

Process PM 01

Käppalaförbundet

Käppala 900K

PM Screening av processlösningar

Granskningshandling
PRELIMINÄR

Uppsala 2020-01-20

Käppala 900K

PM Screening av processlösningar

Datum	2020-01-20
Uppdragsnummer	1320041722
Utgåva/Status	Preliminär

Peter Ek
Uppdragsledare

Johan Lindmark
Handläggare

Peter Ek
Granskare

Ramböll Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 78B
753 20 Uppsala

Telefon 010-615 60 00

Unr 1320041722 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	2
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte	2
2.	Befintligt reningsverk.....	3
2.1	Befintlig anläggningsutformning	3
3.	Dimensionerande förutsättningar	4
4.	Tekniker	5
4.1	Övervägda tekniker	5
4.1.1	MBR (Membrane bioreactor)	6
4.1.2	MBBR (moving bed biofilm reactor)	6
4.1.3	Aktivt slam med lamellsedimentering.....	6
4.1.4	IFAS (integrated fixed film activated sludge)	7
4.1.5	Aktivt slam +Avgasning av aktivt slam	7
4.1.6	Aktivt slam med ballastförstärkt sedimentering	7
5.	Processlösningar	7
5.1	Processlösning 1: Membrane bioreactor (MBR).....	7
5.2	Processlösning 2: Kombination av MBR och aktivt slam	7
5.3	Processlösning 3: Moving bed biofilm reactor (MBBR)	8
5.4	Processlösning 4: Aktivt slam med lamellsedimentering	8
5.5	Processlösning 5: IFAS.....	8
5.6	Processlösning 6: Avgasning av aktivt slam	8
5.7	Processlösning 7: Aktivt slam med ballastförstärkt sedimentering	8
6.	Utvärdering av tekniker	9
6.1	Utvärderingsmetodik	9
6.2	Teknisk lösning	9
6.2.1	Reningskrav	9
6.2.2	Kommersiella villkor, konkurrens, teknisk inlåsning	9
6.2.3	Referenser och leverantörer	10
6.2.4	Utredningsbehov	10
6.2.5	Komplexitet vid utbyggnad samt genomförandetid	11
6.3	Rekommenderad lösning	12
7.	Sammanfattande slutsats.....	13
8.	Rekommendation	13
9.	Referenser	13

PM Screening av processlösningar

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Käppala avloppsreningsverk står inför en fortsatt befolkningstillväxt i nu anslutna kommuner, intresse från nya kommuner att ansluta samt ökade reningskrav med utgångspunkt från vattendirektivet och Baltic Sea Action Plan, BSAP.

Käppalaförbundet har sökt och fått tillstånd för en framtida utökad verksamhet vid Käppalaverket vilket har inneburit en avsevärd skärpning av utsläppskraven mot de föreslagna i tillståndprocessen. Reningskraven är strikta, de mest strikta som vi känner till i Norden. De striktare utsläppskraven i tillståndet innebär att den tekniska lösningen för den framtida processen på Käppalaverket måste ses över för att klara kraven och att det finns en stor tidspress att projektera och bygga om anläggningen till 2026 då de nya kraven träder i kraft. De utförda pilotförsöken i Linje 11 har inte kunnat verifiera att kraven kan nås med den tekniska lösningen som beskrevs i tillståndsansökan och därför kommer processen att behöva modifieras.

Under 2009 utfördes **fyra** idéstudier med syftet att identifiera möjliga tekniska lösningar för utbyggnaden av Käppala. **Resultatet av detta arbete utmynnade i förstudien "Projekt Käppala 2020" [1]. Av dessa idéstudier så har två valts ut [2, 3] för att ligga till grund för de tekniker som har övervägts i detta PM.** Dock innebär de striktare kraven i tillståndet att en ny dimensionering kommer att behöva göras för de/den lämpligaste tekniska lösningen för avloppsreningsverket.

1.2 Syfte

Syftet med denna screening är att dokumentera de processlösningar som har övervägts och att sammanfatta resultatet av den gallringsprocess som har genomförts för att hitta den/de bästa tekniska lösningarna för Käppalaverket baserat på erhållet tillstånd.

Målet är att utifrån givna förutsättningar kunna ta fram en rekommendation för den framtida processlösningen för vidare utredning.

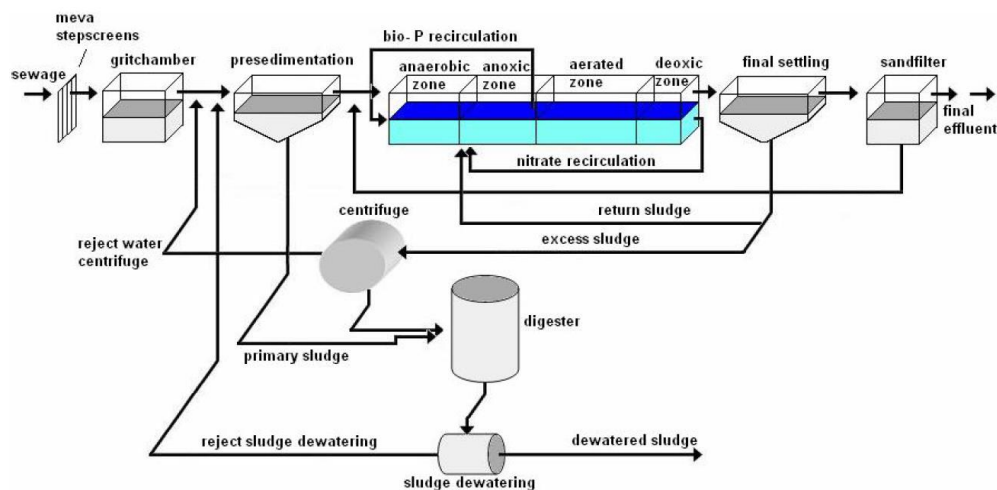
Kärnfrågan vid ökad belastning är dels de biologiska processerna men även separation av bioslam och filtrering av restflock. Den separationsmetod som är optimal kan även komma att styra utformningen av den biologiska processen. Orsaken till detta är att det inte går att öka ytan i befintlig anläggning.

2. Befintligt reningsverk

2.1 Befintlig anläggningsutformning

Den dimensionerande kapaciteten på Käppalaverket är 700 000 pe (personekvivalenter).

Käppalaverket har idag 11 reningslinjer genom försedimentering och biosteg. Inloppspumpstationen består av 8 pumpar med en total kapacitet på ca 10 m³/s. Gallersteget har kapacitet på 10 m³/s med 10 galler med 3 mm spaltvidd. Sandfången och försedimenteringarna har en kapacitet på ca 6 m³/s. Biosteget har en kapacitet på 5 m³/s. Som slutpolering finns 30 nedströms tvåmediafilter med en maxbelastning på 6 m³/s. Processen framgår av Figur 1, nedan.



Figur 1. Käppalas befintliga processlösning. **Käppala skickar en uppdaterad version inklusive Höglödesrening.**

3. Dimensionerande förutsättningar

Det finns dimensionerande förutsättningar framtagna av Käppala för den framtida processlösningen [4], vilka baseras på det nya tillståndet.

De utsläppsvillkor som specificerades i idéstudien vid en belastning om 900 000 pe redovisas i tabell 1 nedan.

Tabell 1. Givna utsläppsvillkor under idéstudien för 900 00 pe.

	mg/l
BOD7	4
Tot-N	5
Tot-P	0,1

Teknikerna som presenterades i idéstudierna har bedömts som aktuella trots något olika krav jämfört med domen (jämför tabell 1 och 3), framför allt skulle dock förändringar behöva göras i deras implementering eftersom det därefter har byggts en högflödesrening och det har beslutats att rejektvattenrening ska byggas.

I processdimensioneringen för nya utsläppsvillkoren i tillståndsansökan (2014) [5] så presenterades värden enligt Tabell 2.

Tabell 2.

	mg/l
BOD7	5
Tot-N	6
Tot-P	0,2

De reningskrav som det framtida Käppalaverket ska uppfylla beskrivs i tillståndet som givits enligt dom i Mark- och Miljödomstolen 2019-02-13, se tabell 3.

Tabell 3. Tillståndsgivna utsläppsvillkor.

	Begränsningsvärden, halter som kalenderårsmedelvärde			
	Till och med sju år från lagakraftvunnet beslut om tillstånd		Efter sju år från lagakraftvunnet beslut om tillstånd	
	mg/l	ton/år	mg/l	ton/år
BOD7	8	-	6	-
Tot-N	10	-	6	400
Tot-P	0,3	-	0,20	13

Baserat på mängdvillkor enligt tabell 3 och prognosticerat flöde för 900 000 pe har följande resulterande utsläppsvillkor för utgående halt specificerats av Käppala, se tabell 4 [4]. Det gäller efter sju år från laga kraftvunnet tillstånd.

Tabell 4. Utsläppsvillkor för 900 00 pe. Kalenderårsmedelvärde.

	mg/l
BOD7	6
Tot-N	4,6
Tot-P	0,15

Eftersom beslutet vann laga kraft i juni 2019 innebär det att anläggningen ska vara ombyggd, intrimmad och uppfylla utsläppsvillkoren senast juni 2026. Det innebär att tidsaspekten är en mycket viktig parameter vid val av processlösning. Sju år för utredning, projektering, upphandling, genomförande, driftsättning och intrimning är mycket utmanande.

Utgångspunkten för val av kväverening är att den skall vara effektivare och kompaktare än dagens aktivslamprocess för att det inte finns någon möjlighet att göra större bergarbeten för att få till ytterligare volymer inom rimlig tid.

4. Tekniker

4.1 Övervägda tekniker

Fem olika kvävereningsprocesser har varit i fokus i denna urvalsprocess och alla förutom Aktivt slam med ballastförstärkt sedimentering och IFAS har studerats i tidigare utredningar på Käppala [2, 3]. De olika teknikerna presenteras i Tabell 5 nedan. MBR ingår i två separata processlösningar som beskrivs närmare i kapitel 5.

Tabell 5. Övervägda tekniker.

Teknik	Biologisk process	Separationsteknik	Processlösning
MBR	Aktivt slam	Membran	1 och 2
MBBR	MBBR	Sedimentering	3
Lamellsedimentering	Aktivt slam	Lameller	4
IFAS	Hybrid mellan MBBR och Aktivt slam	Sedimentering	5
Avgasning av aktivt slam	Aktivt slam	Sedimentering	6
Ballastförstärkt sedimentering	Aktivt slam	Sedimentering	7

Fyra tekniker för att förstärka biosteget genom att bygga om och tillsätta bärare i biosteget (Processlösning 3 och 5) samt att öka slamhalten i aktivt slamprocessen (Processlösning 1, 2 och 6) ingår i utvärderingen.

Tre separationstekniker av aktivt slam med membranseparation (Lösning 1 och 2), lamellsedimentering (lösning 4), och separation med hjälp av ballastförstärkt separation (lösning 7).

Under 2014 genomfördes en processdimensionering som baseras på aktivslamprocessen med separering i hydrocyklon. Av denna anledning har ett storskaligt pilotförsök med hydrocyklon genomförts i linje 11. Det har dock visat sig att slamegenskaperna inte blev så bra som förväntat enligt dimensioneringen från 2014 [5] samt att utsläpssvillkoren blev betydligt striktare än förväntat utifrån ansökan. Därför behöver den framtida lösningen för Käppala bygga på något annat än aktivt slam med cykloner. Cykloner har därför inte inkluderats som en av de presenterade teknikerna.

De övervägda teknikerna beskrivs närmare nedan.

4.1.1 MBR (Membrane bioreactor)

MBR, eller Membrane bioreactor, innebär att separationssteget utgörs av en membranbarriär som medger en mycket hög kvalitet på utgående vatten. Denna teknik är mycket platsbesparande i jämförelse med traditionella avskiljningsmetoder som eftersedimentering.

En MBR kan belastas väsentligt hårdare med en högre slamhalt i jämförelse med den traditionella aktivslamprocessen och ger därför en kapacitetsökning. Ett membransteg kan på så sätt lösa två funktioner på samma gång.

4.1.2 MBBR (moving bed biofilm reactor)

MBBR, eller moving bed biofilm reactor, består av ett rörligt bärarmaterial som är i konstant omrörning. Bärarmaterialet har en mycket stor specifik yta som ger utrymme för en biofilm att växa och effektivisera den biologiska processen i biosteget. Tekniken kan användas i ett befintligt verk för att utöka kapaciteten.

Vid MBBR sker ingen returslampumpning och slamhalten som belastar efterföljande sedimentering är lägre än vid aktivt slam.

4.1.3 Aktivt slam med lamellsedimentering

En lamellsedimentering består av ett flertal lutande lameller eller skivor som installeras i en sedimenteringsbassäng. Genom den erhållna ökade sedimenteringsytan kan en sedimentering få högre kapacitet.

4.1.4 **IFAS (integrated fixed film activated sludge)**

Integrated fixed film activated sludge (IFAS) är en kombination av MBBR och aktivt slam. Till en eller flera zoner av biobassängen har bärare tillförts, vilket ökar den kväverenande kapaciteten och/eller minskar ner slamhalten i processen. Vid IFAS sker returslampumpning.

4.1.5 **Aktivt slam +Avgasning av aktivt slam**

Denna teknik bygger på att ett avgasningstorn byggs som genom vakuumpumpar minskar gaserna i slammet och förbättrar sedimenteringen av slammet. Detta ger möjligheten att öka slamhalten i aktivslamprocessen och få ett slam med bättre sedimentationsegenskaper i biosteget. Detta leder till en ökad hydraulisk och biologisk kapacitet i befintliga volymer.

4.1.6 **Aktivt slam med ballastförstärkt sedimentering**

Processen utgår från att flockarna i en aktivslamprocess binder till ett ballastmaterial som har betydligt högre densitet än slammet och därmed höjer sjunkhastigheten. Detta leder till en ökad hydraulisk och biologisk kapacitet i befintliga volymer.

5. Processlösningar

Sju separata processlösningar presenteras nedan av vilka fem kommer från idéstudierna från 2009 [2, 3] medan två nya alternativ lyfts fram. Teknikerna som presenterats i idéstudierna är fortfarande aktuella trots att dimensioneringen måste ses över i och med skärpningen av kraven. När idéstudierna genomfördes fanns inte rejektvattenrening eller högflödesrening med som uppdragsförutsättning.

Som förutsättning för framtiden, dvs för följande processlösningar, gäller att den framtida lösningen ska inkludera försedimentering och rejektvattenrening med deammonifikation utöver den Högflödesrening som redan har tagits i drift. Typ av rejektvattenrening har ännu inte fastställts.

5.1 **Processlösning 1: Membrane bioreactor (MBR)**

Biostegets biobassänger i både Linje 1-6 och Linje 7-11 konverteras till ett komplett MBR-system (Idéstudie 2009, Sweco. Processfall 4).

5.2 **Processlösning 2: Kombination av MBR och aktivt slam**

En möjlighet att öka kapaciteten på dagens process genom att tillföra membran i vissa delar av anläggningens biosteg. 55 % av flödet skulle ledas till en ombyggd aktivslamprocess i linje 7-11 och 45 % av flödet behandlas i en MBR som inryms i 5 biobassänger av linje 1-6 med bibehållet bassängdjup i båda fallen. Vattnet fördelas till 11 eftersedimenteringsbassänger. Vattnet kan behandlas i dagens

filtersteg. I MBR-delen rivs mellanväggar och nya byggs (Idéstudie 2009, Ramböll. Alternativ A1)

5.3 **Processlösning 3: Moving bed biofilm reactor (MBBR)**

Biobassängerna i linje 7-11 byggs om till MBBR. Processlösningen består av för- och efterdenitrifikation med dosering av metanol till efterdenitrifikationen. Efter varje MBBR leds vattnet in till ett flockningssteg där det ska finnas möjlighet att dosera fällningskemikalie (Idéstudie 2009, Ramböll. Alternativ A3).

Totalflödet från samtliga eftersedimenteringsbassänger leds till filter. I idéstudien fanns ingen högflödesrening och därför behöver troligen inte de ytterligare filtren byggas som presenterades som en del av det förslaget.

5.4 **Processlösning 4: Aktivt slam med lamelledimentering**

Linje 7-11 utrustas med lamelledimentering för att få högre kapacitet på sedimenteringen. Flödet fördelas så att 63 % leds till linje 7-11. Flödet i linje 1-6 passerar även fortsättningsvis konventionella sedimenteringsbassänger för slamavskiljning (Idéstudie 2009, Ramböll. Alternativ A2).

5.5 **Processlösning 5: IFAS**

Detta processalternativ har inte presenterats i någon av idéstudierna tidigare och lyfts därför som en potentiellt intressant teknik för kapacitetsökning. Ytterligare utredningar runt denna teknik behöver dock göras. Denna process innebär returslamåterföring. Den innebär därmed att högre slamhalt belastar eftersedimenteringen jämfört med MBBR. Denna teknik har studerats först under arbetet med denna rapport.

5.6 **Processlösning 6: Avgasning av aktivt slam**

Denna lösning innebär att det aktiva slammet i hela verket behandlas för att förbättra sedimenteringen. Tekniken med avgasning som presenterades i en av idéstudierna från 2009 [2] **valdes ut som förstahandsalternativet för ombyggnaden av Käppala i den tidigare förstudien [1] och utreddes** vidare av Käppala [6]. Det har efter det beslutats att denna teknik inte är aktuell att gå vidare med då den kommersiella dialogen med leverantören av denna patenterade teknologi inte fungerade. Den har därför lyfts i denna screening endast för att dokumentera orsaken till varför denna lösning har förkastats (Idéstudie 2009, Sweco. Processfall 4).

5.7 **Processlösning 7: Aktivt slam med ballastförstärkt sedimentering**

Detta processalternativ har inte presenterats i någon av idéstudierna tidigare och lyfts därför som en intressant teknik för slamseparering. Mer efterforskningar runt

denna teknik behöver dock göras. Uppbyggnaden av denna processlösning följer i detta skede samma som processlösning 4 förutom att separeringen sker med ballastmaterial och inte lameller.

Sedimentering ballastförstärkt med sand finns idag installerad som högflödesrening på Käppalaverket. Denna tillämpning är dock inte i kombination med aktivt slam.

Den teknik som har studerats föreslås för implementering på Käppala är från en leverantör där ballastmaterialet utgörs av magnetit och kan separeras från returslammet i en magnetseparator. De installationer som krävs för denna applikation bedöms i detta skede vara relativt små varför tekniken potentiellt skulle kunna vara intressant.

6. Utvärdering av tekniker

6.1 Utvärderingsmetodik

För att kunna utvärdera de möjliga processlösningarna för Käppala har ett antal viktiga parametrar för utbyggnaden fastställts. Den föreslagna processlösningen utvärderas efter dessa parametrar i den ordning de presenteras nedan och om de inte anses möta de ställda kraven på någon av kategorierna så analyseras de inte vidare. Teknikerna:

1. Skall klara de fastställda reningskraven.
2. Skall ha goda kommersiella villkor.
3. Skall ha bra referenser och kända leverantörer.
4. Skall kunna projekteras, byggas och driftsättas inom miljödomens tidsram
5. Skall kunna inrymmas inom befintlig anläggning och bassängvolym

6.2 Teknisk lösning

6.2.1 Reningskrav

Samtliga tekniker har valts för att de antingen klarat av de krav som ställdes under idéstudien (2009) eller att de visar potential att klara kraven. Utgångspunkten i detta skede är att samtliga av dessa tekniker kan utnyttjas för att nå kraven i tillståndet men att den fortsatta förstudien får påvisa hur tekniken ska implementeras och utformas.

6.2.2 Kommersiella villkor, konkurrens, teknisk inlåsning

Om upphandlingen är bunden till en enskild leverantör eller kopplad till patenterad teknik så ökar det risken för att utrustningen inte skulle kunna levereras samt att det kan leda till ökade kostnader.

En viktig fråga vid val av processteknik är hur många leverantörer som finns tillgängliga på marknaden, och huruvida tekniken är skyddad med patent. För

MBBR-tekniken, MBR-tekniken och lameller är vår bedömning att det finns goda möjligheter att få konkurrensutsatt upphandling.

Om anläggningens processlösning utformas med utgångspunkt i en patenterad teknik eller en ensam leverantör, som teknikerna för Processlösning 7 (Ballast) eller Processlösning 6 (Avgasning) finns risk för bristande konkurrens och för problem vid genomförandet.

Processlösning 6 (avgasning) har utretts i en tidigare fas av i Käppalas utvecklingsarbete och då inga ekonomiskt godtagbara avtal kunde nås med leverantören för utbyggnaden av en pilotlinje så har denna teknik uteslutits. Lösningen var vid denna tidpunkt patenterad och patentet har sedan dess gått ut, men det finns inte längre tid för att utreda processen i en pilotlinje och utveckla processen inom given tidsram för vattendomen. Det finns inte heller några garantier för att de kommersiella villkoren har förbättrats då det är samma leverantör som skulle bli aktuell att samarbeta med.

På grund av ofördelaktiga kommersiella villkor rekommenderas därför att processlösning 6 (Avgasning) och 7 (Ballast) inte utreds vidare.

6.2.3 Referenser och leverantörer

När det gäller referenser så eftersöks i första hand vanliga tekniker där det finns gott om referenser där erfarenheter och kunskap kan inhämtas. Referenserna fungerar som ett kvitto på att processerna och leverantörerna kan åstadkomma de resultat som krävs för Käppalas framtida utbyggnad. Storleken på anläggningarna som referenserna avser är också av vikt så att det inte leder till problem, då skalan är av en viktig betydelse för leverantörens erfarenheter. Om referenserna finns i Sverige kan också vara avgörande för att relevanta förutsättningar och data ska kunna inhämtas och jämföras.

Processlösning 4 (lameller) är en välkänd teknik men den har ytterst få referenser vid tillämpningen för sedimentering av just aktivt slam (5 referenser) och de referenser som finns är från små anläggningar, ingen i Sverige. Av denna anledning kan inte Processlösning 4 (lameller) rekommenderas användas som separationslösning i aktivslamprocessen.

6.2.4 Utredningsbehov

Av processlösning 5 (IFAS) finns ett flertal anläggningar som referenser runt om i världen. Processlösning 5 (IFAS) finns dock inte i långtidsdrift i Sverige och därför är kunskapen om tekniken i VA-Sverige låg och kommer kräva omfattande utredningar och utvärdering genom en pilotstudie. Då tiden till de skärpta kraven träder i kraft (år 2026) är relativt kort så kan Processlösning 5 (IFAS) inte rekommenderas.

6.2.5 Komplexitet vid utbyggnad samt genomförandetid

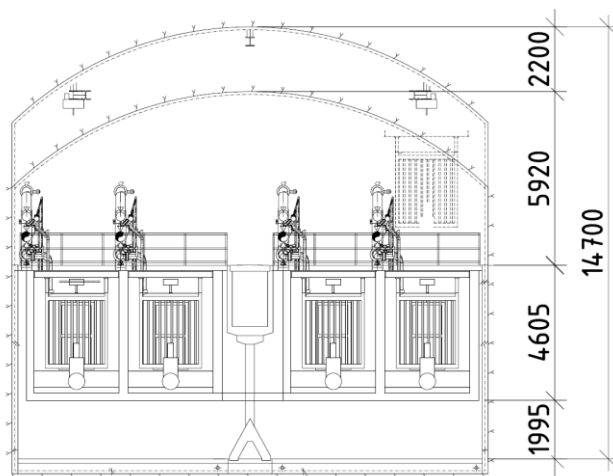
Det finns inga möjligheter att bygga ut Käppala med ytterligare bergum och volymer inom ramen för detta projekt. **Det finns idag inget tillstånd som tillåter Käppala att utvidga verket i berget.** Bergarbeten är dyra, komplexa och tidskrävande samt att det finns en osäkerhet avseende slutlig tidsåtgång förknippade med bergarbeten.

Processlösning 1 och 2 (MBR) kommer att kräva omfattande bergarbeten då bassänghallarna behöver ha en viss höjd för att membranerna skall kunna lyftas in och ut ur bassängerna. Detta kräver sprängningsarbete och utforsling av sprängmassor. Se figur 2 för ungefärliga krav på höjning. Höjning av botten kan också komma att krävas. Det finns utredningsbehov för in/uttransport, lyftutrustning, metod för ombyggnad/höjning av bergtak. I pågående projekt vid Henriksdals reningsverk har både tidplan och kostnader reviderats flera gånger under projektets gång vilket måste undvikas i största möjliga mån vid utbyggnaden av Käppalaverket för att klara tidsramen i tillståndet.

Tiden för genomförandeskedet för processlösning 1 (MBR) bedöms till 4 etapper a´ ca 2 år per etapp, dvs totalt 8 år för processlösning 1 (MBR). Med 2 år för utredning/projektering ger detta totalt minst 10 års tid.

Tidplanen för processlösning 2 (MBR) bedöms något kortare, 3 etapper a´ ca 2 år per etapp, dvs totalt 6 år för processlösning 2 (MBR). Med 2 år för utredning/projektering ger detta totalt minst 8 års tid.

Processlösning 1 och 2 (MBR) rekommenderas inte då tiden för implementeringen av tekniken är för lång för tidsramen i tillståndet.



Figur 2. Takhöjning som krävs i eftersedimenteringar för installation av MBR.

Processlösning 3 (MBBR) innebär att samtliga bergväggar **eventuellt** måste få någon täckning för att inte bärarna skall skadas **mot de råa bergvägarna i dagens bassänger** samt att silväggar behöva installeras. Det finns utredningsbehov för intransport. Ombyggnaden för MBBR är omfattande men det finns idag inget känt hinder för dess implementering. Ombyggnaden bedöms mindre omfattande än för processlösning 1 och 2 (MBR).

Projektgenomförande av processlösning 3 (MBBR) fördelat på fyra ombyggnadsetapper bedöms vara genomförbart på ca 7 år. Varje etapp bedöms ta ca 1 år till 5 kvartal i anspråk för ombyggnad och driftsättning, utöver detta tillkommer tid för utredning, projektering och upphandling som bedöms till ca 2 år.

Det skall dock sägas att det föreligger relativt stora osäkerhet i tidsuppskattningen av respektive moment för samtliga tekniker i detta skede och att vidare utredningar krävs för att precisera tidsuppskattningarna ytterligare.

6.3 Rekommenderad lösning

Processlösning 3 (MBBR) är den teknik som utifrån denna utvärdering har visat sig vara den bästa lösningen. Med det sagt så ska det även konstateras att omfattningen och komplexiteten av ombyggnaden av befintlig anläggning till en MBBR inte är helt oproblematisk inom en bergsanläggning. Det är exempelvis logistiskt väldigt komplext med så stora volymer bärare som kommer behöva transporteras ner i anläggningen.

Ombyggnaden får inte innebära större bergarbeten eller bli så komplex att den faller utanför tidsramen som angivits i tillståndet eller blir svår att utföra praktiskt.

MBBR är en välkänd processteknik som är robust och som det finns tillgång till erfarenhetsinhämtning och referenser inom VA-Sverige och Norge samt andra länder.

7. Sammanfattande slutsats

Processlösning 1 (MBR) och 2 (MBR och aktivt slam) rekommenderas inte på grund av att tidplanen för ombyggnationen är för lång i förhållande tills de nya utsläppsvillkoren ska kunna uppfyllas.

Lameller i samband med aktivt slam har ytterst få referenser, varför processlösning 4 (lameller) inte rekommenderas.

Processlösning 5 (IFAS) rekommenderas inte på grund av att tidplanen för pilotstudier och vidare utredningar blir för lång i förhållande tills de nya utsläppsvillkoren ska kunna uppfyllas.

På grund av de kommersiella villkoren rekommenderas att processlösning 6 (Avgasning) och 7 (Ballast) inte utreds vidare.

Processlösning 3 (MBBR) är den teknik som utifrån denna utredning har visat sig vara den bästa lösningen. Detta ligger helt i linje med den tidigare utförda förstudien [1] där MBBR var andrahandsvalet efter den avgasningsteknik som utredes (Processlösning 6) men inte var möjlig att implementera på grund av de dåliga kommersiella villkoren.

8. Rekommendation

Av de belysta alternativen föreslår vi att MBBR väljs ut som lösningen för fortsatt utredning.

9. Referenser

- [1] Thunberg Andreas, 2010-12-13- Projekt Käppala 2020. Käppalaförbundet
- [2] Ek Peter et al. 2009 Utveckling av Käppalaverket-framtagna av idéskiss på Utformning. Ramböll
- [3] Grundestam Jonas et al. 2009. Utveckling av Käppalaverket-Idéförlag. Sweco.
- [4] Grundestam Jonas, 2019-09-20. Dimensionerande förutsättningar, Käppalaverket 900k. Käppalaförbundet.
- [5] Thunberg Andreas, 2014. Processdimensionering för nya utsläppsvillkor. Käppalaförbundet.
- [6] Grundestam Jonas & Stig Morling, 2011. Principförlag för införandet av avgasning vid BB11 Käppala reningsverk