

Utvärdering av avskiljningsgrad hos trappstegsgaller från Hydria Water

Testanläggning på Vårgårda avloppsreningsverk

23. juni 2025

(revision 0.4)

Framtagen till:
Hydria Water

Framtagen av:
Envidan AB
Stina Karlsson
E-mail: stk@envidan.se
Projektnr.: 2240793
Kvalitetssäkring: Petter Lind, Ann Mattsson
Sida 1 av 11

Innehållsförteckning

1.	Sammanfattning	3
2.	Bakgrund.....	3
3.	Teori	4
3.1	Avskiljningsgrad	4
4.	Material och metod	5
4.1	Testanläggning.....	5
4.2	Testmetod.....	8
5.	Resultat	9
6.	Diskussion.....	10
7.	Slutsatser	11
8.	Referenser.....	11

1. Sammanfattning

Syftet med denna studie var att undersöka avskiljningsgraden av rens hos ett vidareutvecklat trappstegsgaller från Hydria Water. Tester har genomförts vid Vårgårda avloppsreningsverk, i en testanläggning som har installerats som backup för befintlig rensavskiljning på reningsverket. Det testade gallret är av modell SSD 1100-600-2 med 2 mm spaltvidd och är konstruerat för att kunna köras i både stegläge och pulsläge. I denna studie användes enbart pulsläge, där gallret rör sig i korta, ofullständiga steg vilket är ett driftläge som minskar genomströmningen av vatten under rörelsen och främjar uppbyggnaden av rensmatta.

Testupplägget har utformats med utgångspunkt i den metodik som beskrivs i en studie utförd vid Chalmers tekniska högskola (Larsson & Andersson, 2005), där både progressiva trappstegsgaller och konventionella trappstegsgaller utvärderades. En viktig skillnad mellan studierna är uppsamlingsmetoden av material i vatten som passerat rens-gallret. I Chalmersstudien användes en copasac med 4-6 mm maskvidd, medan denna studie använde hålperforerade silar av plåt med 2 mm och 6 mm hål.

Fem tester har genomförts med varierande test-tid, flöde och silstorlek. Avskiljningsgraden (SCR, Screen Capture Rate) har beräknats både baserat på våtvikt och torrsubstanshalt. De högsta SCR-värdena, över 90 % baserade på våtvikt, uppnåddes vid längre testtider (40 - 45 minuter) och med 2 mm sil, vilket tyder på att rensmatteuppbyggnad har betydelse för avskiljningsgraden. De två testtillfällen som gav lägre SCR än 90 % genomfördes med kortare testtid på grund av att utloppsilens kapacitet blev begränsande, vilket kan innebära att inte rensmattan hann byggas upp tillräckligt under testtiden.

Envidan deltog i studien som en oberoende part med ansvar för dokumentation och kontroll av testerna.

2. Bakgrund

Studier har genomförts på Chalmers tekniska högskola (Larsson & Andersson, 2005) där avskiljningsgraden undersöktes hos tre olika rens-galler av typen steg-galler, tillverkade av Meva, Nordic Water AB. Två Monoscreen-galler (progressiva galler) med 2 och 3 mm spaltvidd jämfördes med ett traditionellt Rotoscreen-galler (trappstegsgaller) med 3 mm spaltvidd. Testerna genomfördes vid Floda avloppsreningsverk och syftade till att studera hur parametrar som flöde, spaltvidd, tryckfall samt driftläge (puls- eller stegvis drift) påverkar gallrens effektivitet. Resultaten visade att de progressiva gallren kunde uppnå en avskiljningsgrad på upp till 81 % vid optimerade förhållanden med pulsläge och 200 mm tryckfall, medan det konventionella trappstegsgallret nådde 52 % när det driftades i stegläge. För de progressiva gallren uppmättes en avskiljningsgrad upp till 76 % i stegläge, vilket visar att driftläget har inverkan på gallrets effektivitet. Denna undersökning utgör en central referens inom området och benämns hädanefter som Chalmersstudien.

Progressiva trappstegsgaller är asymmetriskt konstruerade med olika storlek på trappstegen. I den nedre delen är gallret relativt plant, men stegens utformning gör att steglyften ökar gradvis mot avlastningszonen. Konstruktionen är avsedd att främja rensmatteuppbyggnad och effektiv gallertransport.



Traditionella trappstegsgaller har en konstruktion där alla steg har samma utformning vilket ger en konstant geometri över hela gallrets längd (linjär utformning). På så sätt transporteras rensat så att rensmattans sammansättning bevaras under transporten.

Hydria Water har vidareutvecklat sina trappstegsgaller och tagit fram en ny modell, SSD, där bottenkonstruktionen skiljer sig från tidigare modeller. Silstavarna och stegen har samma dimension över hela gallrets transportyta, men till skillnad från traditionella trappstegsgaller är bottensteget rörligt och följer med gallrets rörelse. Detta förhindrar att större öppningar uppstår i nedre delen av gallret vid drift. Utformningen av bottensteget är patenterad, för mer information se patent SE0401062. SSD-modellen har utvecklats för att kunna köras med pulsdraft, där gallret rör sig i korta, ofullständiga steg. Syftet med denna driftform är att ytterligare minska genomströmningen genom den nedre delen av gallret under rörelse, vilket förväntas främja rensmatteuppbyggnad och därmed förbättra avskiljningsgraden.

För att undersöka hur denna konstruktion fungerar i praktiken har Hydria Water låtit genomföra en serie tester med det nya gallret i pulsläge. Målet har varit att studera dess avskiljningsförmåga och att jämföra resultaten med de som tidigare redovisats i Chalmersstudien.

Envidan deltog i arbetet som en kontrollerande funktion med ansvar för att följa upp, dokumentera, analysera testerna och skriva testrapport. Envidans roll kan beskrivas som en form av tredjepartsgranskning, med syftet att säkerställa att testerna genomförts på ett objektiva och transparent sätt.

3. Teori

3.1 Avskiljningsgrad

Beräkningarna av avskiljningsgraden i denna studie följer samma metodik som användes i Chalmersstudien (Larsson & Andersson, 2005). Där definieras avskiljningsgraden, även kallad screen capture rate (SCR), som ett mått på hur effektivt ett rensgaller fångar upp fasta partiklar ur ett avloppsvattenflöde.

SCR uttrycks i procent och beräknas enligt följande formel:

$$SCR = \frac{Y}{X} * 100\%$$

där:

X är den totala mängden partiklar i det inkommande avloppsvattnet

Y är mängden partiklar som fångats upp av rensgallret

Eftersom det inte är praktiskt möjligt att mäta X direkt under ett test (då det skulle kräva att alla partiklar avlägsnas vid inloppet), används det teoretiska sambandet:

$$X = Y + Z$$

där:

Z är mängden partiklar som passerat genom rensgallret



Genom att ersätta X i ursprungsformeln får man en mer praktiskt tillämpbar beräkning:

$$SCR = \frac{Y}{Y + Z} * 100\%$$

Denna metod möjliggör noggranna och reproducerbara mätningar av rengallrets effektivitet under realistiska förhållanden.

4. Material och metod

4.1 Testanläggning

Testerna genomfördes i en testanläggning för rensavskiljning på Vårgårda avloppsreningsverk. Anläggningen fungerar som backup för den ordinarie rensavskiljningen på reningsverket och är levererad av Hydria Water. Den är placerad i en container och består av ett rengaller av modell SSD 1100-600-2 med en spaltvidd på 2 mm, en renstvättpress, en uppsamlingsbehållare för renspåse samt ett styrskåp (se Bild 1 och Bild 2). Rengallrets maximala hydrauliska kapacitet är 400 m³/h.

Nivån före gallret övervakas av en hydrostatisk tryckgivare monterad 210 mm ovan botten.

Tryckgivarens signal styr gallrets start vid en förinställd nivå (510 mm) och med en fördröjning på 0,5 sekunder. Under testerna användes enbart pulsläge, med en pulstid inställd på 0,25 sekunder.



Bild 1 Testanläggning.



Bild 2 Testanläggning.

Rens från gallret samlades upp i en korg med 2 mm hålperforering, placerad i schaktet där rens normalt leds till renstvättpressen (se Bild 3).



Bild 3 Uppsamlingskorg för rens, 2 mm hålperforering.

Avloppsvatten pumpas in till testanläggningen från närmaste pumpstation på ledningsnätet. Innan avloppsvattnet når testanläggningen släpps vattnet i ett inloppsschakt (se Bild 4 och Bild 5).



Bild 4 Inloppsschakt.



Bild 5 Inloppsschakt.

Avloppsvatten som passerat renskallret fortsätter vidare till en utloppslåda (se Bild 6) där möjlighet till justering av vätskenivån efter galler finns genom isättning av plåt. Under dessa tester användes ingen plåt och vattennivån efter galler var 17 cm.



Bild 6 Utloppslåda med möjlighet att justera vätskenivån efter gallret.

Flödet går sedan vidare från utloppslådan och släpps i befintlig kanal på reningsverket. I utloppet på detta rör monteras under testet en sil (utloppssil) för att fånga upp partiklar. Under testet användes två olika utloppssilar av rostfritt stål, en med 2 mm hålperforering och en med 6 mm hålperforering (se Bild 7 och Bild 8).



Bild 7 Vattnet släpps till kanal.



Bild 8 Utloppssil för silning av vatten som släpps i kanal.

4.2 Testmetod

Testmetoden som användes i denna studie har, så långt det varit möjligt, utformats för att efterlikna den metod som tillämpades i Chalmersstudien (Larsson & Andersson, 2005). Syftet med detta är att möjliggöra en direkt jämförelse av resultaten mellan studierna.

Alla tester startades med ett tomt rens-galler, det vill säga utan rensmatta. Silkorgen för uppsamling av rens var tömd och installerad i rens-schaktet och utloppssilen tömd och installerad på utloppsledningen. Testet startades genom att pumpen i pumpstationen sattes igång. Pumpen styrdes med frekvensomformaren i hand-läge så att pumpen gick på fast varvtal. Detta gjorde att flödet inte varierade under respektive test. Testtiden började räknas från det ögonblick pumpen startades.

I början av testperioden ansamlades fasta partiklar på gallret, vilket successivt byggde upp en rensmatta. När vattennivån uppströms gallret nådde den förinställda startnivån för gallerdrift, aktiverades gallret och genomförde en puls. Tiden för hur snabbt en rensmatta bildades varierade mellan testerna beroende på vattnets sammansättning.

Den totala testtiden varierade mellan 3 och 45 minuter. Vid testet med testid på 3 min avbröts testet på grund av att utloppssilen blev igensatt men under de andra testerna avbröts testet efter en förutbestämd tidsperiod.

När testet avslutades kördes gallret manuellt för att överföra allt uppsamlat rens till silkorgen som var placerad i schaktet efter gallret. Därefter lyftes både silkorgen och utloppssilen av och placerades för att få rinna av i 30 minuter.

Efter att silkorgen och utloppssilen hade fått stå i 30 minuter så tömdes materialet i separata hinkar, varefter innehållet vägdes. Prover för torrsubstansanalys (torrvikt) togs och förvarades i lufttäta provbehållare för senare analys. För mätning av torrsubstans användes en våg med inbyggd halogenlampa av märket KERN DAB, modell 100-3.

5. Resultat

Totalt utfördes fem tester med varierande testtid, vattenflöde och utloppssilens hålstorlek. Tabell 1 sammanfattar resultatet från dessa tester.

Tabell 1 Sammanställning av testresultat.

	Testtid	Flöde	Hålstorlek utloppssil	Våtvikt rens galler	Våtvikt material utloppssil	TS-halt rens från galler	TS-halt material utloppssil	SCR (våtvikt)	SCR (torrvikt)
	min	m ³ /h	mm	g	g	%	%	%	%
Test 1	15	89	2	1933	677	11	16	74	65
Test 2	3	79	2	1966	1085	19	11	64	75
Test 3	45	92	6	2718	13	14	11	99,5	99
Test 4	40	92	2	581	61	11	19	90,5	84
Test 5	40	94	2	807	84	11	17	91	86

I test 1 användes en 2 mm utloppssil. Flödet var 89 m³/h och testet avbröts efter 15 minuter eftersom utloppssilen då började bli så full med rens att den skulle börjat brädda över om testet fortskred. Avskiljningsgraden uppgick till 74 % baserat på våtvikt, medan SCR beräknad utifrån torrsvikt var 65 %. Skillnaden mellan SCR (våtvikt) och SCR (torrvikt) kan förklaras av högre vattenhalt i det uppfångade rensset.

Test 2 fick avbrytas redan efter 3 minuter på grund av att utloppssilen snabbt fylldes med rens och flödet hindrades. Flödet var något lägre, 79 m³/h. SCR uppgick till 64 % (våtvikt) och 75 % (torrvikt). Den korta testtiden innebar troligtvis att någon stabil rensmatta inte hann bildas, vilket påverkar separationseffektiviteten negativt. Den högre SCR baserat på torrsvikt tyder på att det material som fångades upp i utloppssilen hade en hög vattenhalt jämfört med det material som fastnade i gallret.

Vid test 1 och test 2 hade rensset en annan karaktär jämfört med övriga tester. En visuell bedömning indikerade att rensset innehöll mer fett och fibrer jämfört med vid de andra testtillfällena vilket snabbt satte igen utloppssilen.

I test 3 användes en grövre 6 mm utloppssil. Testet pågick i 45 minuter med ett flöde på 92 m³/h. SCR uppmättes till 99,5 % (våtvikt) och 99 % (torrvikt). Den stora hålstorleken i silen kan ha släppt igenom mycket små partiklar och därmed gett ett lågt Z-värde. Resultatet bör därför tolkas med viss försiktighet.

Test 4 och test 5 genomfördes under liknande förhållanden med en 2 mm utloppssil, flöde på 92 respektive 94 m³/h, och en testtid på 40 minuter. SCR uppmättes till 90,5 % respektive 91 % (våtvikt), medan SCR baserat på torrsvikt var 84 % respektive 86 %. Den långa testtiden gav rensmattan möjlighet att stabiliseras, vilket sannolikt förklarar de höga värdena. Vid båda dessa tester så hade börvärdesnivån före galler uppnåtts efter ca 33 minuter och gallret gjorde då en puls vilket sänkte nivån. Fler pulser behövdes inte inom den tid som de två testerna pågick.

6. Diskussion

Resultaten i denna studie har jämförts med de som redovisades i Chalmersstudien (Larsson & Andersson, 2005), där olika typer av rensgaller testades under liknande förhållanden. En viktig metodskillnad mellan studierna gäller uppsamlingsutrustningen för de partiklar som passerar gallret. I Chalmersstudien användes en copasac, en mjuk nätpåse med angiven maskvidd på 4-6 mm medan det i denna studie användes hålperforerade silar av rostfritt stål med hålstorlekar på 2 mm respektive 6 mm. Skillnaden i material och konstruktion mellan dessa uppsamlingsenheter påverkar möjligheten att göra direkta jämförelser av avskiljningsgraden (SCR).

Eftersom copasacen är tillverkad av ett flexibelt material kan dess faktiska öppningsstorlek variera under testets gång. Belastning av rens, vattenflöde och rörelser i nätet kan orsaka att maskorna sträcks ut eller trycks ihop, vilket gör det svårt att exakt bedöma storleken på och mängden material som passerar genom den. Detta innebär en osäkerhet i uppskattningen av mängden passerat material (Z) och därmed i beräkningen av SCR.

Även hålperforerade silar har vissa begränsningar. Trots att de har en definierad hålstorlek vid teststart kan rens börja täppa igen hålen under pågående test, vilket påverkar genomströmningen och i praktiken förändrar den effektiva öppningsarean. Denna variation är dock mer förutsägbar än hos ett mjukt nät, vilket gör perforerade silar mer lämpliga i denna typ av tester. När en sil med mindre öppning, så som en 2 mm, används kommer rimligen en större andel av materialet att fångas upp jämfört med en sil med större öppning. Detta innebär att det vid dessa tester i varje fall inte överskattar avskiljningsgraden i jämförelse med de tester som gjorts i Chalmersstudien.

Bland de faktorer som verkar ha haft störst påverkan på avskiljningsgraden i denna studie är testtidens längd och rensmatteuppbyggnaden. I testfall med kortare testtid observerades lägre SCR-värden, vilket kan bero på att rensmattan inte hunnit etableras. I tester med längre varaktighet uppmättes däremot SCR över 90 %, vilket tyder på att en stabil rensmatta fungerar som ett sekundärt filter som förbättrar separationseffektiviteten.

Flödet låg relativt konstant mellan testerna (79-94 m³/h), vilket innebär att dess påverkan inte kan analyseras i detalj i denna studie. Det kan dock noteras att flöden inom detta intervall tycks ha tillåtit stabil drift och uppbyggnad av rensmatta. De flöden som testerna genomfördes vid motsvarar ungefär 20-24 % av gallrets kapacitet. Testerna som redovisas i Chalmersstudien genomfördes i intervallet 12,5-50 % av gallrens kapacitet. Den hydrauliska belastningen på gallret i detta test var således i paritet med de hydrauliska belastningar som testades i Chalmersstudien.

En faktor som visade sig påverka avskiljningsgraden i Chalmersstudien var driftläget. I den studien testades både drift i pulsläge och stegläge, men det var endast de progressiva gallren (Monoscreen) som kördes i pulsläge. Det trappstegsgaller (Rotoscreen) som ingick testades enbart i stegläge, vilket innebär att dess funktion i pulsläge inte utvärderades.

I den här studien har däremot ett trappstegsgaller utan progressiv utformning körts i pulsläge, vilket gör det möjligt att undersöka hur detta driftläge påverkar avskiljningsförmågan även för den här typen av galler. Pulsläge innebär att gallret rör sig i korta, ofullständiga steg. Detta minskar den yta av gallret som är fri från rensmatta vid varje rörelse, jämfört med om ett helt steg hade tagits. Det innebär också att tiden då bottensteget är öppet förkortas, vilket kan begränsa genomströmningen av partiklar som annars riskerar att passera utan att fångas upp. I Chalmersstudien angavs längre tid

för genomströmning genom ett öppet bottensteg som en av orsakerna till att de progressiva gallren (Monoscreen) presterade bättre vid drift i pulsläge än i stegläge.

Det kan också antas att konstruktionen med ett rörligt bottensteg påverkar och bidrar till en högre avskiljningsgrad, eftersom den följer det nedersta stavpaketets rörelse vilket gör att den nominella spaltvidden bibehålls även vid stegrörelse.

Resultaten från denna studie visar att Hydria Waters trappstegsgaller av modellen SSD, med ett rörligt bottensteg och drift i pulsläge, kan uppnå en avskiljningsgrad kring 90 %. Det är en högre avskiljning än hos de progressiva galler som testades i Chalmersstudien.

Den höga avskiljningsgraden beror sannolikt på gallrets utformning och driftläge, eftersom det rörliga bottensteget och pulsläget förväntas ha bidragit till en effektivare rensavskiljning och en stabil rensmatta. Resultaten kan dock även ha påverkats av andra omständigheter, som renssets sammansättning och de skilda testförhållandena.

Vid de tester som pågick 40-45 minuter kom den första pulsen efter ca 30 minuter. I jämförelse med kontinuerlig drift innebär detta att resultaten under en större andel av tiden påverkas av antingen rensmatteuppbyggnad vid uppstart eller eventuell återuppbyggnad av rensmattan i nederkanten av gallret efter pulsen. Detta innebär att SCR vid kontinuerlig drift av galler bör bli högre än under den här typen av tester. Liknande fenomen bör ha påverkat resultaten från de tester som genomförts i Chalmersstudien.

7. Slutsatser

Trappstegsgaller från Hydria Water av modellen SSD nådde i dessa tester vid drift i pulsläge en avskiljningsgrad kring 90 % räknat på våtvikt.

Detta är en bättre avskiljning än vad tidigare uppmätts för de tre steggallren som testades i Chalmersstudien. De förbättringar som har implementerats i SSD-gallret har troligtvis bidragit till den höga avskiljningsgraden. Vid en jämförelse mot resultaten från Chalmersstudien måste man dock beakta att även renssets sammansättning kan ha påverkat resultaten.

Vid kortare tester än ca 45 minuter kan tiden innan rensmattan byggts upp vid testets början påverka den totala avskiljningsgraden under försöket negativt.

Avvikande vatten med mycket fett och fiber påverkade den uppmätta avskiljningsgraden negativt vid ett av testen.

8. Referenser

Larsson, N. & Andersson, O., 2005. *Screening of sewage water, study of screening efficiency of stepscreens*. Examensarbete. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för kemi- och bioteknik.