q _{tot} (m ³ /år)	1 090 660	1 221 734	1 062 550	1 256 221
BOD ₇ (ton/år)	3,7	4,0	3,9	4,8
P-tot (ton/år)	0,26	0,17	0,16	0,23

Fråga 4. Vad kan man läsa ut av tabell 6

Rita processschema

2. Mekanisk rening

2.1. Processfunktion

Inkommande avloppsvatten lyfts upp med hjälp av två stycken snäckskruppumpar till ett rensgaller med en spaltvidden 3 mm. Avskilt rens tvättas och komprimeras i en renstvättpress och trycks till ett sopkärl. Renset skickas till förbränning.

Vidare leds avloppsvattnet till ett luftat sandfång där sand och andra tyngre partiklar avskiljs. I sandfånget finns tre mammutpumpar, en i varje ficka, som tidsstyrt pumpar upp sand till en sandtvätt.

Vattnet leds vidare till två parallella försedimenteringsbassänger. Avskilt primärslam pumpas (2 m³/h) med hjälp av två pumpar vidare till en gravimetrisk slamförtjockare (slamfötjockare 2).

2.2. Kommentarer

Den mekaniska reningen såg bra ut.

Processschema bör uppdateras hur primärslam pumpas.

3. Biologisk rening

3.1. Processfunktion

Efter försedimenteringen leds vattnet vidare till en pumpstation. Från pumpstationen lyfts vattnet upp på en stor biobädd fylld med sten som

bärrmaterial. Vattnet leds sedan tillbaka till pumpstationen där biologiskt renat vatten kan föras tillbaka till biopumpen om flöde in i verket är lågt annars leds vattnet vidare till kemisk flockning.

3.2. Kommentarer

Funktionen av biobädden var bra men biobädden är alldeles för stor vilket innebär att man driver en långt gående kväveringsprocess vilket i sin tur kan innebära svårigheter i efterliggande sedimentering. Man kan med fördel minska mängden bärrmaterial i biobädden för att få en bättre balans i processen.

En möjlighet är att ta bort en del av bärrmaterialet i biobädden. Man behöver ca 1,6-1,7 meter med bärrmaterial i den befintliga biobädden för att klara den dimensionerande belastningen.

Fråga 5. Kan man med blotta ögat se om biosteget fungerar.

4. Kemisk behandling

4.1. Processfunktion

Mekaniskt och biologiskt behandlat vatten leds från biobädden via inblandningsmixer och flockningsbassäng med mekanisk omrörare till slutsed. Till flockningen har AVR doserats under åren 2011 och 2012 samt ALG under åren 2013 och 2014. Vid besiktningstillfället hade man under en tid gjort försök med att använda sig av fällningskemikalien PAX XL100 med polyamin vilket har gett goda resultat. Man planerar att permanenta doseringen av PAX under 2016. Från flockningen leds vattnet till tre parallella sedimenteringsbassänger där bildade flockar sedimenterar.

Tabell 7. Förbrukning av fällningskemikalie

Ton/år	2011	2012	2013	2014
AVR	117	146	-	-
ALG	-	-	126	195

Avskilt slam pumpas till en gravimetrisk förtjockare (Slamförtjockare 1) för vidare behandling.

Dekanterat renat avloppsvatten leds via en kanal för flödesmätning innan vattnet förs till recipient.

4.2. Kommentarer

Utsläppskraven på utgående vatten vad gäller BOD och fosfor är ganska högt ställda på avloppsreningsverket vilket innebär att man måste använda sig av lite högre dosering av fällningskemikalie. Aluminiumresten låg under år 2014 på 3 mg/l i medeltal på utgående vatten (pendlade mellan 1,3 - 6,8 mg/l) vilket är ganska högt. Man bör ligga under 0,5 mg/l. Aluminiumrest i utgående behandlat avloppsvatten bör undersökas om aluminium ligger i löst form eller är partikelbunden. Ligger aluminiumresten i partikelform kan problemen vara en följd av att den biologiska reningsprocessen är överdimensionerad vilket i sin tur kan innebära att man får försämrade sedimenteringsegenskaper i sedimenteringen och då följer aluminium med suspen ut till recipient. Ligger aluminiumresten i löst form så doserar man troligen för mycket fällningskemikalie. Då kan man prova att

minska doseringen och släppa utgående fosforhalt närmare 0,3 mg/l och se om man får ner aluminiumresten. Enligt uppgift så är man med ny fällningskemikalie under 10 mg/l i utgående susphalt, vilket är positivt.

Fråga 6. Kan man med blotta ögat se om kemisk fällning och sedimentering fungerar.

5. SLAMBEHANDLING

5.1. Processfunktion

Slam från de gravimetriska förtjockarna pumpas till ett våtslamlager som är försedd med möjlighet till omrörning med hjälp av luft. Från våtslamlager pumpas slammet med en TS-halt på 2-3 % till en slamcentrifug som avvattnar slammet till en TS-halt på ca 25-29 %. På ledning till centrifug tillsätts polymer.

Avvattnat slam används som sluttäckning av deponi.

Tabell 7. Förbrukning av Polymer

Kg/år	2011	2012	2013	2014
Polymer	335	514	633	976
Slam ton TS/år	137	142	180	228
kg polymer/ ton TS	2,4	3,6	3,5	4,3

5.2. Kommentarer

Polymerdoseringens mängd beror på olika faktorer men man brukar vanligtvis dosera 3-5 kg polymer per ton TS. Polymerdoseringen vid avloppsreningsverket faller väl inom ramen för "normaldosering".

6. PROVTAGNING OCH MÄTNING

6.1. Utrustning

Flödesmätning

Flödesmätning sker med hjälp av rakt skibord och nivåmätare som är placerad i utgående kanal.

Provtagare

Provtagare finns på inkommande före galler och på utgående behandlat vatten i utgående kanal.

Susp-mätare

Susp-mätare finns och är placerad mellan biobädden och flockning.

Kalibrering av mätare och instrument

Rutin och journalföring för kalibrering av anläggnings mätare samt larm är framtagna.

6.2. Kommentarer

Sugslangarna till provtagare byts två gånger per år. Vid besiktningstillfället var sugslang till inkommande provtagare smutsig. Slangar bör göras rena efter varje användning. I övrigt var det god ordning på verkets instrumentering.

Kylskåpen till provtagningsutrustningen sätts på innan provtagning och temperaturen brukar då enligt uppgift ligga mellan 2-4 °C.

Fråga 7. Har man valt rätt typ av instrument för det man vill få information om och behöver för styrning av processen?

7. ÖVRIGT

7.1. Bemanning

Verket är bemannat varje dag där en drifttekniker har huvudansvaret för verket. Man är totalt 6 personal på VA-sidan som har beredskap.

7.2. Kommentarer

Driftpersonal har goda kunskaper om processen och arbetar kontinuerligt med förbättrande åtgärder.

7.3. Journalföring

Protokoll för journalföring finns.

7.4. Drift- och skötselinstruktioner

Det finns drift- och underhållsinstruktioner i leverantörernas pärmar. Det finns ingen uppdaterad sammanställd drift- och skötselinstruktion för processen med maskin- och instrumentinstruktioner.

7.5. Kommentarer

Driftinstruktioner för processen bör uppdateras.

7.6. Kontrollprogram och villkorsuppföljning

Kommunen arbetar kontinuerligt med sitt egenkontrollprogram för villkorsuppföljning som man kontinuerligt uppdaterar. Under 2016 planeras en större revidering av egenkontrollprogrammet.

7.7. Larmanordningar

Larmanordningar finns i verkets styr- och övervakningssystem. Larm efter arbetstid skickas från server via sms till jourtelefon.

7.8. Belastning och reningsresultat

Se tidigare avsnitt.

8. BYGGNADER OCH MASKINER

8.1. Elförbrukning

När man jämför energiförbrukningen med andra verk så är det många parametrar som ska jämföras och det blir skillnad på stora och små anläggningar, hög eller låg belastning, vilken reningsprocess man har mm.

I en undersökning av energianvändningen vid svenska reningsverk uppskattas elenergianvändningen till 80 kWh/år per ansluten person.

Avloppsreningsverkets elenergiförbrukning samt motsvarande anslutna pe motsvarande 80 kWh/år per ansluten person redovisas i tabell 8.

Tabell 8. Elförbrukning vid avloppsreningsverket

År	2011	2012	2013	2014
KWh/år	398 206	396 428	384 262	399 376
pe	4 978	4 955	4 803	4 992

Med tanke på att man har ett flöde in i verket motsvarande över 15 000 pe och man ska lyfta allt vatten över biobädden är elförbrukningen vid avloppsreningsverket ganska lågt. Ser man till föroreningsbelastningen som motsvarar lite under 3 000 pe så är det en elförbrukning motsvarande knappt 5 000 pe något högt.

8.2. Byggnader

Reningsverkets byggnad var i gott skick.

8.3. Städning

Verket var städat och väl underhållet.

9. SAMMANFATTNING

Avloppsreningsverket är belastat med en stor mängd ovidkommande vatten. Ledningsnätet är under kontinuerlig sanering med trots detta är det stora mängder ovidkommande vatten. Man bör utreda orsakerna till den stora mängden ovidkommande vatten och hur stor investeringstakten bör vara för att minska inläckaget in i ledningsnätet.

Ledningsnätet var inte något som ingick i denna periodiska besiktning och således studerades inte någon saneringsplan. Enligt uppgift avsätter man ca 1 miljon kronor per år i sanering av ledningsnät. Detta innebär att man åtgärdar ca 1 km ledning per år vilket i sin tur innebär att man har en utbytestakt på 450 år. Med anledning av den stora mängden ovidkommande vatten samt utbytestakten på ca 450 år finns det anledning att se över saneringsplan gällande ledningsnätet.

Revidera processschema som visar hur man pumpar slam från försed och slutsed.

Funktionen av biobädden var bra men biobädden är alldeles för stor vilket innebär att man driver en långt gående kväveringsprocess vilket i sin tur kan innebära svårigheter i efterliggande sedimentering. Man kan med fördel minska mängden bärarmaterial i biobädden för att få en bättre balans i processen.

Det finns möjlighet i befintlig kanal att installera en flödesinduktiv mätare eller en modern dopplermätare för en noggrannare flödesmätning.

Utsläppskraven på utgående vatten vad gäller BOD och fosfor är ganska högt ställda på avloppsreningsverket vilket innebär att man måste använda sig av lite högre dosering av fällningskemikalie. Aluminiumresten låg under år 2014 på 3 mg/l i medeltal på utgående vatten (pendlade mellan 1,3 - 6,8 mg/l) vilket är ganska högt. Man bör ligga under 0,5 mg/l. Aluminiumrest i utgående behandlat avloppsvatten bör undersökas om aluminium ligger i löst form eller är partikelbunden. Ligger aluminiumresten i partikelform kan problemen vara en följd av att den biologiska reningsprocessen är överdimensionerad vilket i sin tur kan innebära att man får försämrade sedimenteringsegenskaper i sedimenteringen och då följer aluminium med suspen ut till recipient. Ligger aluminiumresten i löst form så doserar man troligen för mycket fällningskemikalie. Då kan man prova att minska doseringen och släppa utgående fosforhalt närmare 0,3 mg/l och se om man får ner aluminiumresten. Enligt uppgift så är man med ny fällningskemikalie under 10 mg/l i utgående susphalt, vilket är positivt.