



Rapport

Diarienummer

NV Rapport 2021-05

Projektnummer

Examensarbete

Optimering av första filtrat-tid vid Görvålverket

Examensarbete vatten- och miljötekniker, SKY

Frej Eklind

Norrvatten i samarbete med Stiftelsen Yrkehögskolan Sverige (SKY)

2021-04-28

Stiftelsen Yrkeshögskolan Sverige

Optimering av första filtrat-tid vid Görvälnverket

Examensarbete 2021

Frej Eklind, JÄVM19

2021-04-28

Förord

Denna rapport är avslutande examensarbete till utbildningen Vatten- och miljötekniker som anordnas av Stiftelsen Yrkehögskolan Sverige (SKY) i Järfälla, och är utförd på uppdrag av Norrvatten vid Görvålverket.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Ida Sekizovic som under arbetets gång varit ett värdefullt stöd och har lärt mig mycket. Jag vill även tacka övriga medarbetare på Görvålverket som bidragit med kloka råd och alltid varit behjälpliga.

Sammanfattning

Denna rapport har undersökt möjligheten att optimera första filtrat-tider vid kommunalförbundet Norrvattens vattenverk Görvålverket beläget norr om Stockholm, i syfte att förbättra renspolningscykler och vattenbesparing.

Möjligheten till förkortad första filtrat-tid har undersökts genom att närvara vid spolning utav snabbfilter och med korta mellanrum samlat in prover för mikrobiologisk analys. Analys har gjorts m.a.p. odlingsbara mikroorganismer vid 22 °C (3 dygns), samt för långsamväxande bakterier vid 22 °C (7 dygns) vilket är vanliga indikatororganismer som används vid dricksvattenberedning. Resultaten från labbanalyser jämfördes med lagrade on-line värden för turbiditet och motstånd.

Utförda tester uppvisade blandade resultat vid provtagning för bakterieförekomst i vattnet som går till första filtrat, men är av generellt god kvalitet efter tämligen korta tider.

Sammantaget kan sägas att:

1. Kvalitén på vattnet uppvisade godkända värden enligt interna driftsparametrar när filtret gått till första filtrat i ungefär 20 min under testperioden.
2. Filter som luft- och vattenspolades uppvisade i genomsnitt en högre förekomst av 3- och 7 dygnsbakterier i vattnet som gick till första filtrat. Skillnaden mellan filter som luft- och vattenspolades och referensfilter som spolades med endast vatten får dock anses vara minimal.
3. Det går inte att utläsa ett tydligt samband mellan förekomst av odlingsbara mikroorganismer och turbiditetsvärden.
4. Efter att inställningar för spolflöden ändrades, och filtren spolades med lägre flöden, gick det att se en klar ökning i 3- och 7 dygns i första filtratet. Under samma period började algblomningen ta fart vilket även kan påverka resultat.

Fortsatta tester under andra förutsättningar behövs för att med säkerhet kunna avgöra möjlighet att korta ner första filtrat-tid, och vilka parametrar som ska vara styrande. Förutsättningar under denna period är relativt oproblematiska gällande mikrobiologisk aktivitet i vatten, och bör därför testas under perioder med högre råvattentemperaturer och/eller med algblomning under tider med högförbrukning.

Norrvatten går vidare med att planera nya tester och upplägget för dessa.

Innehållsförteckning

Förord.....	1
Sammanfattning.....	2
1. Inledning.....	4
1.1. Bakgrund.....	4
1.2. Syfte.....	4
1.3. Metod.....	5
2. Bakgrund.....	6
2.1. Görvålverket.....	6
3. Processbeskrivning sandfiltersteg.....	7
3.1. Sandfilter på Görvålverket.....	7
3.2. Renspolning av snabbfilter på Görvålverket.....	7
3.3. Första filtrat.....	8
3.4. Interna driftsparametrar.....	8
4. Resultat och diskussion.....	9
4.1. Provtagningar v.10.....	9
4.2. Provtagningar v. 12.....	9
4.3. Provtagningar v.14.....	10
4.4. Första filtrat och samlat sandfiltrat.....	10
4.5. Eventuella felkällor.....	10
4.5.1. Spolflöden.....	10
4.5.2. Temperatur och pH i råvatten.....	11
4.6. Styrande parametrar för första filtrat.....	11
4.6.1. Turbiditet.....	11
4.6.2. Tid.....	12
4.6.3. Andra parametrar att använda till första filtrat-tid.....	12
4.7. Påverkan av luftspolning.....	12
4.8. Går det att korta ner första filtrat-tiden?	13
4.9. Möjligheter för vattenbesparing.....	14
4.10. Ytterligare påverkan av förkortad första filtrat-tid.....	14
5. Slutsatser.....	15
5.1. Rekommendationer.....	16
6. Källor.....	17
7. Bilagor.....	18

1. Inledning

Denna rapport är skriven som examensarbete till utbildningen Vatten- och miljötekniker vid Stiftelsen Yrkeshögskolan Sverige (SKYS) som innefattar 400 yh-poäng. Examensarbetets omfattning är 30 yh-poäng. Arbetet har pågått mellan 210322–210430. Handledare för projektet har varit Ida Sekizovic, process- och utvecklingsingenjör på Norrvatten.

1.1. Bakgrund

För tillfället pågår arbete med flera byggnadsprojekt och processoptimeringar på Görvålverket med syfte att öka den hydrauliska belastningen och mängden renat vatten i de olika processtegen. Arbetet med detta är en del av projekt Hållbar Kapacitet (HK2030) som ämnar att öka Görvålverkets maxdygnskapacitet för att kunna möta framtida efterfrågan.

Utöver de projekt som pågår inom Hållbar Kapacitet, så har man i andra rapporter icke direkt kopplade till HK2030 undersökt möjligheten till vattenbesparing i sandfiltersteget. 2016 så undersöktes hur backspolning av filter skulle kunna regleras och optimeras utifrån vattentemperatur och turbiditet i rapporten "*Sandfilter-Energieffektivt spolprogram, Jansson, 20160711*". År 2019 utfördes tester för att se om man kunde spara tid vid backspolning genom att observera vid backspolningsprogram när vattnet ovanför filtret såg klart ut. Resultaten från detta utvärderades i rapporten "*Optimering av spolningstider för sandfilter 2 och 4, Pitkänen, 2019*".

Under arbetets gång med projektet att optimera backspolningsprogrammen uppstod en teori om att tiden för första filtrat är för lång efter utvärdering av labbanalyser. Man såg här att gränsvärdet för turbiditet uppnåddes långt innan den förutbestämda minimitiden för när filtret tas i drift efter backspolning var över. Rekommendationen blev att undersöka möjligheten till att optimera första filtrat-tider.

1.2. Syfte

Syftet med denna rapport är att undersöka möjligheten till att korta ner tiden som vattnet går till avlopp efter utförd backspolning, så kallat första filtrat, och om användandet av kombinerad luft-och vattenspolning har någon inverkan på detta.

1.3. Metod

Möjligheter till vattenbesparing vid första filtrat undersöks genom:

1. Provtagning med korta mellanrum på sandfilter A samt sandfilter B efter spolprogrammet är klart och filtret går till första filtrat. Labbanalys görs m.a.p:
 - Odlingsbara mikroorganismer 22°C, 3-dygn
 - Långsamväxande bakterier 22°C, 7-dygn

Provtagning utförs genom att närvara när filter gick till första filtrat varpå prover tas var femte minut på utgående vatten från snabbfilter. Totalt tas 8 prover per tillfälle under 35 min, vilket är nuvarande minimumtid för första filtrat. Provtagning sker efter upprättat provtagningsschema.

Tester utfördes på två utav de större snabbfiltren i anläggningen med 100 % sand, då filtren hade haft en gångtid på minst 60h innan backspolning.

Sandfilter A används som referens och backspolas med endast vatten. Sandfilter B spolas med kombination av luft och vatten.

2. Utvärdera insamlade data från provtagningar och on-line sensorer.
3. Ta fram förslag till parametrar som styr när första filtrat-tiden upphör efter backspolning.
4. Bedöm möjligheten till vattenbesparing och att korta ner tid för första filtrat.

2. Bakgrund

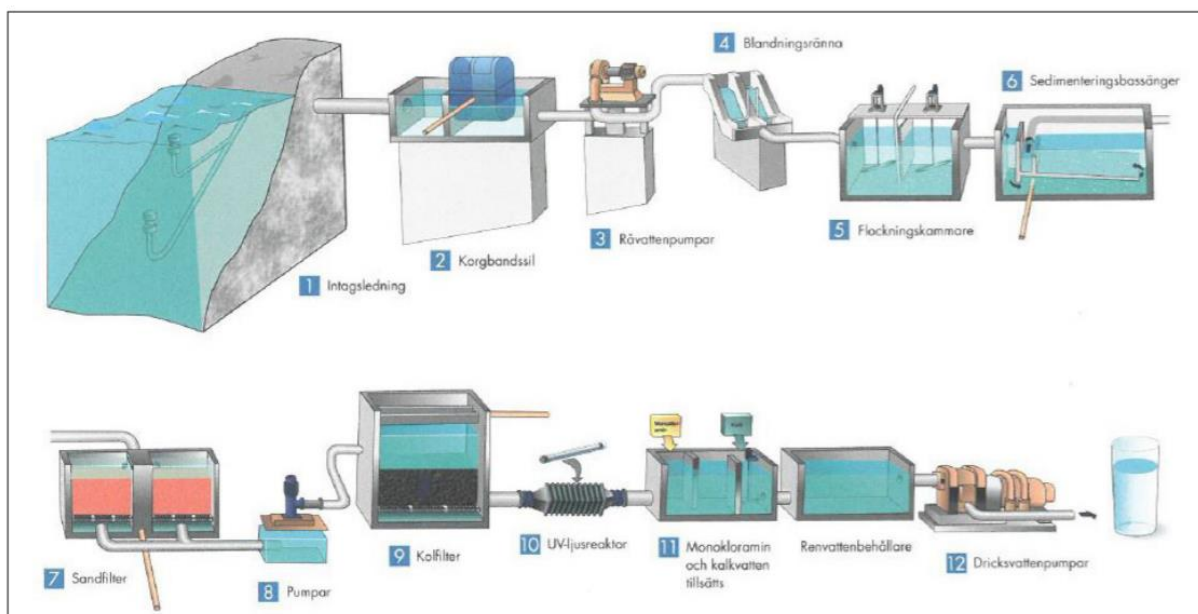
2.1. Görvålverket

Kommunalförbundet Norrvatten som driver Görvålverket bildades 1926 och var från början ett samarbete mellan förortssamhällena Sundbyberg, Hagalund och Stocksund. Under årens lopp har fler kommuner anslutit sig, och 2009 anslöt sig den fjortonde kommunen och senaste medlemmen i förbundet: Norrtälje.

Allt eftersom fler anslöt sig till ledningsnätet och vattenbehovet ökade så har verket byggts ut för att möta ökad efterfrågan. Idag förser Görvålverket ungefär 700 000 människor med dricksvatten. (Norrvatten, Historia, <https://www.norrvatten.se/>)

Vid Görvålverket hämtas råvatten från Görvålnfjärden i östra Mälaren från två olika intagsdjup beroende på årstid och vattenkvalitet. Vattnet får sedan genomgå en reningsprocess som består av:

1. Kemisk fällning
2. Sandfiltrering
3. Filtrering genom kolfilter
4. UV-ljusbehandling
5. Desinfektion med monokloramin samt pH-justerering



Figur 1. Processchema på Görvålverket

3. Processbeskrivning sandfiltersteg

3.1. Sandfilter på Görvålverket

Sandfiltersteget på Görvålverket är det avslutande steget i den kemiska fällningen, och bildar tillsammans med sedimentering den viktigaste mikrobiologiska barriären i reningsprocessen.

Sandfilter vid Görvålverket är av varierande storlek beroende på byggnadsår, och innehåller för tillfället olika material för avskiljning av suspenderade partiklar. I några utav filtren finns kombinationer av Filtralite och sand med olika kornstorlekar, resterande filter består av endast sand.

Spolvatten vid backspolning fördelas över bädden med hjälp av plastdysor på botten av filtren. Spolvatten tillförs från en vattentank belägen på hög höjd med hjälp av lägesenergi. 2020 implementerades möjlighet till automatisk luftspolning på samtliga snabbfilter.

Efter vattnet filtrerats förs det vidare i processen till en pumpsump varpå det pumpas upp till kolfilter.

3.2. Renspolning av snabbfilter på Görvålverket

Spolprogram för snabbfilter på Görvålverket skiljer sig emellan beroende på filtermedia, storlek och årstid.

Snabbfilter med 100% sand backspolas med vatten enligt parametrar som skiljer sig åt beroende på filtrets storlek. De större filtren spolas med högre flöde under högflödesfasen i spolprogrammet och de mindre filtren med lägre flöde under samma fas. Möjligheten för luftspolning finns för samtliga filter, detta används dock endast ett par gånger per år för filter med endast sand som en del av förberedande underhåll. Vid luftspolning spolas varje filterhalva i 180s innan underspolning med vatten.

Några utav sandfiltren innehåller olika blandningar av Filtralite och sand spolas med luft och vatten. Filtralite är ett registrerat varumärke som omfattar ett flertal produkter av expanderad lera (Leca), och behöver luftspolas för att rengöra materialet ordentligt och inte få problem med lukt.

Tabell 1. Backspolningsprogram för SF A (100% sand) vid vattentemperatur 0-5C)

Tid 1	Lågflöde [250 l/s]	90 s
Tid 2	Högflöde [530 l/s]	180 s
Tid 3	Lågflöde [250 l/s]	60 s

Beroende på årstid så används gångtider på 40–72 h mellan spolningar. Under den historiskt problematiska vår -och höstomblandningen sänks gångtider på grund av algblomning som gör att motstånd byggs upp snabbt i filtren.

3.3. Första filtrat

Efter utfört spolprogram leds utgående vatten från filter till avlopp, så kallat första filtrat. Anledningen till detta är att kvaliteten på vattnet efter backspolning ofta är av dålig kvalitet med höga värden för turbiditet.

Tabell 2. Styrande parametrar för första filtrat tid.

Max öppningstid utloppsventil 1: a filtrat	30 s
Minimumtid	2100 s (35 min)
Maxtid	2800 s (~47 min)
Internt gränsvärde turbiditet	0,15 FTU

I dagsläget styrs tiden för första filtrat av en minimum tid, maxtid och gränsvärde för turbiditet. Uppnås minimum tid på 2100 s samtidigt som turbiditeten ligger under gränsvärde tas filtret i drift igen. Annars fortsätter filtret gå till avlopp tills gränsvärde för turbiditet är uppnådd upp till en tid på 2800 s. Efter 2800 s tas filtret i drift igen oavsett mätvärde för turbiditet. Skulle filtret fortfarande uppvisa förhöjda turbiditetsvärden efter maxtiden löpt ut och filtret är i drift, skickas det på spolning återigen.

Det finns i dagsläget ingen möjlighet att mäta flödet till avlopp, detta styrs av en förutbestämd öppningsgrad på ventiler.

3.4. Interna driftsparametrar

Det finns inga krav i LIVSFS 2017:2 för innehåll av mikroorganismer i sandfiltrat, interna driftsparametrar finns dock vid Görvälverket som fungerar som riktlinjer för förekomst av 3 och 7 dygns efter sandfiltersteg.

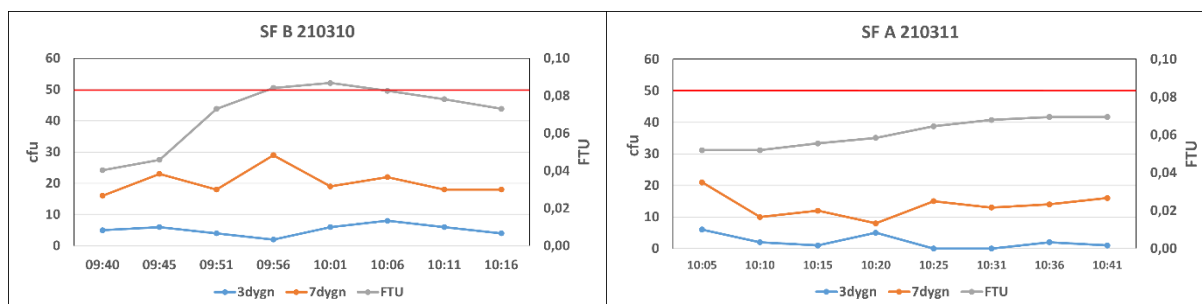
Tabell 3. Interna driftsparametrar vid Görvälverket för samlingsvatten sandfilter. Parametrarna är inga skarpa gränsvärden, utan ska i första hand fungera som ett stöd till driften på verket.

	Mikroorganismer 22°C, 3 dygn [st/ml]	Långsamväxande 22°C, 7 dygn [st/ml]
Normal	5–20	10–30
Max	50	50

4. Resultat och diskussion

Nedan följer figurer för provtagningar som gjordes under testperioden. Blå linje visar odlingsbara mikroorganismer, orange linje långsamväxande och grå linje för on-line turbiditetsvärden. Röd linje markerar maxgränser enligt gällande interna driftsparametrar (50 cfu).

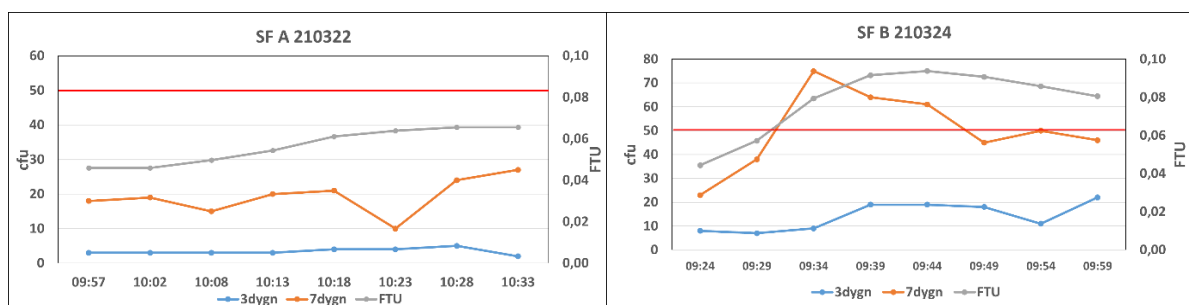
4.1. Provtagningar v.10



Figur. 2 (vänster) & 3 (höger) för provtagning första filtrat under v.10 2021.

Genomgående låga resultat både för 3- och 7dygns för båda provtillfällen denna vecka, vilket sannolikt har att göra med låga råvattentemperaturer kring 1 °C. Inga tydliga upp eller nedåtgående trender kan utläsas för 3- och 7 dygns bakterier, utan ligger på ungefär samma nivå vid samtliga prover vid båda tillfällena. Inget tydligt samband med bakteriell förekomst och turbiditetsvärden kan utläsas.

4.2. Provtagningar v.12

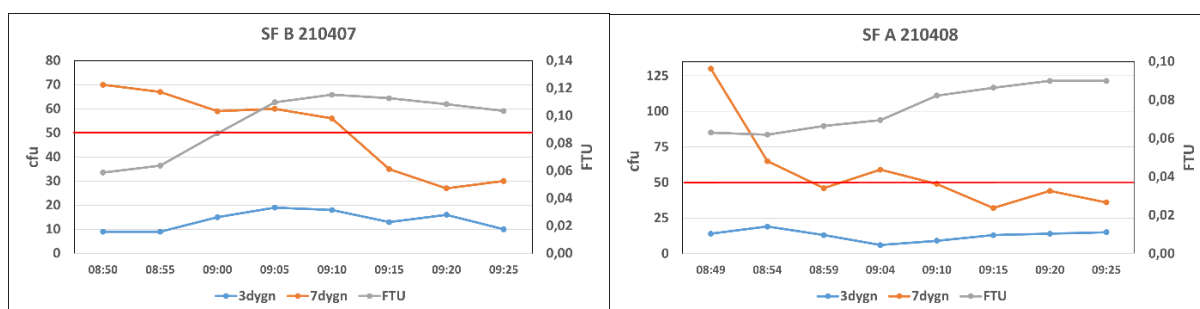


Figur. 4 (vänster) & 5 (höger) för provtagning första filtrat under v.12 2021.

I figur 4 märks inga tydliga trender för 3- och 7dygns mikroorganismer, utan ligger på någorlunda jämn nivå för alla tagna prover.

I figur 5 märks en tydlig uppgång i halter av framför allt 7 dygnsbakterier jämfört med tidigare provtillfällen, med ett högsta värde på 75 cfu vid det tredje tagna provet. 7 dygnsbakterier följer efter det en nedåtgående trend, och kort därefter börjar även turbiditet ut från filtret att sjunka. Prover för 3 dygn ligger på en relativt stabil nivå vid samtliga tagna prover. Vid det sjätte tagna provet och framåt ligger nivåer för odlingsbara mikroorganismer under interna maxgränsvärden.

4.3. Provtagningar v.14

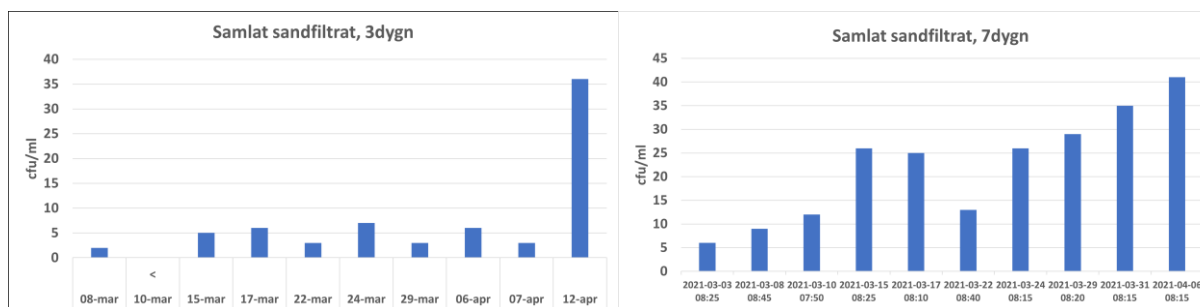


Figur. 6 (vänster) & 7 (höger) för provtagning första filtrat under v. 14 2021.

Båda provtillfällena uppvisade initialt höga värden för 7 dygns som sedan följer en nedåtgående trend under första filtrat-tiden. 3 dygn ligger på stabilare nivåer vid båda provtillfällena utan en tydlig upp- eller nedåtgående trend. Även här är det vid båda tillfällena svårt att se ett samband mellan bakterieförekomst och turbiditet. Vid provtillfället 8/4 (fig.7) så noterades ett högsta värde av 130 cfu/ml av 7 dygnsbakterier.

4.4. Första filtrat och samlat sandfiltrat

Analyserna av första filtrat uppvisar blandade resultat för 3 och 7 dygn, där man kan se en klar uppgång i värden vid provtagningar som skedde 24/3 (fig.5) och framåt. Höga värden för 7 dygn sticker ut i början av första filtrat tiden. 3 dygn ligger på mer stabil nivå genom hela perioden med något högre värden än för samlat sandfiltrat, men inom spannet för interna driftsparametrar.



Figur. 8 (vänster) & 9 (höger) för förekomst av odlingsbara mikroorganismer 22°C 3dygn och 7dygn cfu/ml i samlat sandfiltrat under mar-apr.

Jämförelser med samlat sandfiltrat under samma period visar på snarlikt innehåll av odlingsbara mikroorganismer (fig. 8) som i första filtrat-vatten. För långsamväxande (fig. 9) syns över lag en något förhöjd halt i första filtrat jämfört med det samlade sandfiltratet.

4.5. Eventuella felkällor

4.5.1. Spolvattenflöden

23 mars ändrades inställningar för flöden under spolprogram som styrs av temperaturen i råvattnet. Detta gjorde att filtren efter den 23/3 spolades med lägre

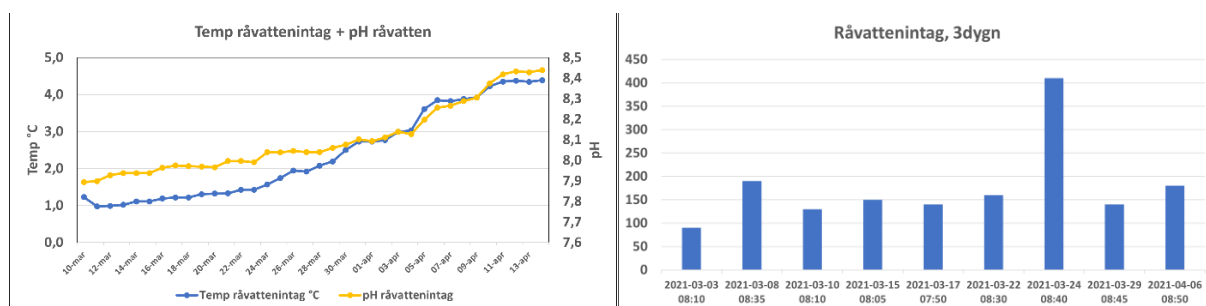
flöde än innan. Efter ändringen noterades en klar ökning av mikroorganismer i utgående vatten.

Tabell 4. Spolparametrar som används beroende på råvattentemperatur.

	Tid 1. Lågt flöde (l/s)	Tid 2. Högt flöde (l/s)	Tid 3. Lågt flöde (l/s)	Total vattenåtgång spolvatten
Spolparametrar innan 23/3 (5-10 °C)	90s (290)	180s (590)	60s (290)	149,7 m ³
Spolparametrar efter 23/3 (0-5 °C)	90s (250)	180s (530)	60s (250)	132,9 m ³

4.5.2. Temperatur och pH i råvatten

Från den senare delen av mars till början av april började både temperatur och pH i råvattnet att öka. Ökning i pH under våren är ett tecken på att algblomningen börjar komma i gång och labbanalyser visar på ökande innehåll av alger under denna period.



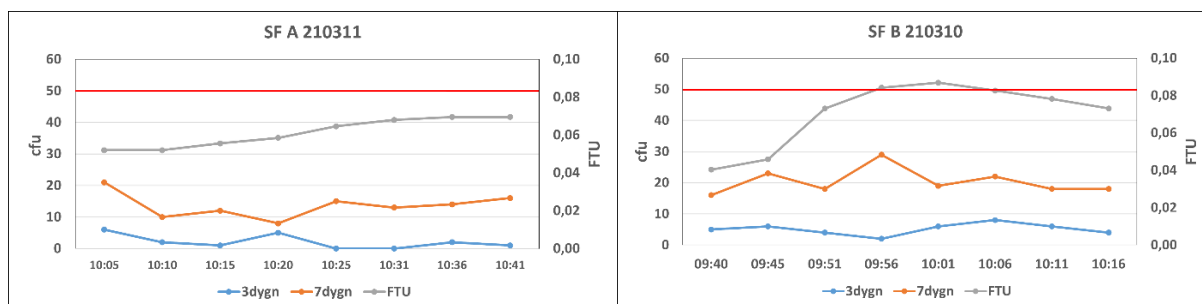
Figur. 10 (vänster) & 11 (höger). Tabeller för förekomst av odlingsbara mikroorganismer (3 dygn) cfu/ml i råvattenintag samt temperatur och pH för råvatten 10 mar – 8 apr.

Ökad mikrobiologisk aktivitet i råvatten så som vid algblomning innebär ofta komplikationer för driften av sandfilter genom att motstånd byggs upp snabbare i filtren som därmed får kortare gångtid. Den ökade mikrobiologiska aktiviteten i vattnet medför även att en större mängd bakterier kommer in till verket med råvattnet. Vid provtagning som skedde 24/3 (fig.5) och framåt syns en klar ökning av 3- och 7 dygns bakterier i sandfiltrat, vilket mycket väl kan bero på att våralgblomningen startat.

4.6. Styrande parametrar för första filtrat

4.6.1. Turbiditet

Under testperioden så noterades aldrig högre turbiditet än 0,11 FTU på första filtrat vilket är god marginal till dagens gränsvärde på 0,15 FTU. Under testerna som gjorts är det svårt att utläsa ett samband mellan bakterieförekomst och turbiditet. Trender för turbiditet i skiljde sig åt mellan filtren, där SF A visade förhöjda turbiditetsvärden utan tecken till avtagande när första filtrat tiden var över. För SF B ses en nedåtgående trend för turbiditet efter det femte tagna provet vid 20 min vid samtliga provtillfällen.



Figur. 12 (vänster) och 13 (höger) för första filtrat-tider för SF A och SF B. Trender för turbiditet i grå linje.

Då det är svårt att utläsa ett tydligt samband mellan bakterieförekomst och turbiditet under testerna som gjordes vid denna period, kan det utifrån det finnas grund att ifrågasätta nyttan av att använda som parameter för när första filtrat-tid upphör. Här skulle det vara intressant att testa och utvärdera andra instrument, till exempel partikelmätare för att se om det kan ge mer relevant information till när man bör ta ett filter i drift igen efter avslutat spolprogram.

4.6.2. Tid

Testerna visade att samtliga tagna prover låg under de interna gränsvärdena på 50 cfu som togs 25 minuter och framåt. På grund av fördröjning som sker på 4–5 minuter när vatten färdas i ledning från sandfilter till provtagningspunkt kan man dra slutsatsen att vattnet är av godkänd kvalitet när filtret har gått till första filtrat i ungefär 20 minuter under vinterhalvåret/tidig vår.

Det kan tänkas att det i framtiden skulle vara aktuellt att införa säsongsberoende tidparametrar för när första filtrat-tiden upphör, på samma sätt som underspolsflöden ändras idag beroende på vattentemperatur.

Ytterligare tester under andra årstider och förutsättningar krävs för att kunna avgöra passande tidsparametrar.

4.6.3. Andra parametrar att använda till första filtrat-tid

I dagsläget finns det inget sätt att mäta flödet som går till avlopp efter utförd backspolning. I framtiden skulle det dock vara intressant att undersöka möjligheter till detta för att kunna använda som parameter till när första filtrat-tid upphör. Begränsningar i utformning på rördelar under filtret gör att det idag är svårt att installera flödesmätande utrustning.

4.7. Påverkan av luftspolning

Sammantaget gick det att se något högre värden i genomsnitt för 3- och 7 dygns bakterier i SF B som spolades med luft och vatten jämfört med SF A som spolades med endast vatten under testerna. Skillnaden får ändå anses vara minimal, och inte påverka utgående kvalitet i någon större utsträckning.

Tabell 5. Medelvärde för 3- och 7 dygn vid spolning av sandfilter A och sandfilter B.

	3 dygn	7 dygn
Medelvärde SF A cfu/ml	6,36	30,17
Medelvärde SF B cfu/ml	10,96	40,375

Att filtret med kombinerad luft-och vattenspolning uppvisar högre värden vid labbanalys behöver inte nödvändigtvis vara ogynnsamt. Detta har sannolikt att göra med att mer slam och partiklar lossnar ifrån filterbädden vid användande av luftspolning, och rengör filterbädden mer ingående.

4.8. Går det att korta ner första-filtrat tiden?

Analysdata visar att kvalitén på vattnet ut från sandfilter är varierande direkt efter utförd backspolning. Vid bedömning av huruvida det går att korta ner första filtrat tiden så ska man dock ta följande i beaktning:

1. Vattnet i mar-apr har fortfarande en väldigt låg temperatur mellan 1–4°C. Biologiska processer sker långsamt och ger lägre bakteriehalter.
2. Att sandfilter är det avslutande steget i kemiska fällningen, och hela processteget med råvatten-fällning-filtrering kommer påverka kvaliteten på vattnet. Höga baktvärden kan således vara svårt att attribuera till bristfällig funktion i sandfiltren, utan kan bero på höga värden på inkommande råvatten eller att driften i fällning fungerar sämre.
3. Snabbfilter på Görvälnverket är av varierande storlek, har olika filtermaterial och allmänt skick som påverkar kvaliteten på vattnet.

En annan svårighet med att bedöma kvalitén är att det inte finns analysdata för mikroorganismer under den vanliga driften av sandfiltren. Det är därför svårt att säga hur mycket filtren avviker från vanliga driftbetingelser i jämförelse med vattnet som går till första filtrat. Framtida försök bör ha med detta för utvärdering.

Analysresultaten visade att kvalitén på första filtrat låg inom acceptabla nivåer efter prov som togs vid minut 25 under första filtrat-tid, vilket är 10 min innan parametern för minimumtiden löpt ut. På grund av fördröjning som sker på 4–5 min när vatten färdas i ledning från sandfilter till provtagningspunkt, så kan man utifrån testerna dra slutsatsen att kvalitén är inom godkända gränser efter att vatten gått till första filtrat i ca 20 min under vinterhalvåret.

Stundtals noterades höga värden framför allt för 7 dygns efter den 24/3 (fig.5), med det högsta noterade värdet på 130 cfu/ml vid prov taget 4/8 (fig.7). Även om detta är höga värden för sandfiltrat, så ska man i bedömning om huruvida det kan orsaka kvalitetsproblem ha i åtanke att det är i utgående vatten från ett utav filtren i hela

sandfiltersteget. Förhöjt bakterieinnehåll under en kort tid ut från ett filter bör därav ha liten inverkan på kvalitén på samlat sandfiltrat.

4.9. Möjligheter för vattenbesparing

Enligt resultat som dokumenterades under försökets gång så visade det sig att samtliga prover ligger under interna gränsvärden vid det sjätte provet som togs vid minut 25 under första filtrat tiden, 10 min innan dagens minimumtid löpt ut.

Vid normal drift ligger utgående flöde ut från sandfiltren på ≈ 100 l/s. Räknat med det blir det:

$100 \text{ l/s} * 10 \text{ min} = 60\,000 \text{ l} = 60 \text{ m}^3$ mer behandlat vatten under driftperiod/filter.

Styrsystemet på Görvålverket separerar automatiskt spolningarna för filter beroende på inställt gränsvärde för gångtid. Högre gränsvärden för gångtider ger längre separering och vice versa. I genomsnitt spolas ett filter ungefär var tredje timme, därav ca 7 spolningar per dygn.

$60 \text{ m}^3 * 7 = 420 \text{ m}^3$ mer behandlat vatten per dygn/sandfiltersteg

Sammanfattningsvis är möjligheten till vattenbesparing mycket liten, då dessa volymer endast är en bråkdel av det vatten som produceras vid Görvålverket.

4.10. Ytterligare påverkan av förkortat första filtrat-tid

Utöver ökad mängd behandlat vatten per filter vid kortare första filtrat-tid, så finns det andra fördelar med att reducera tiden.

Då styrningen kommer hålla ett konstant flödesbörvärde ut från verket och därmed öka flödet genom övriga filter när ett filter tas ur drift för spolning, så minskar belastningen på dessa genom nerkortad tid som filtret går till avlopp. Hur stor inverkan exempelvis en tio minuters reduktion skulle ha på gångtider på filtren är svårt att säga, men skulle påverka positivt.

Separeringen av spolningar skulle även underlättas med nedkortad avställning för spolning, speciellt vid högförbrukningssäsong då gångtider på snabbfilter är satta lågt. Under säsong med högförbrukning och algblomning sker ofta spolningar med kort mellanrum då motstånd byggs upp snabbt i filtren och man måste skicka filtren på spolning innan den vanliga separeringstiden har gått ut. Detta orsakar obalans i processen då mycket vatten går åt till spolvatten, samt att det blir svårt att hålla jämn nivå i vattenreservoarer på verket vilket i sin tur orsakar slängig reglering där pumpar och annan utrustning får arbeta hårt. En reduktion i första filtrat-tid skulle därav underlätta perioder med korta mellanrum mellan spolningar.

5. Slutsatser

Tester uppvisade blandade resultat vid provtagning för bakterieförekomst i vattnet som går till första filtrat, men är av generellt god kvalitet efter tämligen korta tider.

Sammantaget kan sägas att:

1. Kvalitén på vattnet uppvisade godkända värden enligt interna driftsparametrar när filtret gått till första filtrat i ungefär 20 min under testperioden.
2. Luftspolning verkar ha en ökande effekt på förekomst av mikroorganismer i första filtrat under testerna. I genomsnitt noterades högre förekomst av både 3- och 7 dygnsbakterier när luftspolning användes. Skillnaden får dock anses vara mycket liten.

Att fler 3- och 7 dygns noterades i första filtrat när kombinerad luft- och vattenspolning användes behöver inte nödvändigtvis vara något negativt. Detta beror sannolikt på att luftspolningen gör att en större mängd kemflock lossnar ifrån filtermaterialet vid luftspolning och ökar mängden suspenderade partiklar som följer med första filtrat.

3. Det går inte att utläsa ett tydligt samband mellan förekomst av odlingsbara mikroorganismer och turbiditetsvärden. Turbiditetsvärden följer liknande mönster vid samtliga provtillfällen som skiljer sig åt beroende på sandfilter.

Utifrån gjorda tester kan det finnas grund att ifrågasätta nyttan med att använda turbiditet som styrande parameter för när första filtrat-tid upphör. Här skulle det vara intressant att i framtiden testa och utvärdera andra instrument och metoder, till exempel partikelmätare för att se om det kan ge mer relevant information till när man bör ta ett filter i drift igen efter avslutat spolprogram.

4. Efter att inställningar för spolflöden ändrades, och filtren spolades med lägre flöden, gick det att se en klar ökning i 3- och 7 dygns i första filtratet. Under samma period började algbloomningen ta fart vilket även kommer påverka resultat.

5.1. Rekommendationer

Fortsatta tester under andra förutsättningar behövs för att med säkerhet kunna avgöra möjlighet att korta ner första filtrat-tid, och vilka parametrar som ska vara styrande. Förutsättningar under denna period då tester utfördes är relativt oproblematiska gällande mikrobiologisk aktivitet i vatten, och bör därför testas under perioder med högre råvattentemperaturer och/eller med algblomning under tider med högförbrukning.

Norrvatten går vidare med att planera nya tester och upplägget för dessa. Tankar för vad framtida försök bland annat bör innehålla är:

1. Prover på filter under drift för att kunna jämföra mot första filtrat.
2. Testa olika öppningsgrader för ventil till avlopp under första filtrat-tid.
3. Hur lägre eller högre gångtider påverkar baktprover.
4. Test på filter med andra storlekar och filtermaterial.
5. Test med att använda kombinerad luft- och vattenspolning vid slutet av driftcykel av filter, för att sedan använda luftspolning igen vid nästa tillfälle som filtret rensas och se om detta påverkar resultat.

6. Källor

1. Heldt, David, Rapport Utvärdering HK2030 – Halvtid, 2020, Norrvatten
2. Johansson, Thérèse, Rapport Utvärdering av Filtralite (NC 1,5–2,5) i sandfilter, 2020, Norrvatten
3. Svenskt Vatten, Dricksvattenteknik 3 Ytvatten U8, kap. 9 "Filtrering", 2010
4. Svenskt Vatten, Dricksvattenteknik 1 Vatten i natur och samhälle U6, kap. 6 "Vattnets mikrobiologi", 2010
5. Norrvatten, Norrvattens historia, <https://www.norrvatten.se/om-norrvatten/historia/>

7. Bilagor

1. Analysdata för första filtratprojekt 210310 - 210408

PROVET TAGET	PROVPLATS	ODLINGSBARA MIKROORGANIS- MER 22°C, 3DYGN CFU/ML	LÅNGSAMVÄXANDE BAKTERIER 22°C, 7DYGN CFU/ML	TURBIDITET FTU
2021- 03-10 09:40	SF B prov 1	5	16	0,04034410
2021- 03-10 09:45	SF B prov 2	6	23	0,04586063
2021- 03-10 09:51	SF B prov 3	4	18	0,07302223
2021- 03-10 09:56	SF B prov 4	2	29	0,08421868
2021- 03-10 10:01	SF B prov 5	6	19	0,08686798
2021- 03-10 10:06	SF B prov 6	8	22	0,08264045
2021- 03-10 10:11	SF B prov 7	6	18	0,07818585
2021- 03-10 10:16	SF B prov 8	4	18	0,07308974
	Medelvärde	5,125	20,375	
2021- 03-11 10:05	SF A prov 1	6	21	0,05198736
2021- 03-11 10:10	SF A prov 2	2	10	0,05198736
2021- 03-11 10:15	SF A prov 3	1	12	0,05554927
2021- 03-11 10:20	SF A prov 4	5	8	0,05848639
2021- 03-11 10:25	SF A prov 5	<1	15	0,06460175
2021- 03-11 10:31	SF A prov 6	<1	13	0,06794242

2021-03-11 10:36	SF A prov 7	2	14	0,06952247
2021-03-11 10:41	SF A prov 8	1	16	0,06952247
	Medelvärde	2,833333333	13,625	
2021-03-22 09:57	SF A prov 1	3	18	0,04596910
2021-03-22 10:02	SF A prov 2	3	19	0,04596910
2021-03-22 10:08	SF A prov 3	3	15	0,04973315
2021-03-22 10:13	SF A prov 4	3	20	0,05435352
2021-03-22 10:18	SF A prov 5	4	21	0,06109397
2021-03-22 10:23	SF A prov 6	4	10	0,06387641
2021-03-22 10:28	SF A prov 7	5	24	0,06553371
2021-03-22 10:33	SF A prov 8	2	27	0,06553371
	Medelvärde	3,375	19,25	
2021-03-24 09:24	SF B prov 1	8	23	0,04440309
2021-03-24 09:29	SF B prov 2	7	38	0,05726837
2021-03-24 09:34	SF B prov 3	9	75	0,07939342
2021-03-24 09:39	SF B prov 4	19	64	0,09152884
2021-03-24 09:44	SF B prov 5	19	61	0,09379916
2021-03-24 09:49	SF B prov 6	18	45	0,09070927

2021-03-24 09:54	SF B prov 7	11	50	0,08575341
2021-03-24 09:59	SF B prov 8	22	46	0,08055894
	Medelvärde	14,125	50,25	
2021-04-07 08:50	SF B prov 1	9	70	0,05865871
2021-04-07 08:55	SF B prov 2	9	67	0,06361662
2021-04-07 09:00	SF B prov 3	15	59	0,08714757
2021-04-07 09:05	SF B prov 4	19	60	0,10978494
2021-04-07 09:10	SF B prov 5	18	56	0,11521769
2021-04-07 09:15	SF B prov 6	13	35	0,11268337
2021-04-07 09:20	SF B prov 7	16	27	0,10843399
2021-04-07 09:25	SF B prov 8	10	30	0,10342927
	Medelvärde	13,625	50,5	
2021-04-08 08:49	SF A prov 1	14	130	0,06300008
2021-04-08 08:54	SF A prov 2	19	65	0,06195151
2021-04-08 08:59	SF A prov 3	13	46	0,06642459
2021-04-08 09:04	SF A prov 4	6	59	0,06951918
2021-04-08 09:10	SF A prov 5	9	49	0,08226542
2021-04-08 09:15	SF A prov 6	13	32	0,08636753

2021-04-08 09:20	SF A prov 7	14	44	0,08992276
2021-04-08 09:25	SF A prov 8	15	36	0,08992276
	Medelvärde	12,875	57,625	

