

Stig Morling
Blindgatan 39A
791 72 FALUN
Enskild firma,
Reg. Nummer 4410030433
Mail-address: stig.morling@telia.com,

BIOKOL AB

Förberedande miljöbedömning av HTC-processen relaterad till Hofors avloppsreningsverk

1. Bakgrund

Denna miljöbedömning av HTC-processen sker med utgångspunkt från en förutsatt användning av denna vid Hofors avloppsreningsverk (ARV), som drivs av Gästrike Vatten AB. Som bakgrundsmaterial till detta dokument tjänar miljörapporten för anläggningen, år 2015, samt bifogad rapport, kallad "*Kortfattad analys av Hofors Avloppsreningsverk, Gästrike Vatten*", upprättad i februari 2017, inom ramen för utvecklingsprojektet "*Avvattning, hygienisering av slam samt återvinning av fosfor*, Projektnummer: 42483-1".

2. Begrepp och förkortningar

AVR	Avloppsreningsverk
BOD ₇	Biokemisk syreförbrukning under 7 dygn vid standardiserade förhållanden, 20 °C av engelskans Biochemical Oxygen Demand;
HTC	Engelska: Hydro Thermal Carbonisation
NH ₄ -N	Ammoniumkväve, en fraktion av totalkväve;
pH	Ett mått på vattnets surhet eller basiska nivå mäts som fria vätejoner i en logaritmisk skala;
SS	Av engelskans Suspended Solids, suspenderade ämnen;
TOC	Engelska: Total Organic Carbon, eller Totalt Organiskt Kol;
Tot-N	Totalkväve;
Tot-P	Totalfosfor;
Tot-P, filt	Filtrerat värde av totalfosfor;
Q _{dim}	Beräknat dimensionerande timflöde in till avloppsreningsverk;
Q _{max}	Inläckande vatten genom dränage till spillvattennätet, ibland kallat "ovidkommande" vatten, detta dygnsflöde fördelas jämnt över dygnet, således 24 h.

3. Begränsningar och förutsättningar

Denna bedömning begränsas av ett antal givna förutsättningar med utgångspunkt från nuvarande situation vid Hofors ARV. Samtidigt måste vissa begränsningar i denna bedömning ske, eftersom det saknas tillräckliga fakta. Dessa förutsättningar och bedömningar sammanfattas enligt följande:

- En föreslagen omläggning av vattenbehandlingen beskrivs i kapitel 4, liksom en jämförelse av en kolbalans för nuvarande och modifierad vattenprocess. Driftssituationen såsom den redovisats för år 2015 återfinns i detalj i bifogat dokument;
- En bedömning av en "total" miljöpåverkan måste anstå, se kapitel 5;
- Kommentarer angående tänkbar miljöpåverkan på grund av "slutprodukten" av HTC-processen.
- Frågan om emissioner av lustgas och metangas redovisas i kapitel 7.
- Förutsebar miljöpåverkan av HTC kopplad till Hofors ARV i kapitel 8.

4. Jämförelse av nuvarande och omlagd drift vid Hofors ARV

Hofors ARV är för närvarande belastat till endast ca 30 % avseende avloppsflödet. Den organiska föroreningsbelastningen är ännu lägre, eller under 15 % av dimensionerande värde. Den nuvarande driften baseras på en efterfällning med aluminiumsalt. Doseringen uppgår till 67 g salt/m³ behandlat avloppsvatten. Räknat som specifik mängd salt per inkommande mängd fosfor blir doseringen 28 g salt/g P.

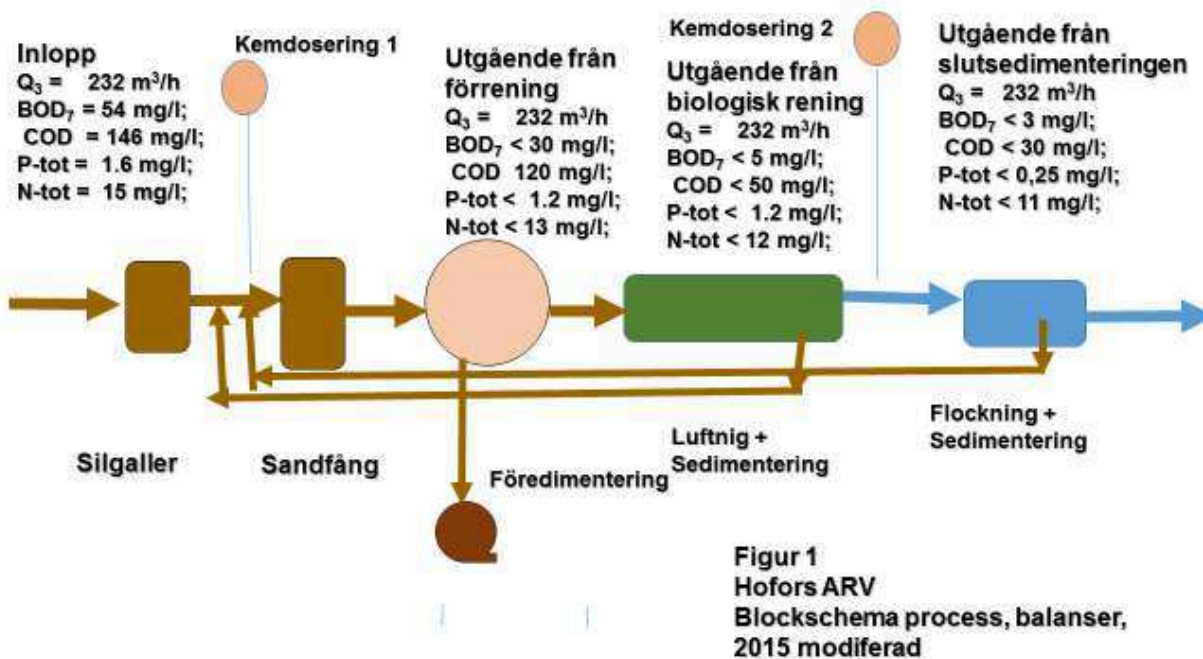
Anläggningen har tidigare drivits med tillsats av trevärd järnklorid och med i huvudsak en förfällning av fosfor. Denna driftsmodell ger dessutom en väsentligt förbättrad avskiljning av organiskt material. Detta sker genom en "utflockning" av suspenderat material. Den förbättrade reduktionen sker framförallt genom att kolloidalt och små slamflockar byggs upp till avskiljbart slam som kan avskiljas i försedimenteringen.

En återgång till denna modell i kombination med andra möjligheter till driftkostnadsbesparingar kan ge ett antal intressanta förbättringar av anläggningen. I samtliga fall kan de följande åtgärderna ses som att snarast befrämja en HTC-process. Dessa åtgärder sammanfattas i följande punkter.

1. En förfällning ökar andelen organiskt material i slammet. Detta är en direkt konsekvens av förfällningen;
2. Detta innebär i sin tur, att det biologiska steget avlastas med i stort sett 50 % av inkommande mängd BOD₇/d, jämfört med en drift med endast efterfällning. Detta ger en möjlighet att spara 1/3-del till hälften av tillförd luftningsenergi till systemet.
3. En ytterligare möjlighet är att driva luftningen intermittent, med en luftning som styrs på syrehalten i luftningsbassängerna och en tidsstyrning. Framförallt kan luftningsenergi sparas nattetid, då tillförseln av förorening är låg.

4. Den nuvarande efterfällningen kan sannolikt minskas, och användas som enbart en polering av behandlat vatten.
5. Samtliga strömmar av överskottsslam – primärslam, biologiskt överskottsslam och kemiskt efterfällningsslam avskiljs slutligen i försedimenteringen, se **Figur 1** nedan.
6. Det borde dessutom finnas möjligheter att använda den ena slutsedimenteringen för behandling av bräddat vatten.
7. Samtliga dessa åtgärder kan ses som ändamålsenliga för att öka mängden organiskt kol i slammet, samtidigt erhålls både lägre driftskostnader och en bättre reningseffekt.

Den modifierade driftsmodellen redovisas i **Figur 1**



Figur 1. Materialbalans över Hofors ARV efter återgång till förfällning

Det bör understrykas, att en mer detaljerad beskrivning av besparingsmöjligheter inom vattenbehandlingen kräver kompletterande arbeten i samarbete med Gästrik Vatten.

5. Att bedöma den totala miljöpåverkan

En systemanalys med hjälp av livscykelanalysmetodik (LCA-metodik) anses vara metod som generellt sett är tillämpbar. Att i nuvarande läge upprätta en sådan för HTC vid Hofors ARV är inte relevant, eftersom allt för många faktorer är okända i nuvarande läge.

6. Preliminär bedömning av miljöpåverkan relaterad till restprodukten från Hofors ARV

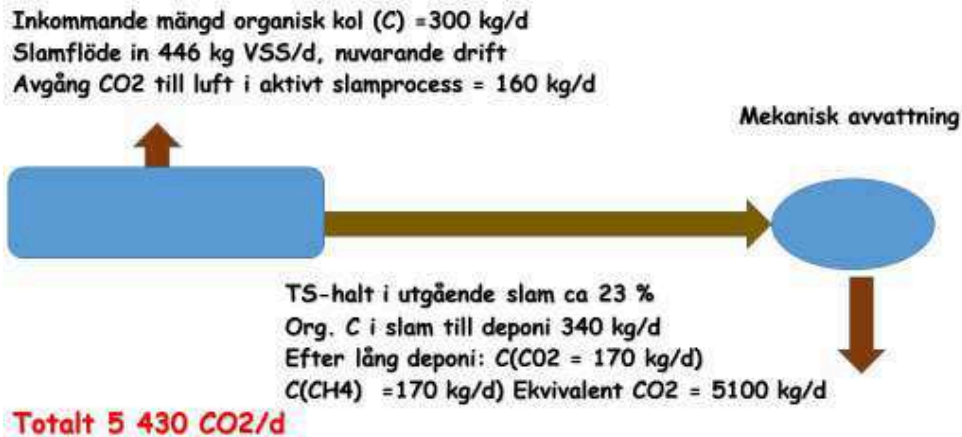
Det slutavvattnade slammet kommer att vara rikt på kol och fosfor. Bägge dessa grundämnen är attraktiva för återanvändning. Möjliga återanvändningsmodeller kan ytterligare medverka positivt till en miljöpåverkan med en HTC-process.

1. En bättre slamavvattningseffekt begränsar nettoslammängder med ca 50 %. Detta innebär i sin tur, att en transportkostnad minskar i motsvarande grad.
2. En fortsatt utveckling av HTC-produkten med avseende på kol- och fosforinnehållet mot en återanvändning ger också en möjlighet att helt eliminera frågan om sekundärt och okontrollerat utsläpp av fosfor till mark och vatten.
3. Olika konkreta möjligheter att nyttja kolet som en "nyttig" råvara har redan identifierats. Detta kan dock i sin tur kräva, att kvarvarande koncentrat i form av framförallt tungmetaller och andra "riskgrundämnen" måste separeras från fosforströmmen.
4. Behandlingen av HTC-produkten bör/kan inriktas på att ytterligare uppkoncentrera den fasta fraktionen. Skälet till denna strävan är att ytterligare förbättra hanterbarheten av koncentratet (HTC-produkten).
5. En potentiell tillgång till fosfor via en raffinering av HTC-produkten kan uppskattas till ca 2,2 ton P/år vid nuvarande driftförhållanden.

7. Lustgas- och metanemissioner – Klimatpåverkan (GWP)

Till den direkta miljöpåverkan som dagens slamhantering innebär brukar ett antal följd effekter inräknas. Förutom frågor kring läckage till vatten och mark har även utsläpp till luft aktualiserats, i främsta rummet som lustgas (N_2O) och metangas (CH_4). I andra hand måste också ett nettotillskott av koldioxid förutses, eftersom även ett organiskt deponerat slam som mineraliseras kommer att leverera framförallt metangas och koldioxid. Denna fråga belyses enligt följande, se också **Figur 7.1**. Den stora klimatpåverkan från Hofors ARV i relation till klimatpåverkan blir i form av dels CO_2 -utsläpp, dels "indirekt" i form av metangasutsläpp då slammet fortsatt bryts ner under lång deponi. I balansen nedan har använts en ekvivalent CO_2 -faktor för metangasen är ca 30 ggr per enhetsvikt. Denna faktor används i figurerna i det följande. Observera också, att en del av den organiska omvandlingen av föroreningen sker redan i aktivt slamsystemet. Uppskattningsvis räknas med att ca 50 % av det organiska kolet i inkommande vatten omvandlas till CO_2 i den aeroba processen.

Balans I över slam, Hofors nuvarande drift

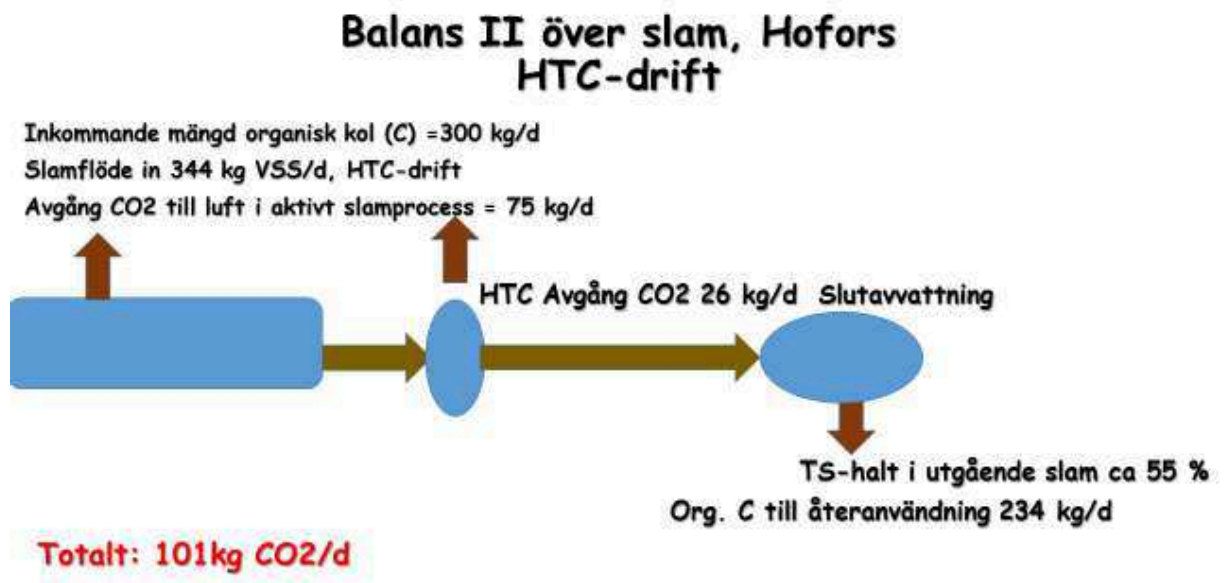


Figur 7.1 Potentiellt utsläpp av koldioxidekvivalenter vid nuvarande drift av Hofors ARV

Såsom ovan angivits i kapitel 3 förutses att Hofors ARV i första hand även fortsättningsvis drivs utan kväve/oxidation/kvävereduktion. Detta betyder i sin tur att lustgasbildningen i aktivt-slam processen blir i stort sett försumbar vid anläggningen. En omlagd drift av vattenprocessen förutsätter också, att en HTC-process introduceras vid anläggningen. I **Figur 7.2** redovisas ett framtida potentiellt utsläpp av koldioxidekvivalenter vid en framtida drift av Hofors ARV.

Följande förändringar blir uppenbara:

1. Vattenbehandlingsprocessen får ett minskat energibehov genom förfällning. Aktivt-slamprocessens minskade energibehov uppskattas till ca 140 kWh/d;
2. Genom HTC-processen uppstår endast ett marginellt CO₂-utsläpp eller ca 26 kg CO₂/d.
3. Den totala effekten av CO₂-ekvivalenter bedöms som 5 430 – 101 kg CO₂/d eller ca 5 330 kg CO₂/d som en förutsebar minskning av CO₂-belastningen.



Figur 7.2 Potentiellt utsläpp av koldioxidekvivalenter vid framtida drift av Hofors ARV, inklusive en HTC-behandling av slammet

8. Sammanfattning av HTC-projektet

8.1 Potentiella fördelar med HTC-behandling av slam vid Hofors ARV

Ett antal potentiella fördelar med att nyttja HTC-processen vid Hofors ARV kan sammanfattas enligt följande:

1. En direkt och indirekt minskning av CO₂-utsläppet från anläggningen kan motsvara upp till drygt 5 300 kg CO₂-ekvivalenter per dygn.
2. En minskning av transportbehovet av avvattnat slam (eller som slutprodukten kallas H>TC-char) med upp till 50 % i relation till nuvarande situation erhålls.
3. Framtida krav på slamstabilisering och hygienisering har per definition lösts med HTC-processen.
4. Ett antal möjligheter med vidareutveckling av HTC-produkten ses tills vidare som "risker" att noggrannare identifiera och lösa, se avsnitt 8.2
5. Några generella erfarenheter från tidigare försök med HTC-processen är i detta sammanhang viktiga att lyfta fram. Försök har visat, att processen i liten skala fungerar både på slam med ingående låg TS-halt, som ca 6 %, som på mekaniskt avvattnat slam, med TS-halt om >20 %. Därtill synes initialt pH-värde i slammet inte vara en kritisk faktor, vilket i sin tur innebär, att tillsats av processkemikalier kan begränsas.

8.2 Potentiella risker eller frågor att reda ut med en HTC-behandling av slammet

Ett antal frågor måste klargöras

1. HTC-processen är teoretiskt sett exoterm, det vill säga den producerar värmeenergi, och kan således teoretiskt sett vara självförsörjande på energi. Denna fråga måste klargöras i ett nästa skede i en pilotskala.
2. Frågan om den praktiskt tillämpbara TS-halten i inkommande slam till en HTC-reaktor bör närmare identifieras.
3. Frågan om hur fosfor kan extraheras ur HTC-koncentratet måste vidare utredas.
4. Det är angeläget att analysera hur ett rejektivatten från HTC-processen kan påverka en "konventionell" reningsverksprocess.
5. Olika möjligheter att använda restprodukten (HTC-koncentratet) måste identifieras.