



RAPPORT

Utveckling av Käppalaverket

Idéförslag

2009-11-13_rev 2009-12-22



Upprättad av: Karolina Ekman/Katarina Starberg
Granskad: Regine Ullman/Anders Ullman
Godkänd av: Katarina Starberg



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

RAPPORT

Idéförslag avseende utbyggnad av Käppalaverket

2009-11-13

Kund

Käppalaförbundet
Andreas Thunberg/Torsten Palmgren

LIDINGÖ

Konsult

WSP Samhällsbyggnad
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 8 688 60 00
Fax: +46 8 688 69 99

www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Käppalaförbundet

Torsten Palmgren, processchef, tel 08-766 6700

Andreas Thunberg, processingenjör, tel 08-766 6700

WSP

Katarina Starberg, projektledare, 08-688 6000, 070-276 6337



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Innehåll

1	INLEDNING	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Projektorganisation	5
1.3	Metodik	5
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	6
2.1	Belastning och reningskrav	6
2.2	Studerade driftfall	7
2.3	Avgränsningar	7
2.4	Underlagsmaterial	7
2.5	Det befintliga verkets uppbyggnad	7
3	DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	10
3.1	Inkommande flödes- och föroreningsbelastning	10
3.2	Reningskrav	13
4	FÖRSLAG TILL PROCESSLÖSNING	14
4.1	Övergripande beskrivning	14
4.2	Gamla bioblocket	16
4.3	Nya bioblocket	19
4.4	Bedömning av slam som kolkälla	22
4.5	Bräddvattenrening	23
4.6	Rening av läkemedelsrester	25
4.6.1	Bedömningsgrunder	25
4.6.2	Förslag till rening av läkemedelsrester vid Käppalaverket	26
5	ÅTGÄRDSFÖRSLAG	28
5.1	Åtgärder för fall 1: 700 000 pe, nuvarande reningskrav	28
5.1.1	Biosteget	28



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.1.2	Bräddvattenrening	28
5.2	Fall 2: 700 000 pe, strängare reningskrav	30
5.2.1	Biosteget	30
5.2.2	Bräddvattenrening	30
5.3	Fall 3: 900 000 pe, nuvarande reningskrav	31
5.3.1	Grovrening	31
5.3.2	Biosteget	31
5.3.3	Bräddvattenrening	31
5.4	Fall 4: 900 000 pe, strängare reningskrav	33
5.4.1	Grovrening	33
5.4.2	Biosteget	33
5.4.3	Bräddvattenrening	33
5.5	Fall 5: 700 000 pe, strängare reningskrav + läkemedelsavskiljning	35
5.6	Fall 6: 900 000 pe, strängare reningskrav + läkemedelsavskiljning	35
5.7	Ventilation och luktreduktion	36
5.7.1	Ventilation bräddvattenrening (flotationsanläggning)	36
5.7.2	Ventilation Kolfilterhall - fall 5 och 6.	37
6	KOSTNADER	38
6.1	Investeringskostnader	38
6.2	Driftkostnader	39
6.2.1	Jämförelse kolkälla/slam och bedömd intäktsminskning för biogas vid användning av slam som kolkälla	40
6.3	Årskostnader	40
6.4	Nyckeltal	42
7	SAMMANFATTNING AV FÖRSLAGETS KVALITETER	43

BILAGOR

Bilaga 1	Åtgärder
Bilaga 2	Investeringar
Bilaga 3	Energiförbrukning
Bilaga 4	Årskostnads kalkyl
Bilaga 5	Ritningsbilaga



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Käppalaförbundet har kontaktats av fem kommuner som i olika grad har anmält intresse om en anslutning till Käppalaverket. Dessa är Håbo, Knivsta, Norrtälje, Vaxholm och Österåker. Inom en 30 års period bedöms invånarantalet i dessa fem kommuner uppgå till ca 200 000 personer. Därutöver tillkommer ca 100 000 personer ytterligare från nuvarande medlemmar.

WSP har därför – som ett av fyra konsultbolag – fått i uppdrag att ta fram ett idéförslag på hur Käppalaverket kan byggas ut för att möta en framtida ökad belastning. Förslaget redovisas i föreliggande rapport.

1.2 Projektorganisation

Förslaget har tagits fram av följande projektorganisation:

Katarina Starberg har varit uppdragsledare och är ansvarig för förslaget som helhet. Processlösningar har utarbetats av Anders Ullman (underkonsult, Treatcon AB). Regine Ullman har tagit fram åtgärdsförslag för respektive lösning och svarat för maskinkalkyler. Mats Ek från IVL har konsulterats i frågor kring läkemedelsrening. Övrig projektorganisation har utgjorts av:

Stefan Tyrbo, byggkonstruktion

Mats Romson, ventilation

Bo Larsson, ÅF (underkonsult), el och automation.

Karolina Ekman har varit projektadministratör och samordnat rapporten.

1.3 Metodik

Processberäkningar för befintligt verk genomfördes för varje del i reningsprocessen (vattenfasen), med utgångspunkt i dimensionerande data (ur Principförslag 1992) samt nuvarande belastning, såväl hydraulisk som föroreningsbelastning.

Därefter beräknades framtida belastningsfall, enligt specifikation i förfrågan, för samtliga delar i verket. Utifrån dessa beräkningar gjordes bedömningar för vilka delar i verket som behöver åtgärdas.

Olika processlösningar övervägdes för vardera driftfallet genom beräkningar och översiktliga kostnadsbedömningar och en övergripande lösning för respektive fall valdes.

Åtgärdsförslag för respektive driftfall togs fram och kostnadsbedömdes. Nyckeltal framräknades för olika parametrar.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

2 Förutsättningar

2.1 Belastning och reningskrav

Käppalaförbundet har behov av att utreda konsekvenserna av såväl ökade reningskrav som en alltmer ökande belastning. I Tabell 1 och

Tabell 2 nedan redovisas de krav som Käppalaförbundet in sin förfrågan angivit skall undersökas.

Tabell 1 Reningskrav

	Nuvarande krav	Strängare krav
Fosfor, P_{tot}	0,3 mg/l, 12 ton/år	0,1 mg/l, 6 ton/år
Kväve, N_{tot}	10 mg/l, 700 ton/år	5 mg/l, 350 ton/år
BOD₇	8 mg/l, 700 ton/år	4 mg/l, 350 ton/år

Dessutom skall ett möjligt krav på rening av läkemedelsrester beaktas.

I uppdraget ingår att ange vilken reningsgrad som kan förväntas uppnås för olika parametrar med föreslagen teknik. Alla utsläppskrav gäller inklusive eventuell bräddning.

Tabell 2 Alternativ hydraulisk belastning

	Alt 1	Alt 2
Flöde, $\text{Mm}^3/\text{år}$	60	100
Maxbelastning, m^3/s	6	9
Antalet anslutna (pe^1)	700 000	900 000

¹ 70 g BOD₇/person, dygn; 12 g N/pe,d samt 1,5 g P/pe, dygn



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

2.2 Studerade driftfall

Baserat på ovan angivna alternativ för reningskrav och belastning, har följande 6 driftfall studerats här:

Driftfall	Antal anslutna	Reningskrav	Läkemedelsrening
1	700 000	Nuvarande krav	-
2	700 000	Strängare krav	-
3	900 000	Nuvarande krav	-
4	900 000	Strängare krav	-
5	700 000	Nuvarande krav	Ja
6	900 000	Strängare krav	Ja

2.3 Avgränsningar

Utredningsuppdraget har enligt förfrågan begränsats till rening av vattenfasen vid Käppalaverket exklusive tunnelsystem, inloppspumpstation och slambehandling. Däremot har påverkan på slamproduktion, slamegenskaper och eventuell inverkan på gasproduktionen beskrivits.

2.4 Underlagsmaterial

Följande underlagsmaterial har använts:

Förfrågan, Utveckling av Käppalaverket, framtagning av idéskiss på utformning, med bilaga: Principförslag för utbyggnad, K-konsult, 1992.

www.kappala.se Pdf-dokument från hemsidan om befintlig kväverening och bio-P.

Miljörapport Käppalaförbundet, för åren 2005-2008.

B Björleinius, C. Wahlberg och A. Carlsson. En jämförelse av olika reningsmetoder för avskiljning av läkemedelsrester – Resultat från Stockholm Vattens projekt.

Cirkulation 5/09 2 sept, artikel Lovande reningsteknik mot läkemedelsrester s 12.

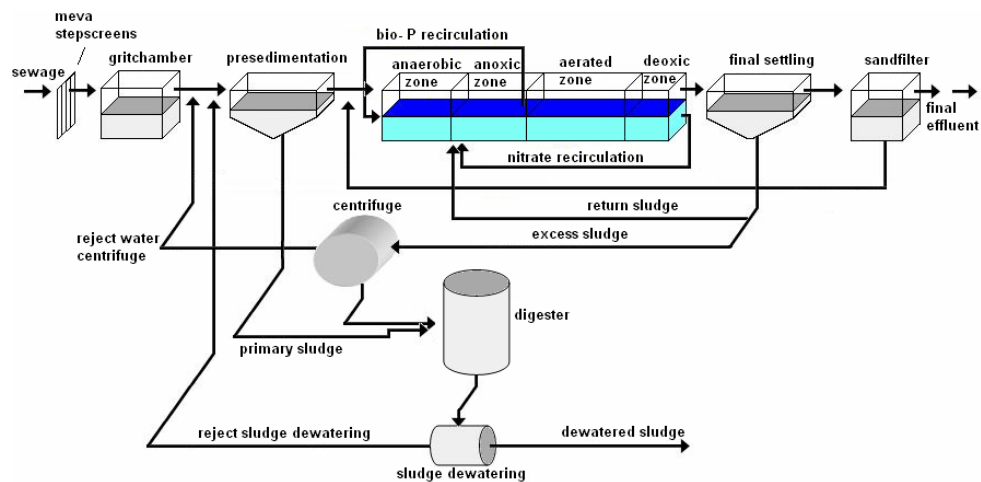
2.5 Det befintliga verkets uppbyggnad

Käppalaverket har idag 11 reningslinjer (6 i den gamla delen och 5 i den nya delen) och 30 nedströms tvåmediafilter som slutpolering. Inloppspumpstationen består av 8 st pumpar med en total kapacitet på ca 10 m³/s. Grovreningen har nominellt denna kapacitet (10 s k trappgaller med 3 mm spaltvidd), dock har praktiken visat att kapaciteten är något lägre. Resterande delar, från och med sandfången har en kapacitet på ca 6 m³/s. Processen framgår av Figur 1.

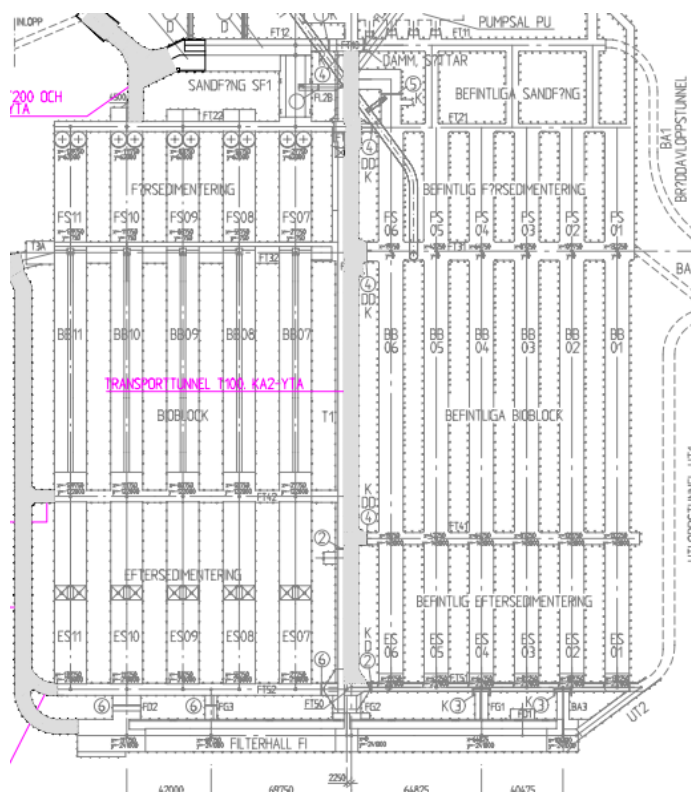
I dagsläget belastas verket med motsvarande 480 000 pe.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	



Figur 1 Processöversikt, Käppalaverket



Figur 2 Översiktlig layout, Käppalaverket



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Biosteget består av en aktiv slamanläggning.

Under en längre tid har Käppalaverket bedrivit försök rörande biologisk fosforering, bio-P, för att se om detta kan vara ett alternativ till den mer konventionella, kemiska reningen av fosfor.

Sedan våren 2004 behandlas 1/3 av flödet genom Käppalaverket med bio-P i den gamla anläggningsdelen.

Inkommande föroreningshalter åren 2005-2008 redovisas i Tabell 3. Uppgifterna är tagna ur miljörapporter för motsvarande år.

Tabell 3 **Inkommande föroreningsbelastning**

Ämne	2008	2007	2006	2005	medel
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
BOD	218	250	242	250	240
N-tot	39	43	43	45	43
P-tot	6,2	6,8	6,7	7,0	6,7



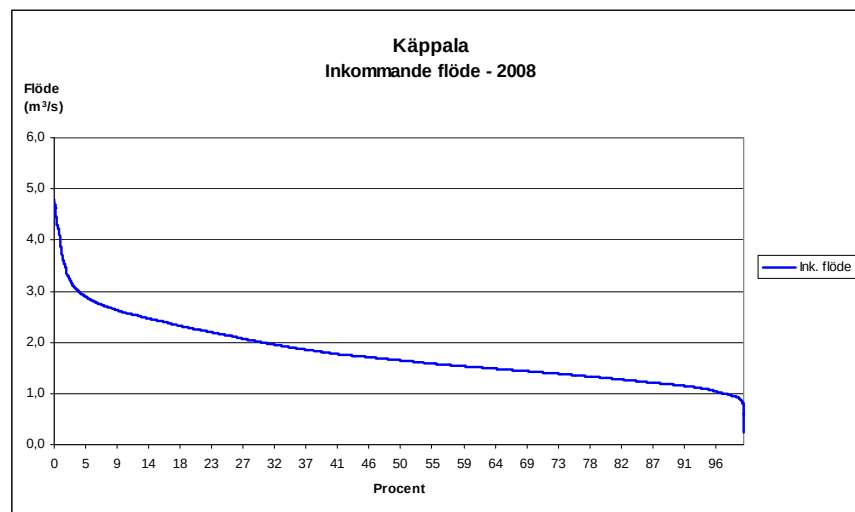
Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

3 Dimensioneringsförutsättningar

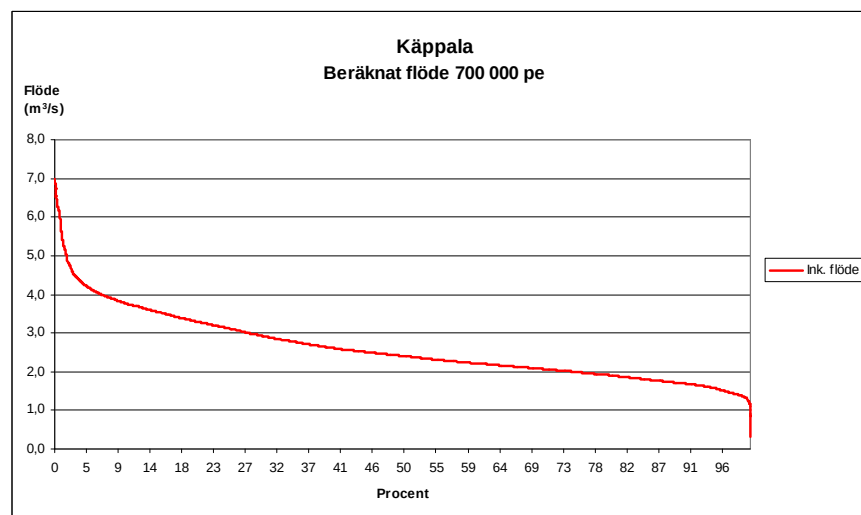
3.1 Inkommande flödes- och föroreningsbelastning

I Figur 3 visas gällande flödessituation, d v s flödet vid en belastning på 480 000 pe, vid Käppalaverket.

Förväntade flöden vid en belastning på 700 000 pe respektive 900 000 pe, som framgår av Figur 4 och Figur 5 har beräknats utifrån nuvarande flöde vid 480 000 pe.



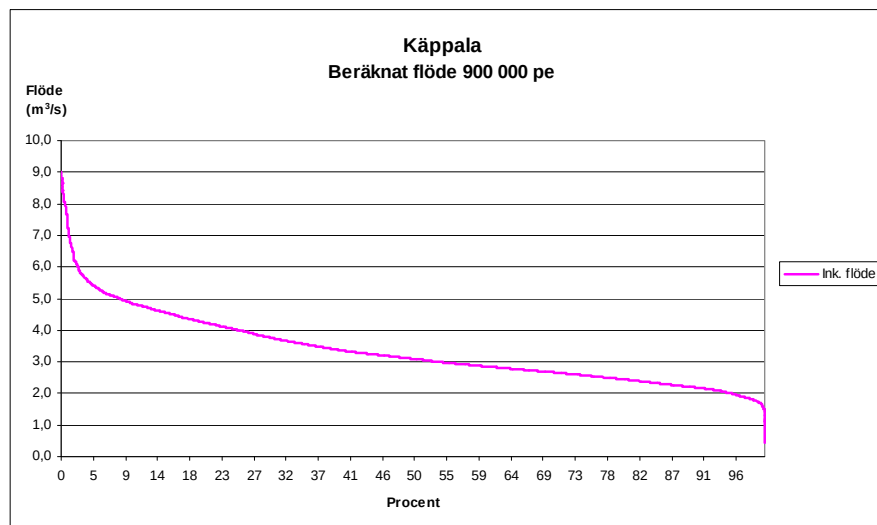
Figur 3 Nuvarande flödesfördelning



Figur 4 Bedömd flödesbelastning vid 700 000 pe.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	



Figur 5 Bedömd flödesbelastning vid 900 000 pe.

Av Tabell 4 framgår inkommande flödes- och föroreningsbelastning till reningsverket för 700 000 pe respektive 900 000 pe.

Tabell 4 Flödes- och föroreningsbelastning i inkommande och försedimenterat vatten

Belastning	Enhet	700 000 pe	900 000 pe
Flöde			
- medel	m ³ /s	2,6 (*)	3,4 (*)
- max	m ³ /s	7,0	9,0
Organiskt material - BOD₇			
Specifik belastning	g/pe, d	70	70
Dygnsbelastning	kg/d	49 000	63 000
Fosfor - P_{tot}			
Specifik belastning	g/pe, d	1,5	1,5
Dygnsbelastning	kg/d	1 050	1 350
Kväve – N_{tot}			
Specifik belastning	g/pe, d	12	12
Dygnsbelastning	kg/d	8 400	10 800
Susp – SS (**)			
Specifik belastning	g/pe, d	80	80
Dygnsbelastning	kg/d	56 000	72 000



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Flödet, och därmed föroreningarna, fördelas lika mellan de båda blocken. Fördelningen sker efter galler och sandfång enligt nuvarande utformning.

Maximalt flöde till respektive linje har beräknats till 3 m³/s.

Resterande vattenmängd behandlas i en separat bräddvattenrening, som installeras i en av det ”gamla” blockets linjer.

Således kommer det gamla blocket i framtiden också att bestå av 5 bassänger i samtliga behandlingssteg (d v s 5 försedimenteringsbassänger, 5 biobassänger, 5 eftersedimenteringsbassänger).

I Tabell 5 redovisas inkommande flödes- och föroreningsbelastning till verket för 700 000 pe respektive 900 000 pe.

Tabell 5 Flödes- och föroreningsbelastning till biosteget

Belastning	Enhet	700 000 pe		900 000 pe		Bräddvattenrening
		G:a delen	Nya delen	G:a delen	Nya delen	
Flöde						
- medel	m ³ /s	1,3	1,3	1,7	1,7	-
- max	m ³ /s	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Organiskt material - BOD₇						
Reduktion FS, utan förfällning	%	30	30	30	30	50
Till biosteg	kg/d	17 150	17 150	22 050	22 050	315 (*)
Fosfor – P_{tot}						
Reduktion FS, utan förfällning	%	50	50	50	50	90
Till biosteg	kg/d	263	263	338	338	1,3 (*)
Kväve – N_{tot}						
Reduktion FS, utan förfällning	%	10	10	10	10	10
Till biosteg	kg/d	3 780	3 780	4 860	4 860	97 (*)
Susp – SS (**)						
Reduktion FS, utan förfällning	%	60	60	60	60	90
Till biosteg	kg/d	11 200	11 200	14 400	14 400	72 (*)

(*) Föroreningsmängden från bräddvattenreningen leds till utloppet och har beräknats utifrån max bräddning 3% av tiden (se varaktighetsdiagram) och angiven reduktion som uppnås vid dosering av JKL eller likvärdig kemikalie..



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket Idéförslag	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22		
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

3.2 Reningskrav

Föreslagen anläggningsutformning har dimensionerats dels för gällande villkor dels för skärpta villkor, vilka framgår av Tabell 6 nedan.

Utsläppskraven inkluderar eventuellt bräddat vatten.

Tabell 6 Gällande villkor samt skärpta villkor

Belastning	Enhet	Nuvarande villkor	Skärpta villkor
BOD ₇	mg/l	8,0	5,0
Ptot	mg/l	0,3	0,1
Ntot	mg/l	10	4,0



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

4 Förslag till processlösning

Följande beskrivning skall läsas tillsammans med flödesscheman i Bilaga 5.

4.1 Övergripande beskrivning

Utbyggnad av nuvarande process (aktivslam) skulle i praktiken innebära att ett helt nytt plan sprängs ut nedåt i berget, eftersom det inte går att bygga ut i sidriktningarna på befintligt plan. Denna möjlighet har i ett tidigt skede förkastats, främst av kostnadsskäl (men lösningen är ju också idémässigt trivial). Vid utformning av förslagen har fokus legat på sådana lösningar som ryms inom befintliga volymer och erbjuder flexibilitet i drift.

Nuvarande reningsprocess fungerar mycket bra vid Käppalaverket idag, med bland annat hög kvävereduktion. Det framtagna förslaget för Käppalaverket innebär framför allt omläggning av den biologiska processen samt komplettering med bräddvattenrening vid högre flöden än $6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Övriga delar klarar sig relativt bra och endast mindre åtgärder bedöms krävas. Erforderliga åtgärder beskrivs i detalj nästkommande kapitel.

Huvudsakligen innebär förslaget följande:

- 1) I nya delen läggs biosteget om till kontaktstabilisering med en sk Kraus-process. Verket är redan förberett för detta och kan enkelt ställas om.
- 2) I gamla delens biosteg introduceras rörligt bärarmaterial och processen läggs därigenom om till en sk MBBR-process (Moving Bed Biological Reactor).
- 3) Vid flöden $> 6 \text{ m}^3/\text{s}$ tillämpas separat bräddvattenrening genom lamellflotation, som placeras i en av gamla blockets 6 linjer.
- 4) Vid 900 000 pe byggs grovreningen om med silar.
- 5) Eventuell läkemedelsrening sker i en ny kolfilteranläggning efter befintliga sandfilter.

Figur 6 illustrerar övergripande den föreslagna lösningen.

Flödet, och därmed föroreningarna, fördelas lika mellan de båda blocken. Fördelningen sker efter galler och sandfång enligt nuvarande utformning.

Maximalt flöde till respektive linje har beräknats till $3 \text{ m}^3/\text{s}$.

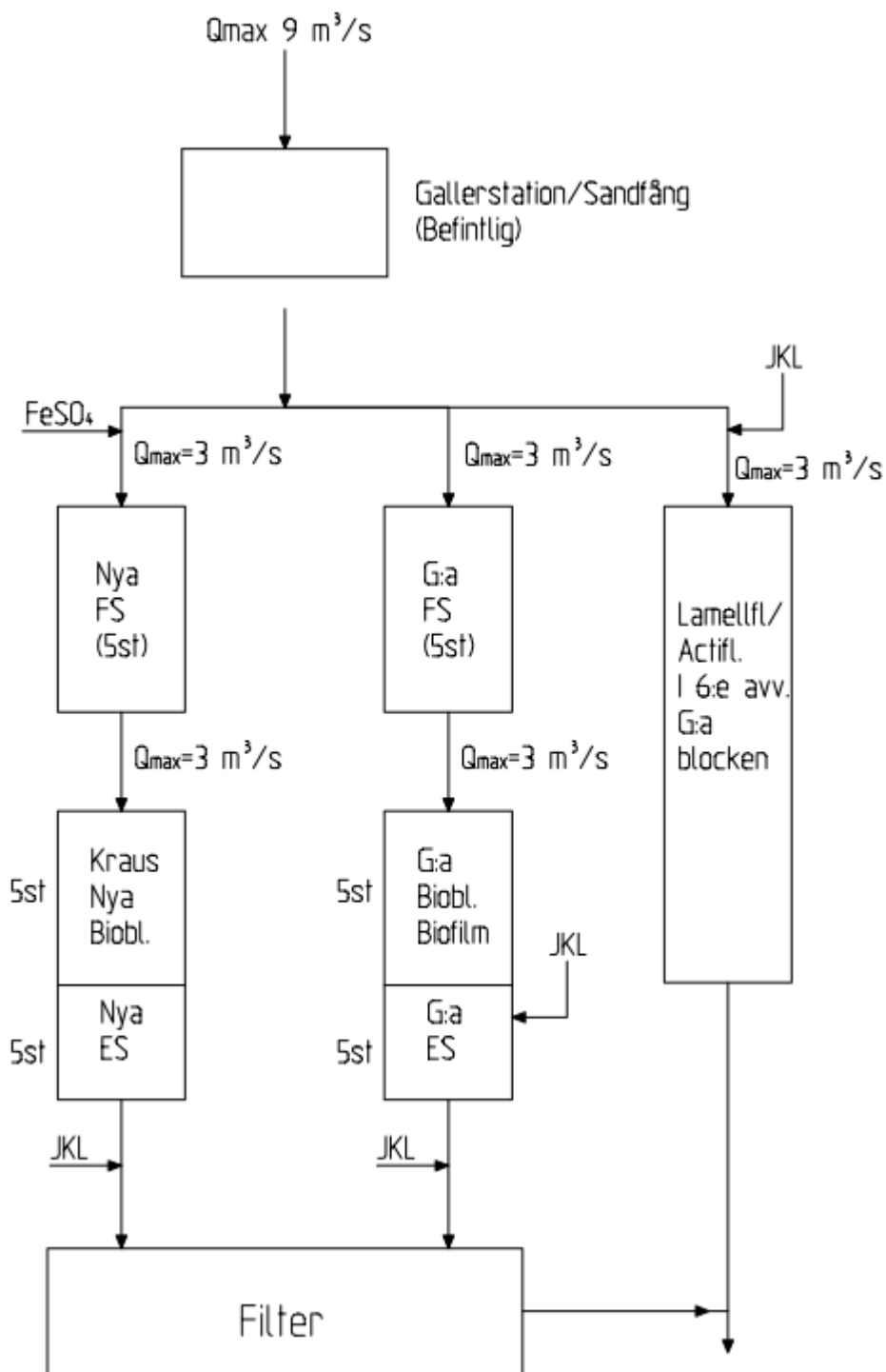
Resterande vattenmängd behandlas i en separat bräddvattenrening, som installeras i en av det gamla blockets linjer. Således kommer det gamla blocket i framtiden också att bestå av 5 bassänger i samtliga behandlingssteg (dvs 5 försedimenteringsbassänger, 5 biobassänger, 5 eftersedimenteringsbassänger).

Inga åtgärder görs i befintlig försedimentering. Detta steg är dimensionerat för $6 \text{ m}^3/\text{s}$ och bedöms klara sig väl upp till dimensionerande flöde.

Befintliga sandfilter används också som idag, upp till $Q_{\text{max}} > 6 \text{ m}^3/\text{s}$.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	



R:\5116\2009\10126264 Käppalaförbundet, utbyggnad3_Dokument\38_Rapport\Rapport_Käppala utbyggnad_rev091222_KS.doc



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

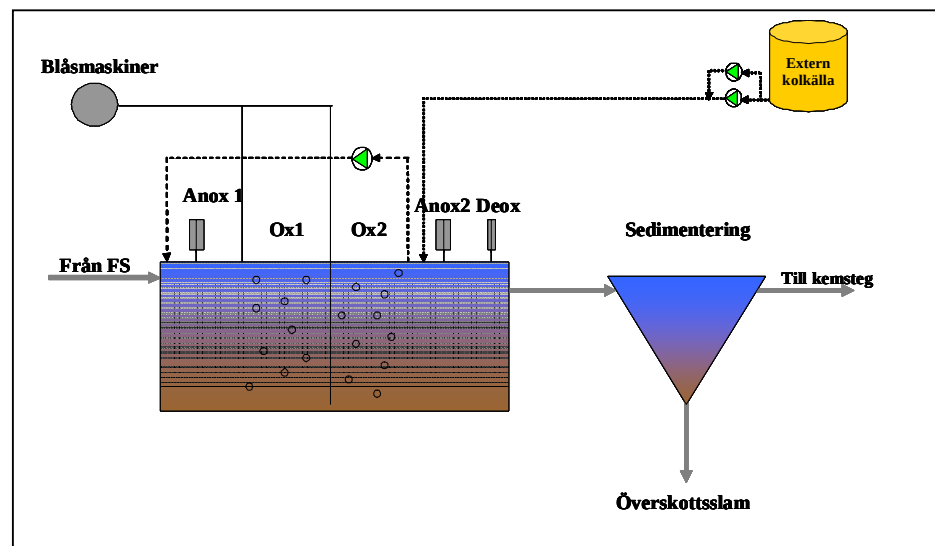
Figur 6 Övergripande förslag till ombyggnation av biosteget.

4.2 Gamla bioblocket

Gamla bioblocket föreslås utformas som en biofilmsanläggning. Nedanstående figur beskriver schematiskt biofilmsprocessen med rörligt bärmaterial.

I biofilmsanläggningar växer mikroorganismerna på bärmaterial till skillnad från t ex aktiv slam och SBR-anläggningar, där slammet är i suspension. Bärmaterialet utgörs oftast av mindre plastkroppar som svävar omkring i biobassängerna. Genom att odla mikroorganismerna på bärare i stället för att hålla dem i suspension erhålles mycket höga slamhalter (höga halter mikroorganismer per bassängvolym).

De höga slamhalterna medför i detta fall att reningskapaciteten kan ökas i tillgängliga bassängvolym. Bärarna rörs om antingen genom luftinblåsning (oxiska steg) eller med mekaniska omrörare (anoxiska eller anaeroba steg). Ett flertal biofilmsanläggningar för såväl BOD-reduktion som biologisk kväve- och fosforreduktion har uppförts i Sverige de senaste 10-15 åren. Det vanligaste användningsområdet är att öka kapaciteten på redan befintliga anläggningar.



Figur 7 Principschema för biofilm

Fördelarna med biofilm är att det kräver relativt små volymer och att det inte föreligger någon risk för tapp av nitrifierare (robust process).

Eftersedimenteringen utgör en trång sektor i biosteget eftersom detta steg är dimensionerat för 5 m³/s, jämfört med 6 m³/s i övriga delar (totalt för hela verket.). Genom att introducera bärmaterial i biosteget i den gamla delen kommer sedimenteringsbassängerna i den delen av anläggningen att avlastas: enbart överskottsslam avskiljs i eftersedimenteringen, och det krävs ingen returslamåterföring. På så vis bedömer vi att sedimenteringsbassängerna i gamla delen kan klara ybelastningen vid 3 m³/s och därigenom kan hela verket klara flöden upp till 6 m³/s inom befintliga volymer.



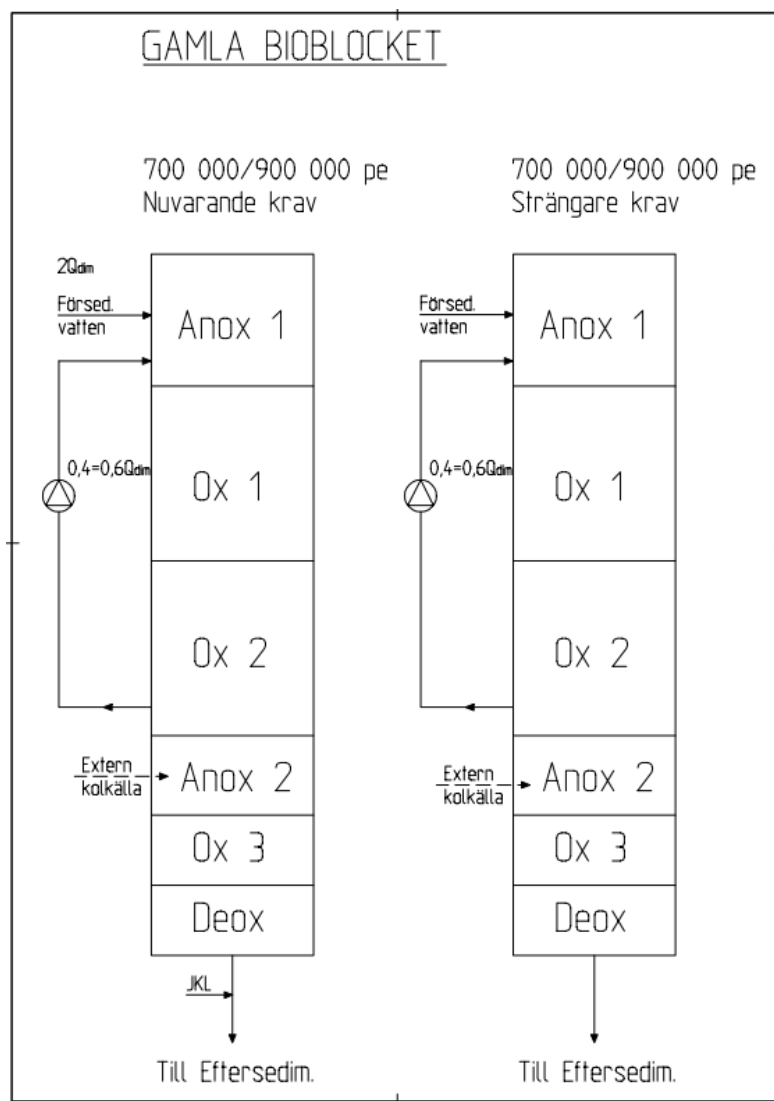
Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Vid ökade utsläppskrav och/eller belastning tillsätts mer bärmaterial, vid behov. MBBR-process kan ge en högre andel findisperst suspenderat material. Om så krävs kan efterfällning med FeCl_3 tillämpas för att förbättra flockningsfunktionen bättre slamavskiljning och säkerställa låga halter löst $\text{PO}_4\text{-P}$ för att avlasta efterföljande sandfilter.

I gengäld krävs en extern kolkälla och ökad syreförbrukning jämfört med aktiv slam (på grund av biofilmens tjocklek). En extra volym för avluftning (Deox-zon) krävs för att förhindra flotation i sedimenteringen.

I det aktuella förslaget kommer, som nämnts tidigare, en av linjerna att användas för framtida bräddvattenrening, varför framtida biofilmsanläggning kommer att utgöras av endast fem linjer.

Det gamla bioblocket anpassas genom indelning i volymer.





Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Figur 8 Föreslagen volymindelning för MBBR i gamla bioblocket

I Tabell 7 redovisas volymindelningen samt mängden bärmaterial som tillsätts.

Tabell 7 Volymindelning gamla bioblocket

Biosteg - zonindelning	Enhet	700 000 pe		900 000 pe	
		Nuv. krav krav	Skärpta	Nuv. krav krav	Skärpta
Anox 1					
- volym	m ³	6 500	6 500	6 500	6 500
- bärarmaterial (*)	m ³	1 500	1 500	1 900	1 900
Ox					
- volym	m ³	29 000	29 000	29 000	29 000
- bärarmaterial (*)	m ³	6 630	6 630	8 360	8 360
Anox 2					
- volym	m ³	5 515	5 515	5 515	5 515
- bärarmaterial (*)	m ³	1 320	2 170	1 660	2 850
Deox					
- volym	m ³	3 585	3 585	3 585	3 585
- bärarmaterial (*)	m ³	-	-	-	-
Summa					
- volym	m ³	44 600	44 600	44 600	44 600
- bärarmaterial (*)	m ³	9 450	10 300	11 920	13 110

(*) Mängden bärmaterial förutsätter en aktiv yta på bärarna motsvarande minst 450 m²/m³



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

I Tabell 8 redovisas syre- och luftbehov samt behov av extern kolkälla för framtida biofilmsanläggning.

Tabell 8		Syre- och luftbehov samt behov av extern kolkälla			
Parameter	Enhet	700 000 pe		900 000 pe	
		Nuv. krav	Skärpta krav	Nuv. krav	Skärpta krav
Syre- och luftbehov					
Syrebehov (SOR)	kg O ₂ /d	70 300	76 500	85 900	94 600
Luftbehov	Nm ³ /h	43 600	47 500	53 200	58 700
Extern kolkälla					
Extern kolkälla (*)	kg BOD ₇ /d	4 509	6 561	5 796	8 391

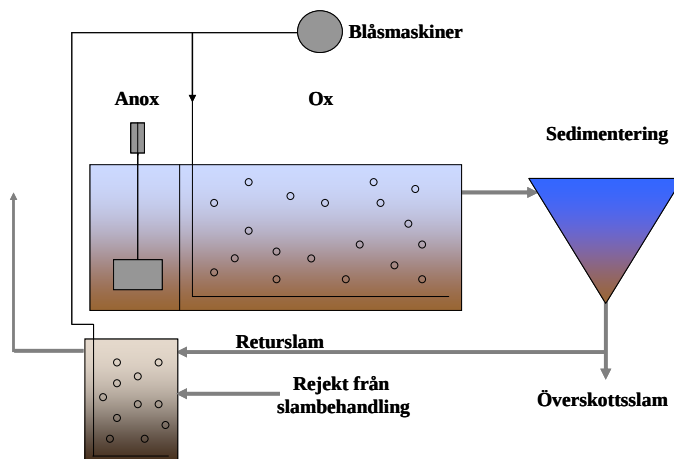
(*) Behovet av extern kolkälla har beräknats utifrån en antagen förbrukning av 3 g BOD₇/g reducerat NO₃-N

4.3 Nya bioblocket

Nya bioblocket föreslås utformas som en Krausanläggning.

Nedanstående figur beskriver schematiskt Krausprocessen (även kallad kontaktstabilisering), som är en variant av aktivslamprocessen där kontakttiden i luftningsbassängen väljs relativt kort. Genom den kortare kontakttiden kan man öka kapaciteten i befintliga volymer.

I stället finns en separat luftningsbassäng för aktivering av returslammet och rejektvatten från slambehandlingen innan det blandas med försedimenterat vatten. Detta innebär att man hela tiden har en separat volym för odling av nitrifierare och risken för tapp av nitrifierare vid höga flöden minskar således.



Figur 9 Principschema över Krausprocessen



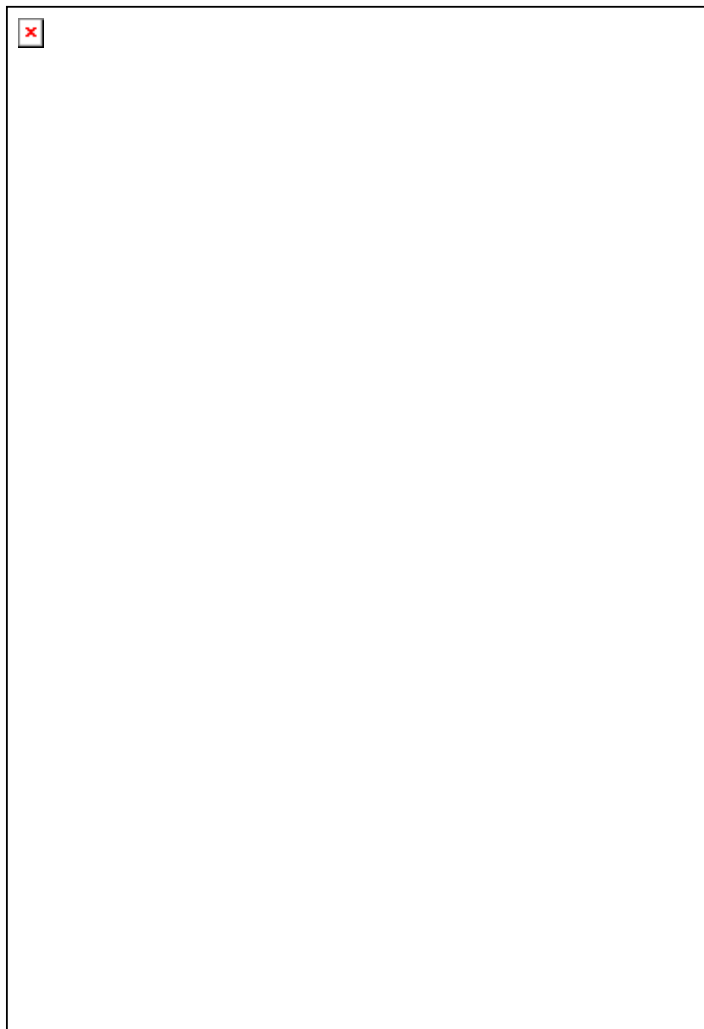
Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket Idéförslag	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22		
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

För att undvika att slammet sedimenterar till botten i de oluftade stegen, är dessa försedda med omrörare som håller slammet i suspension.

Processen ger en hög slamkvalitet och en högre reaktionshastighet än konventionella aktivslamlösningar. Den kräver därmed mindre volymer än en vanlig aktivslamprocess. Allt ammoniumhaltigt rejektivatten leds till det nya blocket vilket gynnar tillväxten av nitrifierare i returslamluftningen samtidigt som det avlastar det gamla bioblocket.

Den nya delen vid Käppalaverket utformades ursprungligen vid den tidigare utbyggnaden för att kunna köras som en Krausprocess och bedöms enkelt kunna anpassas tillbaka till sådan drift. Försök som genomfördes under 90-talet visade mycket goda resultat.

Nedan redovisas föreslagen zonindelning för Krausprocessen Med nuvarande krav behövs alltså ingen ny zonindelning utan den befintliga utformningen kan användas.



Figur 10 Zonindelning och flöden vid Krausprocess i nya bioblocket



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Krausprocessen är mycket flexibel och möjliggör successiv ombyggnad i takt med att reningskraven skärps.

Vid skärpta krav implementeras även efterdenitrifikation genom att omvandla en del av den stora Ox-zonen till en Anox-zon och slamhalten ökas något. 2 nya mellanväggar installeras då, och zonen kompletteras med nya omrörare. På grund av den något större slammängden, de höga nitrifikationshastigheter i Krausprocessen och de höga denitrifikationshastigheterna vid efterdenitrifikation med extern kolkälla är tillgängliga volymer tillräckliga för att uppnå erforderlig reningseffekt.

I Tabell 9 redovisas volymindelningen vid de olika belastningsfallen och de olika reningskraven.

Tabell 9 Volymindelning nya bioblocket

Belastning	Enhet	700 000 pe		900 000 pe	
		Nuv. krav	Skärpta krav	Nuv. krav	Skärpta krav
Slamluftning					
- volym	m ³	7 300	7 300	7 300	7 300
Anox 1					
- volym	m ³	25 000	25 000	25 000	25 000
Ox 1					
- volym	m ³	58 900	30 000	58 900	30 000
Anox 2					
- volym	m ³	-	20 000	-	20 000
Ox 2					
- volym	m ³	-	8 900	-	8 900
Avluftning					
- volym	m ³	3 300	3 300	3 300	3 300
Luftad kanal					
- volym	m ³	2 900	2 900	2 900	2 900
Summa					
- volym	m ³	97 400	97 400	97 400	97 400

I Tabell 10 nedan framgår syre- luftbehov samt behov av extern kolkälla för framtida Krausanläggning. Kvävehalten i utgående förväntas ligga på i medeltal 8 mg Ntot/l, om ingen extern kolkälla doseras, oavsett belastning upp till 900 000 pe.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Tabell 10 Syre- och luftbehov samt behov av extern kolkälla

Belastning	Enhet	700 000 pe		900 000 pe	
		Nuv. krav	Skärpta krav	Nuv. krav	Skärpta krav
Syre- och luftbehov					
Syrebehov (SOR)	kg O ₂ /d	81 300	88 000	103 000	108 500
Luftbehov	Nm ³ /h	23 300	25 200	29 500	31 100
Extern kolkälla					
Extern kolkälla (*)	kg BOD ₇ /d	-	1 348	-	1 762

(*) Behovet av extern kolkälla har beräknats utifrån en antagen förbrukning av 3 g BOD₇/g reducerat NO₃-N

4.4 Bedömning av slam som kolkälla

Kolkälla kan även produceras genom slamhydrolys. Nedan redovisas en bedömning av hur mycket metanproduktionen skulle minska på grund av de minskade tillgängliga slammängderna i respektive fall.

Tabell 11 Bedömd minskning av metanproduktion då slammet nyttjas som kolkälla

Fall	Beräknat BOD-behov (kgBOD/d)	Beräknat COD-behov från slamhydrolys* (kgCOD/d)	Beräknad minskning av metan- Produktion** (Nm ³ /d)
FALL 1	4 509	7 515	1 804
FALL 2	7 909	13 182	3 164
FALL 3	5 796	9 660	2 318
FALL 4	10 153	16 922	4 061
FALL 5	7 909	13 182	3 164
FALL 6	10 153	16 922	4 061

*2 d uppehållstid => 70 mg COD/g VSS

**bedömd metanproduktion: 0,24 Nm³ CH₄/kgCOD_{tillfört}



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

4.5 Bräddvattenrening

Följande beskrivning skall läsas tillsammans med ritningar i Bilaga 5.

Tänkbara lösningar för separat bräddvattenrening är i första hand Actiflo och flotation.

Båda metoderna är beprövade men Actifloanläggningen är svår att rengöra, vilket i det här specifika fallet utgör en allvarlig nackdel då luktfrågorna är mycket angelägna vid Käppalaverket. Eftersom anläggningen är i drift "intermittent" (dvs enbart vid höga flöden, uppskattningsvis mellan 0,5 och 3% av tiden) kommer den under långa perioder att stå still. Det medför en väsentligt förhöjd risk för lukt, i synnerhet tillsammans med den mer komplicerade rengöringen.

Actifloanläggningen kräver också betydligt högre takhöjd på grund av de cykloner för sandtvätt som ingår i anläggningsutformningen. För att minimera behov av pumpning av bräddvatten vore den bästa placeringen av en Actifloanläggning att förlägga den i berget, vilket då medför att ursprängning av berg måste ske och därmed erhålls högre investeringskostnader. Alternativt skulle anläggningen även kunna placeras utomhus (på gården), men detta medför att avloppsvattnet måste lyftas relativt högt och på så vis ökar energiförbrukning för pumpningen. Sandrundpumpas i anläggningen vilket också är energikrävande.

Bräddvattenrening föreslås därför ske med lamellflotationsteknik (LF). En linje i den gamla anläggningsdelen reserveras för uppställning av prefabricerade rostfria lamellflotationsenheter.

Vattenrening i flotation är en konventionell välbeprövad teknik med mycket god reningsresultat. En flotation utrustad med lameller resulterar i en ännu effektivare avskiljningsprocess av fasta partiklar.

Grovrenat avloppsvatten leds till lamellflotationen genom ett inlopp där eventuell kemikalietillsats kan ske. I första hand leds vattnet med självfall, vid fullt utbyggd anläggning för 900 000 pe krävs dock pumpning av vatten till 3 av enheterna eftersom i FS01 är högre än nivån i inloppskanalen. En inloppspumpstation för dessa 3 flotationsenheter installeras i FS 01. Precis före inloppet till flotationstankarna tillsätts dessutom dispersionsvatten (trycksatt luftmättat vatten; recirkulerat från flotationens utlopp). När trycket i dispersionsvattnet minskar vid inlopp till flotationstankarna, uppstår mycket små luftbubblor av den i dispersionsvattnet lösta luften. Dessa luftbubblor sätter sig fast på partiklar som finns i avloppsvattnet och lyfter dessa till flotationens yta.

Lamellpaketen i flotationen fungerar som förstoring av flotationsytan och medför ännu effektivare rening på samma yta.

Renat bräddvatten leds till en gemensam utloppspumpstation som placeras i slutet av ES01. Därifrån lyfts vattnet till befintlig utloppstunnel.

Slammet som avskiljs i flotationsenheterna pumpas till slamhanteringen i separat slamledning.

Anläggningsutformningen föreslås enligt nedanstående tabell.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Tabell 12 Anläggningsutformning bräddvattenrening

Belastning	Enhet	700 000 pe		900 000 pe	
		Nuv. krav	Skärpta krav	Nuv. krav	Skärpta krav
LF					
- antal enheter	st	6	6	15	15
- total kapacitet	m ³ /s	1	1	3	3
Inloppspumpar					
- antal enheter	st	0	0	3	3
Utloppspumpar					
- antal enheter	st	1	1	3	3
Slampumpar					
- antal enheter	st	6	6	15	15
Polymerberedare					
- antal enheter	st	1	1	3	3
Doserpumpar polymer					
- antal enheter	st	6	6	15	15
Doserpumpar järnklorid					
- antal enheter	st	6	6	15	15

Den valda tekniken är mycket effektiv med avseende på reningseffekt per anläggningsyta. Denna effektivitet innebär att den är mer energikrävande än fysikaliska avskiljningsprocesser som konventionell sedimentering utan behov av dispersionsvatten.

I det aktuella fallet medför den valda tekniken med föreslagen lösning ett antal väsentliga och mycket goda fördelar:

- All avloppsvattenrening för 900 000 pe kan realiseras inom befintliga anläggningsvolym
- Layout för lösningen blir enhetlig och överskådlig (LF i FS01, BB01 och ES01)
- Bräddvattenreningen kan även byggas ut efter aktuellt behov eftersom nya flotationsenheter kan installeras i enlighet med erfarenheter från behov för ytterligare bräddvattenrening
- Bräddvattenreningen kan byggas ut i etapper i enlighet med vårt förslag:
 - 6 st enheter för 700 000 pe
 - 15 enheter för 900 000 pe
- Varje flotationsenhet utrustas med sin egen utrustning för inkommande flödeskontroll (reglerventil, flödesmätare), dosering av järnklorid (eller annan fällningskemikalie), dosering av polymer och transport av slam =>



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

det betyder att antalet enheter som behöver vara i drift för att rena allt bräddvatten kan helt och hållet anpassas till aktuellt flöde; denna lösning innebär också mycket hög driftsäkerhet och flexibilitet

- För att förhindra att lukt uppstår vid stillestånd, är varje flotationsenhet utrustad med automatisk tömningsfunktion: efter att flödet till en flotationsenhet har stängts av, kommer dispersionsvattenpumpen att vara i drift i ytterligare ca 0,5h. Det medför att alla resterande partiklar i vattenmassan i flotationstanken lyfts upp till ytan och avskiljs som slam. Vattenmassan är då ren och kan tömmas till utloppet. Automatisk spolning sker efter tömning. => på så sätt minskar man risken för att lukt uppstår genom svavelvätebildning i stående orenat avloppsvatten
- För att förhindra att eventuell lukt, som uppkommer under drift, sprids, utrustas varje flotationsenhet med en huv för punktutsug (se även kapitel "Ventilation")
- Möjligheten till att köra varje LF-enhet oberoende av de andra innebär effektivt utnyttjande av dessa (enbart så många i drift som krävs för att behandla aktuellt flöde) samt medför fördelen att behov för tillsyn minimeras. Efter tömning rekommenderas en kontroll av LF-enheterna för att säkerställa att inget slam är kvar i tanken som kan resultera i att lukt uppstår.

Reningsresultatet från bräddvattenreningen bedöms enligt följande:

BOD-reduktion: > 60 %

P_{tot}-reduktion: > 90 %

N_{tot}-reduktion: > 10 %

Slammet som avskiljs i LF-enheterna liknar mest primärslam. Vid tillsats av fällningskemikalie som FeCl₃ består en del av slammet av kemslam.

4.6 Rening av läkemedelsrester

4.6.1 Bedömningsgrunder

Det finns 1200 aktiva ämnen i de läkemedel som säljs i Sverige. Dessa hamnar i toalettavloppet främst via urinen. Restprodukterna är ofta långlivade och vattenlösliga och oro finns för att de på sikt kan påverka vattenlevande organismer negativt.

Stockholm Vatten är den enda aktör i Sverige som genomfört fördjupade försök på bred front inom området. Under 4 år har Stockholm Vatten studerat rening av läkemedelsrester, och inom projektet har ca 90 aktiva läkemedelssubstanser analyserats.

Aktuella avskiljningsmetoder är antingen *biologiska*: aktivslam, membranbioreaktorer, biofilmsystem eller *separerande*: nanofiltrering, omvänd osmos, aktivt kol eller *oxidativa*: ozonering, ultraviolettt ljus+väteperoxid.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Avskiljningsgraden varierar mycket mellan olika typer av läkemedel. Projektets utvärdering av data från 43 svenska reningsverk visar att läkemedel i genomsnitt reduceras 50 %. Verk med kväverening kan komma upp i 60 % minskning.

Högre slamålder kan ge bättre avskiljning av läkemedelsrester (membranbio-reaktorer och biofilmsystem ger möjlighet för högre slamålder). De separerande och oxidativa metoderna har testats på redan renat utgående avloppsvatten.

Slutsatserna från Stockholm Vattens projekt är att de biologiska metoderna inte når upp till mer än en genomsnittlig avskiljning på 70-80 % med stora variationer mellan de olika läkemedelssubstanserna.

Nanofiltrering hade endast begränsad effekt vid förutsättningarna i detta försök, liksom UV+väteperoxid. Omvänd osmos visade sig mycket effektivt men var mycket energikrävande och den dyraste metoden.

Också ur ett ekotoxikologiskt perspektiv framstår aktivt kol och ozonering i låg dos som de bästa metoderna. Aktivt kol är ur denna synvinkel bättre än ozonering eftersom den senare kan generera biologiskt aktiva ämnen, om än främst vid högre doser av ozon.

Stockholm Vattens läkemedelsprojekt med pilotanläggning i Sjöstadverket visar att aktivt kol och ozon är de mest lovande teknikerna för att minska läkemedelsrester i avloppsvatten. Försöket vid Stockholm Vatten visade mer än 95 % avskiljning av alla undersökta läkemedelsrester med de två metoderna (15 mg ozon/l). Ozonering som huvudalternativ är en slutsats från ett stort EU-projekt, Poseidon (Ternes 2006). Ozonering bör helst ske vid låg dos (5 mg/l) eftersom ökad dos ger större risk för bildning av biprodukter. Samtidigt gav 5 mg/l klart sämre destruktion av åtminstone 5 substanser.

Försöket har visat att ozonering är den mest kostnadseffektiva metoden och mindre resurskrävande än aktivt kol. Kolets kapacitet är under utredning, men preliminära uppgifter visar att det blir dyrare än ozonering (1,5-5 ggr dyrare). Om omvänd osmos undantas hamnar den extra kostnaden för att reducera läkemedelsrester på de här icke-specifika sätten mellan 90 öre och 6 kronor per kubikmeter. Det finns ännu inte tillräcklig kunskap om vilka föreningar som man i första hand bör avskilja.

Stockholm Vatten sammanfattar sitt projekt med att om befintlig rening kompletteras med ozon eller med aktivt kol uppnås en hög avskiljningsgrad till rimliga kostnader utan en allt för stor miljöbelastning av växthusgaser.

En ozonanläggning skulle vara mer kompakt. Helst skulle man vilja dosera ozon efter behovet för att minska risken för oönskade biprodukter, men det är antagligen svårt att hitta en on-line parameter att styra efter. Som med allt arbete med ozon måste man ha säkra varningssystem och undvika att överskott av ozon avgår till luft vid eller efter behandlingen.

4.6.2 Förslag till rening av läkemedelsrester vid Käppalaverket

På grund av ovan redovisade farhågor och osäkerheter kring ozonanvändning föreslår WSP rening med aktivt kol för Käppalaverket. Kolfiltren placeras förslagsvis direkt efter sandfiltren. Sannolikt behövs 30-40 min uppehållstid enligt en känd kolleverantör. Sthlm Vattens försök körde 60 resp 10 min, och 10 min gav betydligt sämre resultat. För att utnyttja kolets kapacitet fullständigt måste man ha



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

minst två, men helst tre seriekopplade steg. Då kan man räkna med att avskilja mer än 95 % av varje specifik substans som studerades, men det innebär stora volymer.

Vad som krävs är i dagsläget inte möjligt att avgöra eftersom några kravnivåer inte föreskrivits och ej heller vilka substanser som ska kontrolleras. Aktuellt förslag blir därmed endast en fingervisning om vilka kostnader som kan förväntas.

Det driftmässigt bästa alternativet är att placera kolfiltren direkt efter befintliga sandfilter. En ny hall sprängs då ut i det berg som finns tillgängligt. Maximalt kan man då rymma kolfilter med ca 8 min uppehållstid. Beroende på vilka krav som kommer att ställas kan detta vara otillräckligt. (Kostnadsbedömningen i Driftfall 5 och 6 avser denna utformning).

Alternativet är att gå nedåt i berget och inrymma en större kolfilteranläggning på ett nytt plan, så att en bättre utformning, kanske upp till 3 steg med uppehållstid 30 min i varje steg erhålls. Nackdelen blir då – förutom högre kostnad för mycket stora volymer – att det renade vattnet dessutom måste pumpas ut med väsentligt högre lyfthöjd än idag. I kapitel 6.1 redovisas en mycket översiktlig investeringskostnad över detta alternativ, extrapolerad från ovan beskriven anläggning inrymd efter sandfiltrena.

Till en början måste man räkna med att kolet kommer att klassas som farligt avfall. Om det med tiden blir så, att man i stor skala använder kolfilter för läkemedelsborttagning kommer sannolikt basen för vem som får elda sådana ämnen i sina förbränningsanläggningar att breddas.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5 Åtgärdsförslag

Nedan beskrivs kortfattat bedömda erforderliga åtgärder i aktuella anläggningsdelar för de 6 driftfallen.

Detaljerad sammanställning av åtgärder återfinns i Bilaga 1.

5.1 Åtgärder för fall 1: 700 000 pe, nuvarande reningskrav

5.1.1 Biosteget

5.1.1.1 Gamla delen

Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06 för ett max-flöde på 3m³/s:

- Rivning av mellanvägg, kanal och väggelement för zonindelning
- Rivning av befintligt luftningssystem och returslampumpar
- Upprättande av nya zoner genom installation av silplåtar:
- Flytt och nyinstallation av omrörare till ny Anox 1 + 2
- Flytt av befintliga recirkulationspumpar till slutet på ny Ox 1
- Installation av 2 st nya blåsmaskiner
- Installation av nytt grovblåst luftningssystem med kringutrustning
- Tillsats av bärarmaterial i Anox 1, Ox 1, Anox 2

Kemdosering

- Ny utrustning för dosering av kolkälla
- Ny utrustning för dosering av järnklorid

5.1.1.2 Nya delen

Vattenreningsprocess Kraus i BB07-12:

- Eventuell komplettering av bef. luftningssystem i första zonen (anaerob/anox/ox)
- Installation av returslampumpar

5.1.2 Bräddvattenrening

Idrifttagning av ett av de gamla, avställda sandfången

- Iordningställande av inlopp och utlopp
- Installation av ny blåsmaskin och grovblåst luftningssystem för luftning av sandfången



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

- Installation av skruvtransportörer och sandpumpar samt sandvattenledning till nuvarande grovrening
- Uppgradering av ventilationssystem

Bräddvattenrening för 1m³/s:

- Installation av 6 st lamellflotationsenheter med kringutrustning i BB01 för ett totalt flöde av 1m³/s
- Installation av stamledningar samt in- och utloppsloppsledningar till varje enhet.
- Upprättande av ny utloppspumpstation för bräddavloppsvatten (till bef. utloppstunnel)
- Installation av slamledningar för transport av slam till slamhanteringen
- Installation av nytt ventilationssystem anpassat för de 6 lamellflotationsenheter



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.2 Fall 2: 700 000 pe, strängare reningskrav

5.2.1 Biosteget

5.2.1.1 Gamla delen

Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06 för ett max-flöde på 3m³/s:

Lika som alternativ 1, samt:

- tillsats av ytterligare bärmaterial i Anox 2

Kemdosering

Lika som alternativ 1, samt:

- Installation av nya doseringsledningar för kolkälla till BB07-12 (Anox 2)

5.2.1.2 Nya delen

Vattenreningsprocess Kraus i BB07-12:

- Lika som alternativ 1, samt
 - Installation av två nya mellanväggar för utformning av en ny zon: Anox 2
 - Installation av nya omrörare i ny Anox 2 (20kW per linje)
 - Komplettering av luftningssystem i Ox 1
 - Flytt av befintliga recirkulationspumpar till slutet på Ox 1

5.2.2 Bräddvattenrening

Lika som driftfall 1.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.3 Fall 3: 900 000 pe, nuvarande reningskrav

5.3.1 Grovrening

- Demontering av befintliga galler och installation av 5 st nya silar
- Uppgradering av skruvtransportörer för rens.
- Installation av spolvattenanslutningar

5.3.2 Biosteget

5.3.2.1 Gamla delen

Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06:

Åtgärder lika som i driftfall 1, samt

- Tillsats av ytterligare bärarmaterial

Kemdosering

Lika som driftfall 1.

5.3.2.2 Nya delen

Vattenreningsprocess Kraus i BB07-12:

Åtgärder lika som i driftfall 1, samt

- Installation av demonterade returslampumpar från gamla delen
- Installation av nya recirkulationspumpar

5.3.3 Bräddvattenrening

5.3.3.1 Bräddvattenrening för 2 m³/s (ger bräddvattenreningskapacitet på totalt 3m³/s):

Idrifttagning av ett av de gamla, avställda sandfången.

Lika som driftfall 1.

Bräddvattenrening för 2 m³/s

Lika som för alternativ 1, samt installation av

- Installation av ytterligare 9 st lamellflotationsenheter med kringutrustning:
 - a. 3 st i FS01
 - b. 2 st i BB01
 - c. 4 st i ES01



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket Idéförslag	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22		
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

- Spolvattensystem
- Polymerdoseringssystem
- Utloppspumpstation
- Installation av stamledning som självfallsledning för grovrenat avloppsvatten till lamellflotationerna i ES01
- Ny pumpstation i bef. slamfickor i FS01 med installation av 3 st propellerpumpar
- Installation av in- och utloppsloppsledningar från varje enhet samt stamledning för renat bräddvatten till utloppspumpstation
- Koppling av nya slampumpar till slamledningar från pkt 22.
- Installation av nytt ventilationssystem anpassat för de nya 9 lamellflotationsenheterna
- Installation av spolvattensystem
- 2 st polymerdoseringssystem
- 1 st utloppspumpstation



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.4 Fall 4: 900 000 pe, strängare reningskrav

5.4.1 Grovrening

Åtgärder lika som driftfall 3.

5.4.2 Biosteget

5.4.2.1 Gamla delen

Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06:

Åtgärder lika som driftfall 3, samt:

- tillsats av ytterligare bärmaterial (jämfört med 900 000 pe + nuv. krav) i Anox 2

Kemdosering

Lika som driftfall 2.

5.4.2.2 Nya delen

Vattenreningsprocess Kraus??? i BB07-12:

Åtgärder lika som i driftfall 3, samt

- Installation av två nya mellanväggar för utformning av en ny zon: Anox 2
- Installation av nya omrörare i ny Anox 2 (20kW per linje)
- Komplettering av luftningssystem i Ox 1
- Flytt av befintliga recirkulationspumpar till slutet på Ox 1

5.4.3 Bräddvattenrening

5.4.3.1 Bräddvattenrening för 2 m³/s (ger bräddvattenreningskapacitet på totalt 3m³/s):

Idrifttagning av ett av de gamla, avställda sandfången.

Lika som driftfall 1.

Bräddvattenrening för 2 m³/s

Lika som för alternativ 1, samt installation av

- Installation av ytterligare 9 st lamellflotationsenheter med kringutrustning:
 - 3 st i FS01
 - 2 st i BB01
 - 4 st i ES01



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket Idéförslag	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22		
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

- Spolvattensystem
- Polymerdoseringssystem
- Utloppspumpstation
- Installation av stamledning som självfallsledning för grovrenat avloppsvatten till lamellflotationerna i ES01
- Ny pumpstation i bef. slamfickor i FS01 med installation av 3 st propellerpumpar
- Installation av in- och utloppsloppsledningar från varje enhet samt stamledning för renat bräddvatten till utloppspumpstation
- Koppling av nya slampumpar till slamledningar från pkt 22.
- Installation av nytt ventilationssystem anpassat för de nya 9 lamellflotationsenheterna
- Installation av spolvattensystem
- 2 st polymerdoseringssystem
- 1 st utloppspumpstation



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket Idéförslag	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22		
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.5 Fall 5: 700 000 pe, strängare reningskrav + läkemedelsavskiljning

Lika som driftfall 2, samt:

Kolfilteranläggning för 6 m³/s rening av för läkemedelsrester:

- Byggnation av ny kolfilterhall bakom befintliga sandfilter
- Ventilationssystem för ny kolfilterhall

5.6 Fall 6: 900 000 pe, strängare reningskrav + läkemedelsavskiljning

Lika som driftfall 4, samt:

Kolfilteranläggning , lika som driftfall 5.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.7 Ventilation och luktreduktion

Ventilation bedöms klaras med befintliga system (med god marginal), med undantag av den nya bräddvattenreningen och den nya kolfilterhallen. Dessa delar föreslås ventileras enligt följande.

5.7.1 Ventilation bräddvattenrening (flotationsanläggning)

Processen i flotationsbassängerna genererar en hel del dålig lukt. Med övertäckta bassänger kan en luktfri miljö bibehållas i bergrummet, utan behov av ett ökat luftflöde. Befintliga fläktar bibehålls utan ändring. Ventilationen i öriga linjer i verket påverkas inte.

Om bassängerna inte täcks över krävs istället en högre luftcirkulation i utrymmet. Då denna luftvolym inte finns tillgänglig måste den i så fall tas ifrån andra linjer i verket, vilket riskerar att dessa drabbas av sämre lukt och arbetsmiljö.

En lösning utan övertäckning skulle också innebära svårigheter att minimera lukten i rummet, eftersom tilluft sker från taket och frånluftskanalen suger från bassängernas sida. Därmed finns risk att den dåliga luften sprids i andra riktningar i rummet och inte dras ut. Ett sätt att avhjälpa detta skulle kunna vara en installation som blåser luft över bassängens yta i riktning mot befintligt frånluftsuttag.

För att minimera lukt från flotationsbassängerna täcks dessa med en genomsiktig huv som specialtillverkas för ändamålet. Ljuset från allmänbelysningen släpps igenom huv. På så sätt kan okulär övervakning normalt ske av processen och huv. Huv. behöver endast lyftas vid särskilt behov av service på insidan av bassängerna. Vi dessa tillfällen kan huv lyftas ca 2 meter med hjälp av vinsch och linor. Huvens vikt bedöms till ca 200 kg.

Huv byggd upp kring en ställning, förslagsvis en ram av fiberarmerad plast eller liknande.

Huvens sidor utformas av 2 mm glasklar plastfolie och bör vara 1-2 m höga. Dessa överlappar flotationsbassängernas kanter ca 100 mm. Huvens tak görs av vävarmerad genomsiktig plastfolie. Ovensidan är ansluten till en ny frånluftskanal i bergrummets tak. Anslutningen sker med flexibla kanaler/slangar, som möjliggör att huv vid behov kan höjas och sänkas. För den nya frånluftskanalen behövs en fläkt med en kapacitet på 5 kW:

Frånluftssystemet suger ut den illaluktande luften från utrymmet mellan vattenytan och huvens tak. Undertrycket i utrymmet gör att huvens sidor (den tunna plastfolien) tätar mot bassängkanterna. Bassängens övre kant förses med vertikala hål/spalter i en sarg. Dessa hål fungerar som tilluftskanaler parallella med huvens sidor. Luftriktningen gör att plastfoliens insidor hålls imfria.

Den befintliga frånluftskanalen längs bassängernas sida onödiggörs och kan tas bort.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket Idéförslag	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22		
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

5.7.2 Ventilation Kolfilterhall - fall 5 och 6.

Den nya kolfilterhallen ventileras med samma luft som idag ventilerar sandfilterhallen. Denna luft länkas över till den nya hallen/tunneln, som då blir först i luftströmmen. Ventilationsluften följer sedan samma flöde som i dag genom hela verket, från slutreningen till grovreningen.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

6 Kostnader

I detta kapitel redovisas bedömda kostnader för respektive alternativ. Detaljerade kalkyler samt uppskattning av elkostnader bifogas i Bilaga 2-Bilaga 4.

Kalkylerna har beräknats som *särkostnadskalkyler*, dvs kostnader för att rena *den ökade belastningen* i respektive fall jämfört med idag.

6.1 Investeringskostnader

Bedömda investeringskostnader för föreslagna åtgärder sammanfattas Tabell 13 nedan och redovisas i Bilaga 2.

Tabell 13 Bedömda investeringskostnader, T SEK/år

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedels rening	Strängare krav, 900 000 pe läkemedels rening
<u>Fast maskinutrustning</u>	59 570	61 310	112 970	114 575	104 615	152 195
El	5 810	7 260	11 740	13 085	19 295	20 635
Ventilation	1 700	1 700	2 900	2 900	3 200	3 200
Vissa pumpar o mekaniska installationer	52 060	52 350	98 330	98 590	82 120	128 360
<u>Maskiner</u>	64 450	71 140	91 950	100 340	101 430	130 310
Pumpar, elinstallationer m.m.						
<u>Bygg och vissa bygginventarier</u>	3 550	4 360	5 290	6 100	104 220	105 960
Summa investeringar	127 570	136 810	210 210	221 015	310 265	388 465
Oförutsett, 10 %	12 757	13 681	21 021	22 101	31 026	38 846
Summa entreprenadkostnad	140 327	150 491	231 231	243 116	341 291	427 311
Projektering och genomförande (25 %)	35 082	37 623	57 808	60 780	85 323	106 827
Summa anläggningskostnad, (avr) T SEK	175 400	188 100	289 000	303 900	426 600	534 100



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

Investeringskostnaden för kolfilterhallen, som vi föreslagit att förlägga i tillgängligt berg efter sandfilterhallen, är cirka 160 milj kronor (uppehållstid ca 8 min). En grov extrapolering ger att en kolfilterhall med längre uppehållstid (3*30 min) förlagd i ett nytt våningsplan som sprängs ut nedåt i berget, skulle innebära en investeringskostnad på ca 1,4 miljarder kr. Dessa investeringar gäller hela vattenflödet, inte bara det ökade flödet som i övriga driftfall.

6.2 Driftkostnader

Bedömda driftkostnader sammanfattas i Tabell 14 nedan, och redovisas i detalj i Bilaga 4.

Uppskattning av elförbrukning har baserats på uppgifter om nuvarande elförbrukning vid befintlig anläggning och redovisas i Bilaga 3.

Tabell 14 Bedömda ökade driftkostnader, T SEK/år

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsrening	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsrening
Underhåll	2 330	2 469	3 806	3 979	3 671	5 173
Elenergi	7 609	7 592	13 555	13 533	8 126	14 230
Kemikalier	5 613	9 997	7 732	13 353	9 997	13 353
Aktivt kol					50 400	84 000
Personal	100	300	400	600	500	800
Summa ökade driftkostnader (avr T SEK/år)	15 650	20 360	25 490	31 460	72 690	117 560

Driftkostnaderna för aktivt kol för fall 5 och 6 i tabell 14 är baserade på kolfilter med ca 8 min uppehållstid, dvs det som rymms om en ny hall sprängs ut i det berg som finns tillgängligt.

Liksom tidigare beskrivits i kapitel 4.6.2 kan det, beroende på vilken kravnivå som kommer att ställas för läkemedelsavskiljning i framtiden, behövas en uppehållstid på kanske upp till 3 steg med uppehållstid 30 min i varje steg. Det skulle i så fall innebära en årlig kostnad för aktivt kol (inköp och destruktion) på ca 84 milj kr i fall 5 och 140 milj kr i fall 6. Driftkostnaderna för kol gäller här hela flödet.

Samtliga kostnader för aktivt kolbehandlingen är förenade med stora osäkerheter och får anses som mycket grova uppskattningar eftersom såväl drifterfarenheter som metodik är bristfälliga i dagsläget.



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

6.2.1 Jämförelse kolkälla/slam och bedömd intäktsminskning för biogas vid användning av slam som kolkälla

I enlighet med förfrågan har kostnaderna för att använda en del av slammet för produktion av kolkälla genom slamhydrolys och kostnaderna för att använda extern kolkälla (metanol) grovt jämförts. Jämförelsen redovisas i

Tabell 15, nedan.

Kostnaderna för slam som kolkälla har baserats på förlorade intäkter vid försäljning av biogas (se även Tabell 11 i kapitel 4.4).

Kalkylpris för biogasen har antagits till 4,70 kr/Nm³ metan.

Pris för metanol: 3 100 kr/ton.

Tabell 15 Jämförelse av kostnader för extern kolkälla och slam

Fall	Beräknad minskning av metanproduktion (Nm ³ /d)	Bedömd kostnad för slam som kolkälla1) M SEK/år	Bedömd kostnad för extern kolkälla (metanol) SEK/år
FALL 1	1 804	3,1	5,1
FALL 2	3 164	5,4	8,9
FALL 3	2 318	4,0	6,6
FALL 4	4 061	7,0	11,5
FALL 5	3 164	5,4	8,9
FALL 6	4 061	7,0	11,5

Med slam som kolkälla blir kostnaden således lägre. Dock skall här påpekas att någon fullständig kostnadsjämförelse inte gjorts, dvs kostnader för hydrolysen är inte inkluderade (ombyggnadskostnader mm).

6.3 Årskostnader

Bedömda årskostnader sammanfattas i Tabell 17 och redovisas i Bilaga 4.

Förutsättningarna för kalkylen enligt uppgift från Käppalaverket redovisas i Tabell 16.

Tabell 16 Förutsättningar för årskostnadskalkylen

Parameter	Värde
Kalkylränta %	3,00
Avskrivningstid, år:	
- Maskiner (pumpar, elinstallationer mm)	10



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

6.4 Nyckeltal

Nedan redovisas några olika beräknade nyckeltal avseende kostnader för föreslagna processlösningar baserade på ovan redovisade kostnadsbedömningar. Även här är det särkostnader, dvs kostnaden för den *ökade* mängden som avses.

Tabell 18 Bedömda nyckeltal

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsrening	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsrening
Ökad driftkostnad per ökad volym, SEK/m3 renat vatten	0,68	0,88	0,55	0,68	3,15	2,54
Ökat elenergiebehov per ökad volym kWh el/m3 renat vatten	0,46	0,46	0,41	0,41	0,50	0,43
Ökade tot kost kr/ökad kg avskilt N	73	46	46	37	94	62
Ökad driftkost/ökad kg avskilt kväve	36	25	23	20	90	74



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

7 Sammanfattning av förslagets kvaliteter

- Ökning av kapaciteten vid Käppalaverket föreslås ske genom huvudsakligen *omläggning av den biologiska processen* samt *komplettering med bräddvattenrening* vid högre flöden än 6 m³/s.
- Huvudsakligen innebär förslaget följande:
 - I nya delen läggs biosteget om till kontaktstabilisering med en sk Kraus-process. Verket är redan förberett för detta och kan enkelt ställas om.
 - I gamla delens biosteg introduceras rörligt bärarmaterial och processen läggs därigenom om till en sk MBBR-process (Moving Bed Biological Reactor).
 - Genom ovanstående omläggningar av driften i den biologiska reningen kan flöden upp till 6 m³/s klaras med såväl nuvarande som skärpta krav (se nedan).
 - Vid flöden > 6 m³/s tillämpas separat bräddvattenrening genom lamellflotation, som placeras i en av gamla blockets 6 linjer. Grovreningen byggs om med silar.
- Ovan presenterade förslag visar att ett fullgott reningsresultat för de olika driftfallen bör kunna erhållas utan att behöva bygga ut befintliga volymer, vilket torde vara en stor ekonomisk fördel. Utbyggnad av större bassängvolymer måste ju ske genom att ett helt nytt plan anläggs under det befintliga och innebär att mycket stora bergvolymer då måste sprängas ut.
- Skärpta kvävekrav kan uppnås med relativt enkla medel:
 - Kraus (i nya delen) med efterdenitrifikation.
 - BBR (gamla delen) samma lösning som för nuvarande krav, enbart genom tillsats av ytterligare bärarmaterial.
- Kostnaderna för ovan förslag bedöms uppgå till:

		Investering, MSEK	Årskostnad, M SEK/år
Fall 1	700 000 pe, nuv krav	175	31,5
Fall 2	700 000 pe, skärpta krav	190	37,4
Fall 3	900 000 pe, nuvarande krav	290	50,9
Fall 4	900 000 pe, skärpta krav	300	58,4



Uppdragsnr: 10126264	Utveckling Käppalaverket	
Daterad: 2009-11-13_rev 2009-12-22	Idéförslag	
Reviderad:		
Handläggare: Katarina Starberg	Status: Slutlig	

- Den befintliga anläggningen är i dag mycket flexibel med avseende på flödesfördelning, drift av enskilda anläggningsdelar och linjer. Föreslagen lösning innebär att denna flexibilitet bibehålls fullt ut.
- Anläggningsuformningen av bräddvattenreningen – med ett stort antal mindre flotationsenheter – medför att energiförbrukningen här minimeras genom att antalet enheter som nyttjas hela tiden anpassas till det aktuella flödet.
- Förslaget innebär också att reningsresultaten kan verifieras och optimeras mycket grundligt på plats före införandet. Förutsättningarna för fullskaleförsök är mycket goda. Genom enkel omställning av t ex 1 linje vardera i gamla och nya delen kan fullskaleförsök med Kraus respektive rörligt bärarmaterial genomföras. Försöken kan genomföras under lång tid för att kontrollera funktion och resultat under varierande förhållanden och kan påbörjas omgående, dvs i god tid innan den ökade belastningen blir aktuell.

BILAGA 1

Sammanställning åtgärder för utbyggnad av Käppalaverket,
idéförslag.

2009-11-13

Sammanställning åtgärder för utbyggnad av Käppalaverket, idéförslag.**Nuvarande utsläppskrav****Gamla anläggningsdelen**

700 000 pe	900 000 pe
Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06 för ett max-flöde på 3m ³ /s: 1. rivning av mellanvägg, kanal och väggelement för zonindelning 2. rivning av luftningssystem 3. rivning av befintlig returslampumpar 4. Upprättande av nya zoner genom installation av silplåtar: a. Anox 1 = 1300 m ³ /linje, b. Ox 1 = 5800 m ³ /linje c. Anox 2 = 1100 m ³ /linje d. Ox2 = 717 m ³ /linje 5. Flytt och nyinstallation av omrörare till ny anox 1 + 2 6. Flytt av befintliga recirkulationspumpar till slutet på ny Ox 1 7. Installation av nya blåmaskiner (1 st à 17 000m ³ /h; 1 st à 10 000 m ³ /h) med 1 st ny stamledning 8. Installation av nytt grovblåsig luftningssystem	Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06: 1. – 10.- enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 11. tillsats av ytterligare bärmaterial (jämfört med 700 000 pe + nuv. krav) i Anox 1, Ox 1, Anox 2

WSP Samhällsbyggnad

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 8 688 60 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

9. Installation av 2 st nya reglerventiler för luft, 2 st luftflödesmätare och 2 st syremätare per linje	
10. Tillsats av bärmaterial i Anox 1, Ox 1, Anox 2	

Nya anläggningsdelen

700 000 pe	900 000 pe
Vattenreningsprocess MBBR i BB07-12:	Vattenreningsprocess MBBR i BB07-12:
12. Eventuell komplettering av bef. luftningssystem i första zonen (an-aerob/anox/ox)	12. enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav
	13. Ny installation av demonterade RS-pumpar från BB02-06 (total kapacitet per linje: 70m ³ /h) (håltagningar DN150)
	14. Installation av nya recirkulationspumpar (1 st per linje à 5,5kW) (håltagningar DN200)

Bräddvattenrening

700 000 pe	900 000 pe
Drifftagning av befintlig gammal sandfång:	Bräddvattenrening för 2 m ³ /s (ger bräddvattenreningskapacitet på totalt 3m ³ /s):
15. iordningställande av inlopp och utlopp	15. – 26. + <u>Rev 1a</u>) ¹ enligt 700 000 pe nuvarande renings krav
16. Installation av ny blåsmaskin för luftning av sandfånget	27. Installation av 3 st lamellflotationsenheter i FS01, 2 st enheter i

¹ Rev 1 a)redovisas på nästa sida i vänstra kolumnen.



17. Installation av grovblåsig luftningssystem 18. Installation av skruvtransportörer och sandpumpar samt sandvattenledning till nuvarande grovrening 19. Uppgradering av ventilationssystem Bräddvattenrening för 1m³/s: 20. Installation av 6 st lamellflotationsenheter i BB01 för ett totalt flöde av 1m³/s; varje enhet med tillhörande styrskåp, reglerventil och flödesmätare på inloppsledning, doseringspump för fällningskemikalie, dispersionsvattenpump (renat vatten används som dispersionsvatten) och slampump 21. Installation av stamledning DN1000 som självfallsledning för att leda grovrenat avloppsvatten till lamellflotationerna i BB01 (anslutning mellan kanal före FS01 och ledning) 22. Installation av inloppsledningar (från stamledning till lamellflotationerna); håltagning i mellanväggen (6 x DN400) 23. Installation av utloppsledningar från varje enhet samt stamledning för renat bräddvatten till ny utloppspumpstation (håltagningar DN1500) 24. <i>utgår</i> 25. Installation av slamledningar för transport av slam till slamhanteringen (småplock håltagningar 2 x DN350) 26. Installation av nytt ventilationssystem anpassat för de 6 lamellflotationsenheter <u>Rev 1a)</u>	BB01 och 4 st enheter i ES01 för ett totalt flöde av 2m³/s; varje enhet med tillhörande styrskåp, reglerventil och flödesmätare på inloppsledning, doseringspump för fällningskemikalie, dispersionsvattenpump (renat vatten används som dispersionsvatten) och slampump 28. Installation av stamledning DN800 som självfallsledning för att leda grovrenat avloppsvatten till lamellflotationerna i ES01 (anslutning mellan kanal före FS01 och ledning) 29. Byggnation av ny pumpstation i bef. Slamfickor i FS01 för installation av propellerpumpar 30. Installation av 3 st propellerpumpar à 11kW samt nivågivare och nivåvipa 31. Installation av inloppsledningar (FS01: från propellerpumpar till varje enhet; ES01: från stamledning till varje enhet); håltagning i mellanväggen i ES01 (4 x DN400) 32. Installation av utloppsledningar från varje enhet samt stamledning för renat bräddvatten till ny utloppspumpstation (håltagningar) 33. Koppling av nya slampumpar till slamledningar från pkt 22. 34. Installation av nytt ventilationssystem anpassat för de nya 9 lamellflotationsenheter <u>Rev 1b)</u> - spolvattenanslutning till varje enhet med magnetventil (automatik ingår i DAF) - 2 st polymerberedare och 9 st doserpumpar - 2 st nya propellerpumpar till ny utloppspumpstation för bräddvatten à
--	--

- spolvattenanslutning till varje enhet med magnetventil (automatik ingår i DAF) - spolvattenpump renat avloppsvatten med stamledning och kringutrustning - 1 st polymerberedare och 6 st doserpumpar - 1 st utloppspumpstation med 1 st propellerpump à 1m³/s med kringutrustning, nivågivare, nivåvipa	1m ³ /s med kringutrustning
--	--

Övriga anläggningsdelar

700 000 pe	900 000 pe
Utrustning för dosering av kolkälla 35. Installation av ny lagringstank för kolkälla V=40m³ ovan mark; med nivågivare, nivåvipa och varningslampa vid lossningsplats för att indikera full tank; betonginvallning 40 m³ 36. Installation av nya doseringsledningar för kolkälla till BB02-06 (Anox 2) med reglerventil och flödesmätare vid varje doseringspunkt 37. Installation av 2 st nya spädvattenpumpar (1 st som reserv) med 1 st flödesmätare för att blanda ut högprocentig kolkälla till en icke Eex-klassad ofarlig vätska (håltagning DN50) Utrustning för dosering av järnklorid 38. Installation av ny lagringstank för FeCl₃ V=40m³ ovan mark; med nivågivare, nivåvipa och varningslampa vid lossningsplats för att indikera full tank; betonginvallning 40 m³	Utrustning för dosering av kolkälla och järnklorid 35. – 39. enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav Grovreningen 40.-42. enligt 700 000 pe nuvarande krav



39. Installation av nya doseringsledningar för FeCl ₃ till ES02-06 vid varje doseringspunkt Grovreningen 40. Demontering av befintliga galler och installation av 5 st nya Escamax silar 41. Uppgradering av skruvtransportörer för rens 42. Installation av spolvattenanslutning till varje sil	
---	--

Skärpta utsläppskrav

Gamla anläggningsdelen

700 000 pe	900 000 pe
Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06: 49. – 10.- enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 43. tillsats av ytterligare bärmaterial (jämfört med 700 000 pe + nuv. krav) i Anox 2	Vattenreningsprocess MBBR i BB02-06: 1. – 10.- enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 11. enligt 900 000 pe nuvarande reningskrav 44. tillsats av ytterligare bärmaterial (jämfört med 900 000 pe + nuv. krav) i Anox 2



Nya anläggningsdelen

700 000 pe	900 000 pe
Vattenreningsprocess MBBR i BB07-12: 12. enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 45. Install. av två nya mellanväggar för utformning av en ny zon: anox 2 46. Installation av nya omrörare i ny anox 2 (20kW per linje) 47. Komplettering av luftningssystem i ox 1 48. Flytt av befintliga recirk.pumpar till slutet på Ox 1 (håltagningar DN500)	Vattenreningsprocess MBBR i BB07-12: 12. enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 13. – 14. enligt 900 000 pe nuvarande reningskrav 45. – 48 enligt 700 000 pe skärpta reningskrav

Bräddvattenrening

700 000 pe	900 000 pe
Bräddvattenrening för 1m ³ /s: 15. – 26. + <u>Rev 1a</u>) enligt 700 000 pe nuvarande renings krav	Bräddvattenrening för 2 m ³ /s (ger bräddvattenreningskapacitet på totalt 3m ³ /s): 15. – 26. + <u>Rev 1a</u>) enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 27.- 34. + <u>Rev 1b</u>) enligt 900 000 pe nuvarande reningskrav



Övriga anläggningsdelar

700 000 pe	900 000 pe
Utrustning för dosering av kolkälla och järnklorid 35. – 42. enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 49. Installation av nya doseringsledningar för kolkälla till BB07-12 (Anox 2) med reglerventil och flödesmätare vid varje doseringspunkt	Utrustning för dosering av kolkälla och järnklorid 35. – 42. enligt 700 000 pe nuvarande reningskrav 49. enligt 700 000 pe skärpta krav

Krav på läkemedelsrening

Ny kolfilteranläggning

700 000 pe	900 000 pe
Kolfilteranläggning för 6 m ³ /s 50. Byggnation av ny kolfilterhall bakom befintliga sandfilter (mått: H x L x B = 9m x 150m x 16m) 51. Ventilationssystem för ny kolfilterhall	Kolfilteranläggning för 6 m ³ /s 50. - 51. enligt 700 000 skärpta reningskrav

BILAGA 2

Investeringar

Kostnad per anläggningsdel

Kalkylsammanställning per fackområde

2009-11-13

Investeringar

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
Gamla delen						
Process o maskin ink 5 % oförutsett	67 280 000	71 330 000	79 070 000	84 740 000	71 330 000	84 740 000
Luft	-	-	-	-	-	-
El	2 410 000	2 410 000	2 410 000	2 410 000	2 410 000	2 410 000
Bygg ink 5 % ospecificerat	1 500 000	1 500 000	1 580 000	1 580 000	1 500 000	1 580 000
Nya delen						
Process o maskin ink 5 % oförutsett	340 000	2 550 000	880 000	3 090 000	2 430 000	3 090 000
Luft	-	-	-	-	-	-
El	-	1 320 000	1 875 000	3 195 000	1 875 000	3 195 000
Bygg ink 5 % ospecificerat	-	810 000	-	810 000	810 000	810 000
Bräddvattenrening						
Process o maskin ink 5 % oförutsett	44 110 000	44 110 000	96 570 000	96 570 000	44 110 000	96 570 000
Luft	1 700 000	1 700 000	2 900 000	2 900 000	2 900 000	2 900 000
El	2 660 000	2 650 000	6 240 000	6 260 000	6 235 000	6 255 000
Bygg ink 5 % ospecificerat	1 480 000	1 480 000	2 930 000	2 930 000	1 480 000	2 930 000
Övriga anläggningsdelar o entreprenadkost (Hantering kolkälla, järnklorid. Grovrening)						
Process o maskin ink 5 % oförutsett	4 770 000	5 470 000	13 750 000	14 500 000	6 000 000	14 710 000
Luft	-	-	-	-	-	-
El	740 000	880 000	1 215 000	1 220 000	1 215 000	1 215 000
Bygg ink 5 % ospecificerat	570 000	570 000	780 000	780 000	570 000	780 000
Kolfilter för läkemedelsrening						
Process o maskin ink 5 % oförutsett					59 540 000	59 540 000
Luft					300 000	300 000
El					7 560 000	7 560 000
Bygg ink 5 % ospecificerat					99 860 000	99 860 000
Oförutsett, 10 %	12 756 000	13 678 000	21 020 000	22 098 500	31 012 500	38 844 500
SUMMA	141 000 000	151 000 000	232 000 000	244 000 000	342 000 000	428 000 000

Kalkylsammanställning

Idéförslag Käppalaverket

Kalkyl FALL 1 700 000 nuv krav

Regine Ullman

Uppdragansvarig: Katarina Starberg

2009-11-13

Process / maskin	116 600 000
Bygg	3 540 000 * pålning ingår ej
Mark	0
Luft / avfuktning	1 700 000
VS	0
EL	5 820 000
Ledningsarbeten	0
Oförutsett 10 %	12 760 000
Summa anläggningskostnad	141 000 000
Övriga kostnader	34 576 000
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning samordning, kontroll m.m.	
Totalt summa (avrundad)	176 000 000

Kalkylsammanställning

Idéförslag Käppalaverket

Kalkyl FALL 2 700 000 skärpta krav

Regine Ullman

Uppdragansvarig: Katarina Starberg

2009-11-13

Process / maskin	123 500 000
Bygg	4 370 000 * pålning ingår ej
Mark	0
Luft / avfuktning	1 700 000
VS	0
EL	7 270 000
Ledningsarbeten	0
Oförutsett 10 %	13 690 000
Summa anläggningskostnad	151 000 000
 Övriga kostnader	 37 065 000
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning samordning, kontroll m.m.	
 Totalt summa (avrundad)	 189 000 000

Kalkylsammanställning

Idéförslag Käppalaverket

Kalkyl FALL 3 900 000 nuv krav

Regine Ullman

Uppdragansvarig: Katarina Starberg

2009-11-13

Process / maskin	190 300 000
Bygg	5 300 000 * pålning ingår ej
Mark	0
Luft / avfuktning	2 900 000
VS	0
EL	11 740 000
Ledningsarbeten	0
Oförutsett 10 %	21 030 000
Summa anläggningskostnad	232 000 000
 Övriga kostnader	 56 848 000
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning samordning, kontroll m.m.	
 Totalt summa (avrundad)	 289 000 000

Kalkylsammanställning

Idéförslag Käppalaverket

Kalkyl FALL 4 900 000 nuv krav

Regine Ullman

Uppdragansvarig: Katarina Starberg

2009-11-13

Process / maskin	199 000 000
Bygg	6 110 000 * pålning ingår ej
Mark	0
Luft / avfuktning	2 900 000
VS	0
EL	13 080 000
Ledningsarbeten	0
Oförutsett 10 %	22 110 000
Summa anläggningskostnad	244 000 000
 Övriga kostnader	 59 758 000
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning samordning, kontroll m.m.	
 Totalt summa (avrundad)	 304 000 000

Kalkylsammanställning

Idéförslag Käppalaverket

Kalkyl FALL 5 700 000 skärpta krav + rening läkemedelsrester

Regine Ullman

Uppdragansvarig: Katarina Starberg

2009-11-13

Process / maskin	183 600 000
Bygg	104 230 000 * pålning ingår ej
Mark	0
Luft / avfuktning	3 200 000
VS	0
EL	19 300 000
Ledningsarbeten	0
Oförutsett 10 %	31 030 000
Summa anläggningskostnad	342 000 000
 Övriga kostnader	 83 812 000
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning samordning, kontroll m.m.	
 Totalt summa (avrundad)	 426 000 000

Kalkylsammanställning

Idéförslag Käppalaverket

Kalkyl FALL 6 900 000 skärpta krav + rening läkemedelsrester

Regine Ullman

Uppdragansvarig: Katarina Starberg

2009-11-13

Process / maskin	258 700 000
Bygg	105 970 000 * pålning ingår ej
Mark	0
Luft / avfuktning	3 200 000
VS	0
EL	20 640 000
Ledningsarbeten	0
Oförutsett 10 %	38 850 000
Summa anläggningskostnad	428 000 000
 Övriga kostnader	 104 888 000
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning samordning, kontroll m.m.	
 Totalt summa (avrundad)	 533 000 000

BILAGA 3

Utökat energibehov

Sammanställning utökat elenergibehov, samt nyckeltal

Beräkning av utökat elenergibehov för biologiska reningen

2009-11-13

Ökade mängder: pe, vattenvolym, kväve

	Belastning (pe)	Ökad belastning jämfört med nuvarande drift (pe)	Vattenmängd (m3/år)	Ökad vattenmängd jämfört med nuvarande drift (m3/år)	N-halt in (mgN/l)	N-mängd in (tN/år)	N-halt ut (mgN/l)	N-mängd ut (tN/år)	Reduktion (tN/år)	Reduktion (%)	Ökad reduktion jämfört med nuvarande drift (tN/år)
Nuvarande	480 000	-	52 072 667	-	46	2 411	9	451	1 960	81	-
Fall 1 (700 000 pe + nuv. krav)	700 000	220 000	75 160 800	23 088 133	41	3 066	9	676	2 390	78	429
Fall 2 (700 000 pe + skärpta krav)	700 000	220 000	75 160 800	23 088 133	41	3 066	4	301	2 765	90	805
Fall 3 (900 000 pe + nuv. krav)	900 000	420 000	98 287 200	46 214 533	40	3 942	9	885	3 057	78	1 097
Fall 4 (900 000 pe + skärpta krav)	900 000	420 000	98 287 200	46 214 533	40	3 942	4	393	3 549	90	1 589

Nyckeltal	kWh/pe	kWh/m3	kWh/ kg N borttaget
Dagens elbehov:	61	0,56	15

Elförbrukning - FALL 1 och 2
Tot 700 000 pe.

	Andel av el-behov (%)	El- förbrukning idag (MWh/år)	Ökning tot (%)	Ökat el-behov (MWh/år)
Tunnelsystemet	10	2930	-	-
Ink. p.st + grovrening	11	3360	45%	1513
Försedimentering	5	1465	45%	659
Biologi - Fall 1 nuvarande krav	34	10 000	79%	7 887
Biologi - Fall 2 skärpta krav			79%	7 863
Eftersedimentering	3	879	45%	396
Sandfilter	2	480	45%	216
Slambehandling	4	1200	ej beräknad	-
Ventilation + belysning	25	7200	0,6%	43,8
Övrigt	6	1786	ej beräknad	-
Flotation			44h/år à 69kW	3,0
SUMMA Fall 1 nuvarande krav		29 300	37%	10 717
SUMMA Fall 2 skärpta krav			36%	10 693
Tillkommande elbehov per ytterligare borttaget kväve kWh/kg N och år	Fall 1			25
	Fall 2			13
Tillkommande elbehov per tillkommande volym vatten kWh/m3 och år	Fall 1			0,46
	Fall 2			0,46
Tillkommande elbehov per tillkommande pe kWh/pe och år	Fall 1			49
	Fall 2			49

Elförbrukning - FALL 3 och 4
Tot 900 000 pe.

	Andel av el-behov (%)	förbrukning idag (MWh/år)	Ökning tot (%)	Ökat el-behov (MWh/år)
Tunnelsystemet	10	2930	-	-
Ink. p.st + grovrening	11	3360	86%	2905
Försedimentering	5	1465	86%	1267
Biologi - Fall 3 nuvarande krav	34	10 000	137%	13 686
Biologi - Fall 4 skärpta krav			137%	13 655
Eftersedimentering	2	879	86%	760
Sandfilter	4	480	86%	415
Slambehandling	25	1200	ej beräknad	-
Ventilation + belysning	6	7200	0,6%	43,8
Övrigt		1786	ej beräknad	
Flotation			132h/år à 106kW	14,0
SUMMA Fall 3 nuvarande krav		29 300	65%	19 091
SUMMA Fall 4 skärpta krav			65%	19 060
Tillkommande elbehov per ytterligare borttaget kväve kWh/kg N och år	Fall 1			17
	Fall 2			12
Tillkommande elbehov per tillkommande volym vatten kWh/m3 och år	Fall 1			0,41
	Fall 2			0,41
Tillkommande elbehov per tillkommande pe kWh/pe och år	Fall 1			45
	Fall 2			45

Elförbrukning - FALL 5 och 6
Läkemedelsrening

	Kolfilter (kWh/m3)	Flöde medel (m3/s)	Ökat el-behov för kolfilter (MWh/år)	Ökat el-behov totalt (%)	Ökat el-behov totalt (MWh/år)	Tillkommande elbehov per tillkommande pe (kWh/pe och år)	Tillkommande elbehov per tillkommande volym vatten (kWh/m3 och år)
Fall 5 = Fall 2 + aktivt kol	0,01	2,6	752	39%	11 445	52	0,50
Fall 6 = Fall 4 + aktivt kol	0,01	3,4	983	68%	20 043	48	0,43

BIOLOGI NYA ANLÄGGNINGSDelen FALL 1 + 3 (ökning pe med nuvarande reningskrav)

50% av el-behov i nya delen av tot 34% el för biologi (a)	Andel av el-behov för biologisk rening nuvarande (%)	Andel av nuv. pe-belastning på nya delen (%)	Andel av nuv. pe-belastning på nya delen (pe)	FALL 1 nya delen 700 000 pe fördelning av pe enligt WSP design (%)	FALL 1 nya delen 700 000 pe fördelning enligt WSP design (pe)	FALL 1 nya delen ökning mot nuvarande (%)	Ökning el-behov FALL 1 tot nya delen (MWh/år)	FALL 3 nya delen 900 000 pe fördelning av pe enligt WSP design (%)	FALL 3 nya delen 900 000 pe fördelning enligt WSP design (pe)	FALL 3 nya delen ökning mot nuvarande (%)	Ökning el-behov FALL 3 tot nya delen (MWh/år)
Luftning	50 (b)	67	321 600	50	350 000	8,8	220 (c)	50	450 000	39,9	998 (d)
Omrörning	30	67	321 600	50	350 000	8,8	132	50	450 000	39,9	599
RS-pumpning	12	67	321 600	50	350 000	8,8	53	50	450 000	39,9	240
Nitratrecirkulation	8	67	321 600	50	350 000	8,8	35	50	450 000	39,9	160
SUMMA							442				1 996

- a) 50% av el-behov i biologin => 30,5kWh/(pe*år)
 b) Excel-fil från Käppalaförbundet ger info om att blåsm. tot tar 60% av all el i biologin=> för nya delen bedöms det vara 50%
 c), d) 50% av all el för biologi till nya delen därav 60% för luftning => ökning med 8,8% => ökning

BIOLOGI NYA ANLÄGGNINGSDelen FALL 2 + 4 (ökning pe med skärpta reningskrav)

50% av el-behov i nya delen av tot 34% el för biologi (a)	Andel av el-behov för biologisk rening nuvarande (%)	FALL 2+4 ökning N-reduktion (i) (%)	Bedömt ökat el-behov skärpta krav (%)	Bedömt ökat el-behov FALL 2 skärpta krav (j) (MWh/år)	Bedömt ökat el-behov FALL 4 skärpta krav (k) (MWh/år)	Bedömt ökat el-behov FALL 2 tot nya delen (l) (MWh/år)	Bedömt ökat el-behov FALL 4 tot nya delen (m) (MWh/år)
Luftning	50 (b)	10	-5 (e)	-136	-175	85	823
Omrörning	30	10	30 (f)	490	630	622	1 229
RS-pumpning	12	10	0 (g)	0	0	53	240
Nitratrecirkulation	8	10	20 (h)	87	112	122	272
SUMMA				441	567	882	2 563

- a) 50% av el-behov i biologin => 30,5kWh/(pe*år)

Utbyggnad av Käppalaverket – idéförslag.

Bilaga beräkning elbehov biologisk rening

- b) Excel-fil från Käppalaförbundet ger info om att blåsm. tot tar 60% av all el i biologin=> för nya delen bedöms det vara 50%
- e) Vi antar att dagens nitrifikation är fullständig; för ökade krav avgår då en del av luftbehovet p g a återvinning från nitrat => bedömning 5%
- f) Med omrörning vid efterdenitrifikation
- g) RS-pumpning ökar ej p g a ökat krävereduktionskrav
- h) Nitratrecirkulation ökar för ökat N-krav => bedömning 20%
- i) Från uppgift i miljörapport 2005-2008. Ingående N-halt, medel 46 mg/l. Utg idag 9mg/l. Utg skärpta krav 4 mg/l. => Ökad rening = $(9-4)/46 = 10\%$
- j)-m) Beräkningen baseras på beräknat totalt el-behov för luft/RS/recirk enligt tabell ovan

BIOLOGI GAMLA ANLÄGGNINGSDELEN FALL 1 (ökning pe med nuvarande reningskrav)

50% av el-behov i gamla delen av tot 34% el för biologi (a)	Andel av el-behov för biologisk rening nuvarande (%)	Andel av nuv. pe-belastning på gamla delen (%)	Andel av nuv. pe-belastning på gamla delen (pe)	FALL 1 gamla delen 700 000 pe fördelning av pe enligt WSP design (%)	FALL 1 gamla delen 700 000 pe fördelning enligt WSP design (pe)	FALL 1 nya delen ökning mot nuvarande (%)	FALL 1 gamla delen bedömd ökning av specifikt el-behov p g a grovblåst luftningssystem (%)	Ökning el-behov FALL 1 tot gamla delen (MWh/år)
Luftning	77 (n)	33	158 400	50	350 000	121	30 (o)	6 054
Omrörning	13	33	158 400	50	350 000	121	0	786
RS-pumpning	6	33	158 400	50	350 000	121	0	363
Nitratrecirkulation	4	33	158 400	50	350 000	121	0	242
SUMMA								7 445

- a) 50% av el-behov i biologin => 30,5kWh/(pe*år)
- n) Excel-fil från Käppala ger info om att bl.m. tot tar 60% av all el i biologin=> för gamla delen bedöms det vara 77%
- o) Bedömt ökat luftbehov är 30% mer än vid befintligt finblås

BIOLOGI GAMLA ANLÄGGNINGSDELEN FALL 3 (ökning pe med nuvarande reningskrav)

50% av el-behov i gamla delen av tot 34% el för biologi (a)	Andel av el-behov för biologisk rening nuvarande (%)	Andel av nuv. pe-belastning på gamla delen (%)	Andel av nuv. pe-belastning på gamla delen (pe)	FALL 3 gamla delen 700 000 pe fördelning av pe enligt WSP design (%)	FALL 3 gamla delen 700 000 pe fördelning enligt WSP design (pe)	FALL 3 nya delen ökning mot nuvarande (%)	FALL 3 gamla delen bedömd ökning av specifikt el-behov p g a grovblåst luftningssystem (%)	Ökning el-behov FALL 3 tot gamla delen (MWh/år)
Luftning	77 (n)	33	158 400	50	450 000	184	30 (o)	9 214
Omrörning	13	33	158 400	50	450 000	184	30 (p)	1 556
RS-pumpning	6	33	158 400	50	450 000	184	0	552
Nitratrecirkulation	4	33	158 400	50	450 000	184	0	368
SUMMA								11 690

- a) 50% av el-behov i biologin => 30,5kWh/(pe*år)
n) Excel-fil från Käppala ger info om att bl.m. tot tar 60% av all el i biologin=> för gamla delen bedöms det vara 77%
o) Bedömt ökat luftbehov är 30% mer än vid befintligt finblås
p) Ökning för efterdenitrifikation

BIOLOGI GAMLA ANLÄGGNINGSDELEN FALL 2 + 4 (ökning pe med skärpta reningskrav)

(a)	FALL 2+4 gamla delen specifikt el-behov (kWh/(pe*år))	FALL 2+4 ökning N-reduktion (i) (%)	Bedömt ökat el-behov skärpta krav (%)	Bedömt ökat el-behov FALL 2 skärpta krav (j) (MWh/år)	Bedömt ökat el-behov FALL 4 skärpta krav (k) (MWh/år)	Bedömt ökat el-behov FALL 2 tot gamla delen (l) (MWh/år)	Bedömt ökat el-behov FALL 4 tot gamla delen (m) (MWh/år)
Luftning	32	10	-5 (e)	-553	-711	5 501	8 503
Omrörning	5	10	0 (q)	0	0	786	1 556
RS-pumpning	2	10	0 (g)	0	0	363	552
Nitratrecirkulation	1	10	20 (h)	88	114	330	482
SUMMA				-465	-597	6 980	11 092

- a) 50% av el-behov i biologin => 30,5kWh/(pe*år)

- i) Från uppgift i miljörapport 2005-2008. Ingående N-halt, medel 46 mg/l. Utg idag 9mg/l. Utg skärpta krav 4 mg/l. => Ökad rening = $(9-4)/46 = 10\%$
- e) Vi antar att dagens nitrifikation är fullständig; för ökade krav avgår då en del av luftbehovet p g a återvinning från nitrat => bedömning 5%
- q) Efterdenitrifikation redan inbyggd från början
- g) RS-pumpning ökar ej p g a ökat krävereduktionskrav
- h) Nitratrecirkulation ökar för ökat N-krav => bedömning 20%
- j)-m) Beräkningen baseras på beräknat totalt el-behov för luft/RS/recirk enligt tabell ovan

BILAGA 4

Årskostnadskalkyl

Tillkommande årskostnad för föreslagna åtgärder

Driftkostnad

Energi

Underhåll

Kemikalier

Personal

Kapitaltjänstkostnad för investeringar

Energiintäkter

2009-11-13_rev 2009-12-22

Förutsättningar

ÅRSKOSTNADSKALKYL

ANLÄGGNING

Käppala ARV

Tillkommande årskostnad vid föreslagna åtgärder för 6 fall
Maskin, el/automation, bygg/VVS

Fall 1, 2 och 5 Fall 3, 4 och 6

PROCESS

Antal pe	700 000	900 000
Flöde, m3/d	164 384	273 973

EKONOMI

Ränta % 3,00

Avskrivningstid, år:

Maskiner (pumpar, elinstallationer mm) 10

Fast maskinutrustning (el, vent, vissa pumpar o mekaniska installationer) 20

Byggnader o vissa bygginventarier 30

Övriga kostnader (projektering upphandling) 10

Underållskost, bedömd schablon av Maskin 2%
(I maskin ingår flera större poster för underhållsfria anläggningsdelar)

ENERGI

El, köp inkl skatt, kr/kWh 0,71

P-BELASTNING TILL FÖRFÄLLNING

Antar samma ökning som pe-ökning, dvs 45% 88%

KEMIKALEPRIS

Järnsulfat, kr/ton 450

Järnklorid, kr/ton 1 400

Metanol, kr/ton 3 100

Polymer, kr/kg 30

Aktivt kol inköp, kr/kg 17

Aktivt kol destruktion kr/kg torrt kol 11

Ökat årsflöde, m3/år 23 088 133 46 214 533

Gasprod. 2006-2008 (miljörapport): 6,1 Mm3/år

Ökning gasproduktion i relation till pe-ökninr 45% 88%

Ökad gasproduktion (Mm3/år) 2,7 5,4

Energi: 6,5 kWh/m3 gas. Ökad energi,kWh 17 842 500 34 892 000

Energipris gas, kr/kWh 0,47 0,47

Driftkostnader: energi

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsreni ng	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsreni ng
EL						
Ökat elbehov (MWh/år)	10 717	10 693	19 091	19 060	11 445	20 043
Ökad energikostnad, el (kr/år)	7 609 070	7 592 030	13 554 610	13 532 600	8 125 950	14 230 530

Driftkostnader: underhåll

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsreni ng	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsreni ng
2 % av maskin	2 330 200	2 469 800	3 805 600	3 978 600	3 671 000	5 173 400
Summa ökade underhållskostnader kr/år	2 330 200	2 469 800	3 805 600	3 978 600	3 671 000	5 173 400

Driftkostnader: kemikalier

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsre- ning	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsre- ning
Ökat behov av FeSO ₄ (t/år)	1 112	1 112	2 136	2 136	1 112	2 136
Årskostnad järnsulfat, kr/år	500 482	500 175	961 048	961 048	500 482	961 048
Nytt behov av järnklorid (t/år)	12	388	118	610	388	609,7
Årskostnad järnklorid, kr/år	16 556	542 682	165 564	853 574	542 682	853 574
Nytt behov av metanol (t/år)	1 642,5	2 887,2	2 117,0	3 708,4	2 887,2	3 708,4
Årskostnad metanol, kr/år	5 091 750	8 950 320	6 562 700	11 496 040	8 950 320	11 496 040
Ökat behov av polymer (kg/år)	142	142	1 419	1 419	142	1 419
Årskostnad polymer	4 257	4 257	42 574	42 574	4 257	42 574
Summa ökade kemikaliekostnader, kr/år	5 613 046	9 997 434	7 731 886	13 353 236	9 997 741	13 353 236
Behov av aktivt kol (t/år)					1 800	3 000
Inköpskostnad, kr/år					30 600 000	51 000 000
Destruktionskostnad, kr/år					19 800 000	33 000 000
Summa årskostnad aktivt kol, kr/år					50 400 000	84 000 000

Driftkostnader: personal

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsre- ni ng	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsre- ni ng
Antal heltidstjänster	0,25	0,75	1,0	1,5	1,3	2,0
Kostnad per tjänst	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000	400 000
Summa ökade kostnader personal	100 000	300 000	400 000	600 000	500 000	800 000

Anläggningskostnad

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsre- ning	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsre- ning
<u>Fast maskinutrustning</u>	59 570 000	61 310 000	112 970 000	114 575 000	104 615 000	152 195 000
El	5 810 000	7 260 000	11 740 000	13 085 000	19 295 000	20 635 000
Ventilation	1 700 000	1 700 000	2 900 000	2 900 000	3 200 000	3 200 000
Vissa pumpar o mekaniska installationer	52 060 000	52 350 000	98 330 000	98 590 000	82 120 000	128 360 000
<u>Maskiner</u>	64 450 000	71 140 000	91 950 000	100 340 000	101 430 000	130 310 000
Pumpar, elinstallationer m.m.						
<u>Bygg och vissa bygginventarier</u>	3 550 000	4 360 000	5 290 000	6 100 000	104 220 000	105 960 000
Summa investeringar	127 570 000	136 810 000	210 210 000	221 015 000	310 265 000	388 465 000
Oförutsett, 10 %	12 757 000	13 681 000	21 021 000	22 101 500	31 026 500	38 846 500
Summa entreprenadkostnad	140 327 000	150 491 000	231 231 000	243 116 500	341 291 500	427 311 500
<u>Övriga kostnader (25 %)</u>	35 081 750	37 622 750	57 807 750	60 779 125	85 322 875	106 827 875
Projektering, upphandling, projektledning, byggledning, samordning, kontroll						
Summa anläggningskostnad	175 408 750	188 113 750	289 038 750	303 895 625	426 614 375	534 139 375

Kapitaltjänstkostnad

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsre- ni ng	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsre- ni ng
Ränta,%						
Fast maskinutrustning (el, ventilation, mask	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Maskiner (vissa pumpar o elinstallationer)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Bygg och vissa bygginventarier	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Övriga kostnader	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Avskrivning:						
Fast maskinutrustning (el, ventilation, mask	20	20	20	20	20	20
Maskiner (vissa pumpar o elinstallationer)	10	10	10	10	10	10
Bygg och vissa bygginventarier	30	30	30	30	30	30
Övriga kostnader	10	10	10	10	10	10
Restvärde:						
Fast maskinutrustning (el, ventilation, maskin)						
Maskiner (vissa pumpar o elinstallationer)						
Bygg och vissa bygginventarier						
Övriga kostnader						
Kapitaltjänstkostn.						
Fast maskinutrustning (el, ventilation, mask	4 004 040	4 120 995	7 593 358	7 701 240	7 031 771	10 229 895
Maskiner (vissa pumpar o elinstallationer)	7 555 506	8 339 778	10 779 345	11 762 909	11 890 690	15 276 307
Bygg och vissa bygginventarier	181 118	222 444	269 892	311 217	5 317 227	5 406 001
Övriga kostnader	4 112 651	4 410 534	6 776 832	7 125 168	10 002 444	12 523 486
Summa ökad kapitaltjänstkostnad	15 853 316	17 093 751	25 419 427	26 900 534	34 242 133	43 435 689

Driftkostnader sammanställning

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsre- ni ng	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsre- ni ng
Underhåll	2 330 200	2 469 800	3 805 600	3 978 600	3 671 000	5 173 400
Elenergi	7 609 070	7 592 030	13 554 610	13 532 600	8 125 950	14 230 530
Kemikalier och aktivt kol	5 613 046	9 997 434	7 731 886	13 353 236	60 397 741	97 353 236
Personal	100 000	300 000	400 000	600 000	500 000	800 000
Summa ökade driftskostnader	15 652 316	20 359 264	25 492 096	31 464 436	72 694 691	117 557 166

Årskostnader/intäkter sammanställning

	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5	Fall 6
	Nuvarande krav, 700 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe	Nuvarande krav, 900 000 pe	Strängare krav, 900 000 pe	Strängare krav, 700 000 pe läkemedelsre- ni ng	Strängare krav, 900 000 pe läkemedelsre- ni ng
DRIFTSKOSTNAD	15 652 316	20 359 264	25 492 096	31 464 436	72 694 691	117 557 166
KAPITALTJÄNSTKOSTNAD	15 854 000	17 094 000	25 420 000	26 901 000	34 243 000	43 436 000
ENERGIINTÄKTER	8 385 975	8 385 975	16 399 240	16 399 240	8 385 975	16 399 240
Summa ökade årskostnader	31 506 316	37 453 264	50 912 096	58 365 436	106 937 691	160 993 166
Summa ökade nettoårskostnader (hänsyn till energiintäkt)	23 120 341	29 067 289	34 512 856	41 966 196	98 551 716	144 593 926
SEK/m3 renat vatten (hänsyn till energiintäkt)	1,00	1,26	0,75	0,91	4,27	3,13
Ökad driftkostnad per ökad volym, SEK/m3 renat vatten	0,68	0,88	0,55	0,68	3,15	2,54
Ökat elenergibehov per ökad volym kWh el/m3 renat vatten	0,46	0,46	0,41	0,41	0,50	0,43

BILAGA 5

Ritningar och bilder

Flödesscheman vattenbehandling

FS01-10126264 (fall 1)

FS02-10126264 (fall 2)

FS03-10126264 (fall 3)

FS04-10126264 (fall 4)

Flödesschema bräddvattenrening

FS05-10126264

Planer bräddvattenrening

BVR01-10126264 (fall 1 och 2)

BVR02-10126264 (fall 3 och 4)

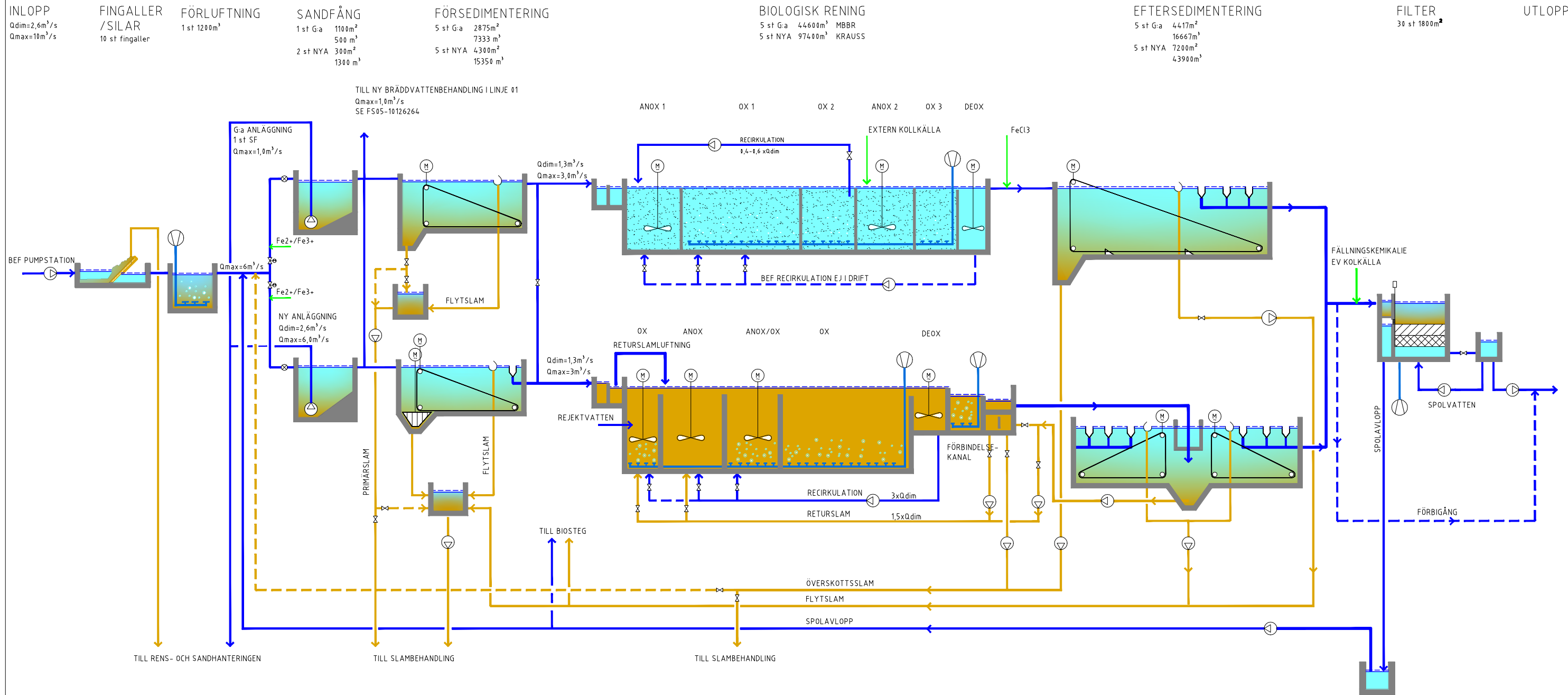
BVR03-10126264 (fall 3 och 4)

BVR04-10126264 (fall 3 och 4)

Bilder på lamellflotationsenheter

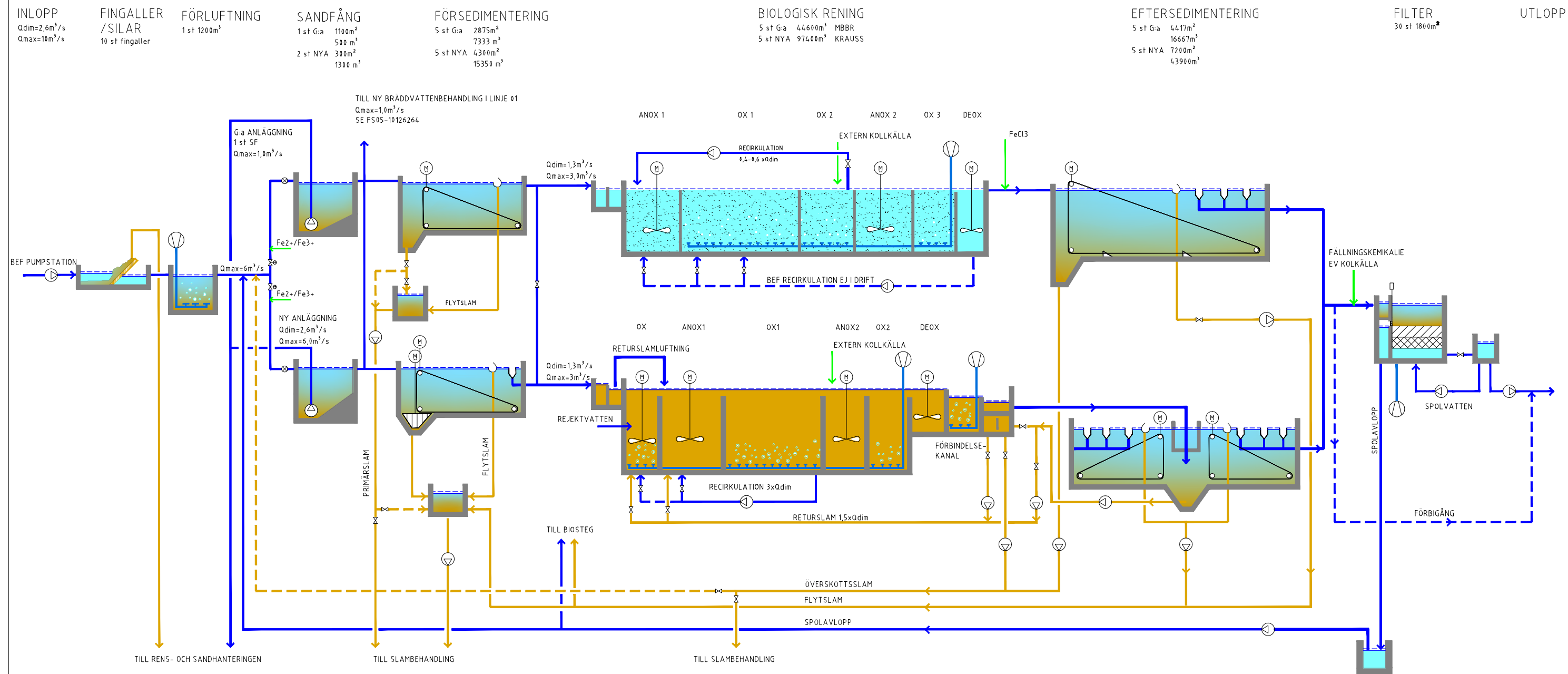
2009-11-13

FALL 1: 700 000 pe nuvarande reningskrav



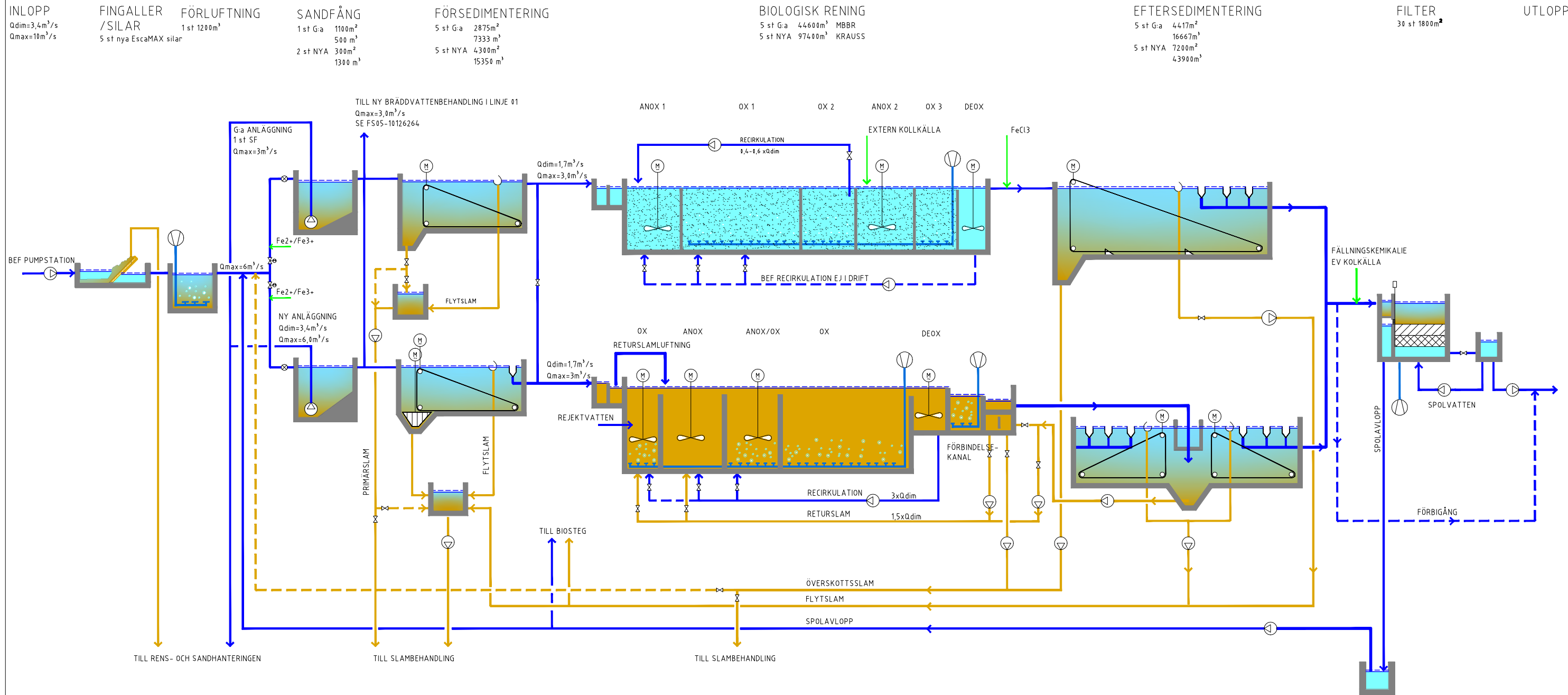
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
IDÉSTUDIE				
KÄPPALA FÖRBUNDET KÄPPALAVERKET				
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99				
UPPDRAG NR 10126264		 WSP	HANDLÄGGARE R.Ullman	
DATUM 2009-11-12		RITAD/KONSTRUERAD AV EML/RU		
		ANSVARIG K.Starberg		
VATTENRENING				
FLÖDESSCHEMA				
FALL 1: 700 000pe nuvarande reningskrav				
SKALA	NUMMER			BET
-	FS01-10126264			

FALL 2: 700 000 pe skärpta reningskrav



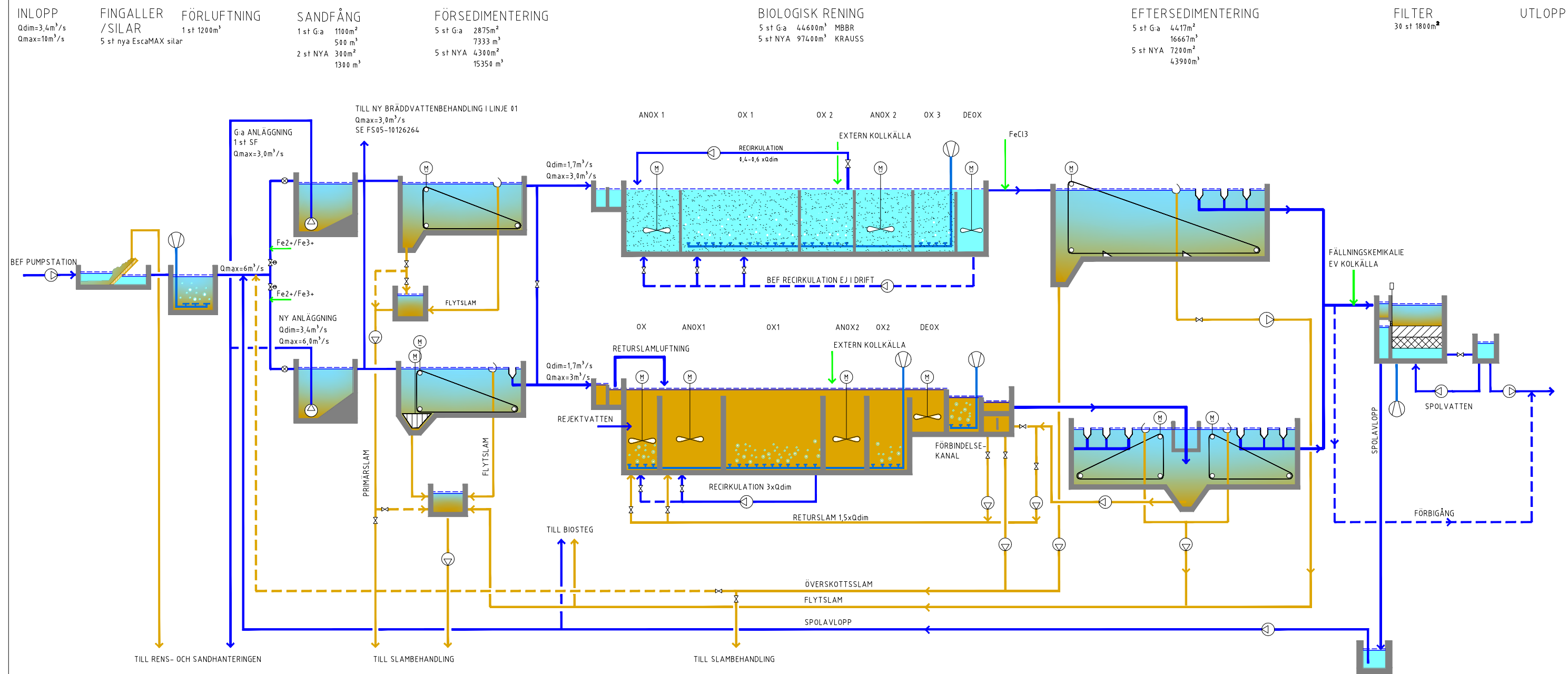
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN		
IDÉSTUDIE						
KÄPPALA FÖRBUNDET KÄPPALAVERKET						
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99						
UPPDRAG NR 10126264	RITAD/KONSTRUERAD AV EML/RU	HANDLÄGGARE R.Ullman				
DATUM 2009-11-12	ANSVARIG K.Starberg					
VATTENRENING FLÖDESSCHEMA						
FALL 2: 700 000pe skärpta reningskrav						
SKALA -	NUMMER FS02-10126264	I BET				

FALL 3: 900 000 pe nuvarande reningskrav

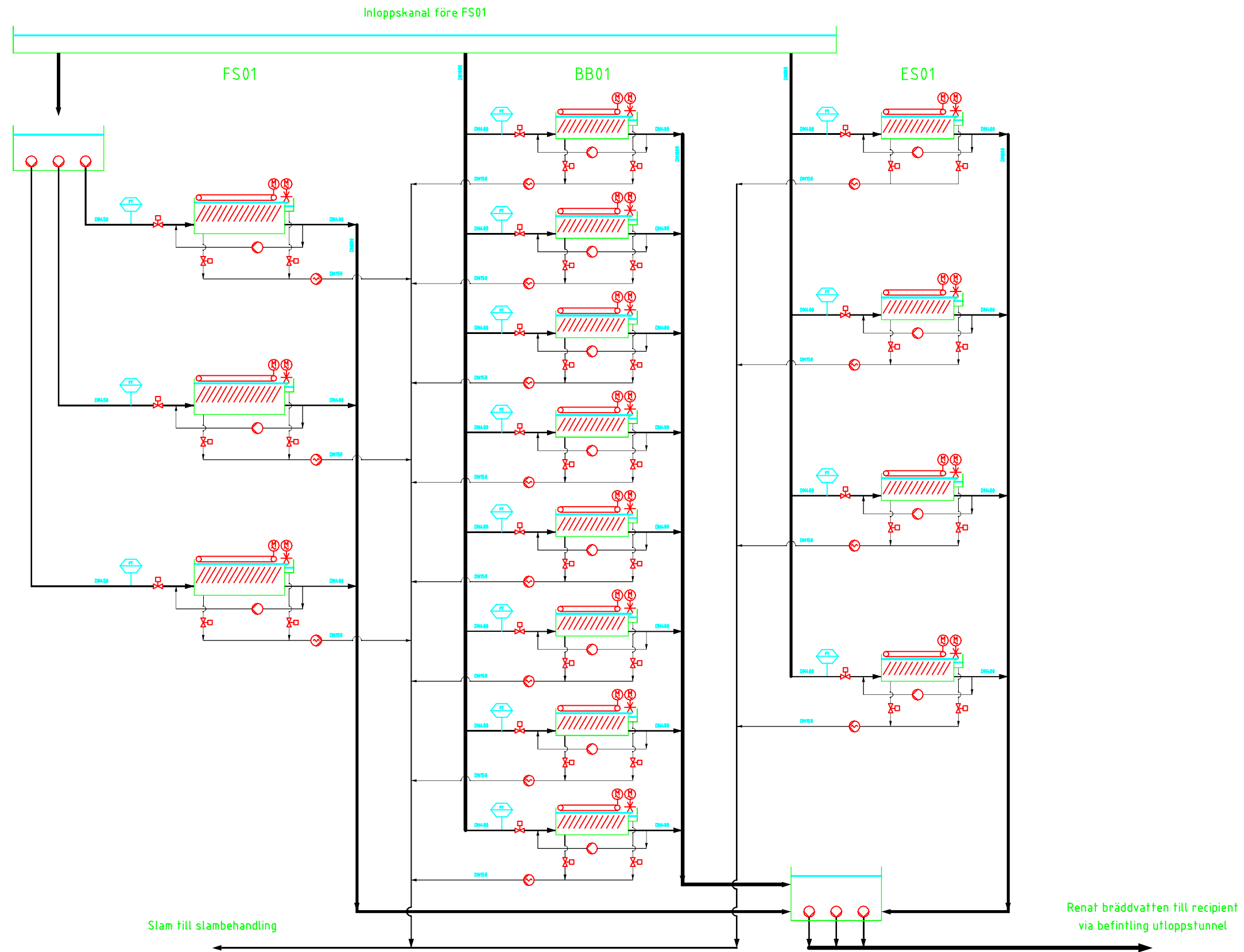


BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
IDÉSTUDIE				
KÄPPALA FÖRBUNDET KÄPPALAVERKET				
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 10 FAX: 08-688 69 99				
UPPDRAG NR 10126264		RITAD/KONSTRUERAD AV EML/RU		HANDLÄGGARE R.Ullman
DATUM 2009-11-12		ANSVARIG K.Starberg		
VATTENRENING				
FLÖDESSKEMA				
FALL 3: 900 000pe nuvarande reningskrav				
SKALA	NUMMER			BET
-	FS03-10126264			

FALL 4: 900 000 pe skärpta reningskrav

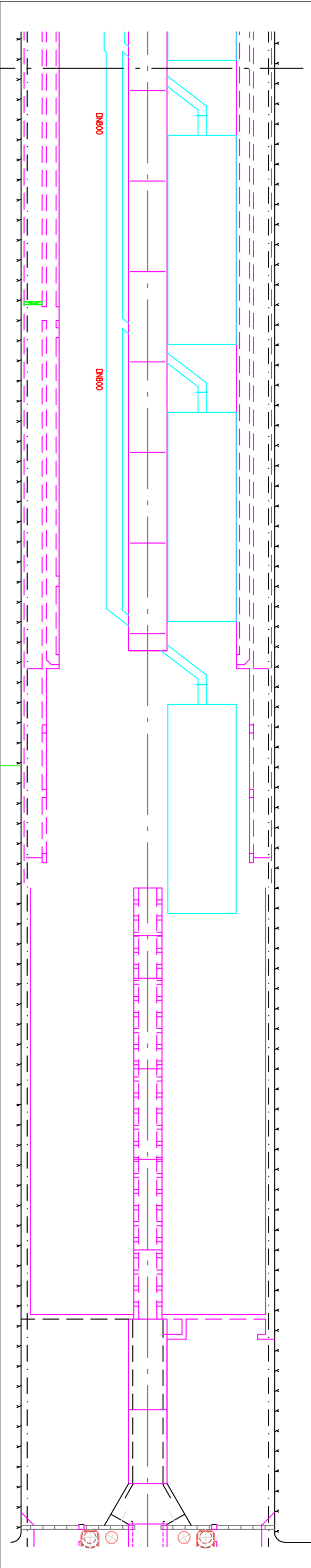


BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
IDÉSTUDIE				
KÄPPALA FÖRBUNDET KÄPPALAVERKET				
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99				
UPPDRAG NR 10126264		 WSP	RITAD/KONSTRUERAD AV EML/RU	
DATUM 2009-11-12		ANSVARIG K Starberg	HANDLÄGGARE R.Ullman	
VATTENRENING FLÖDESSCHEMA				
FALL 4: 900 000pe skärpta reningskrav				
SKALA -	NUMMER FS04-10126264			BET

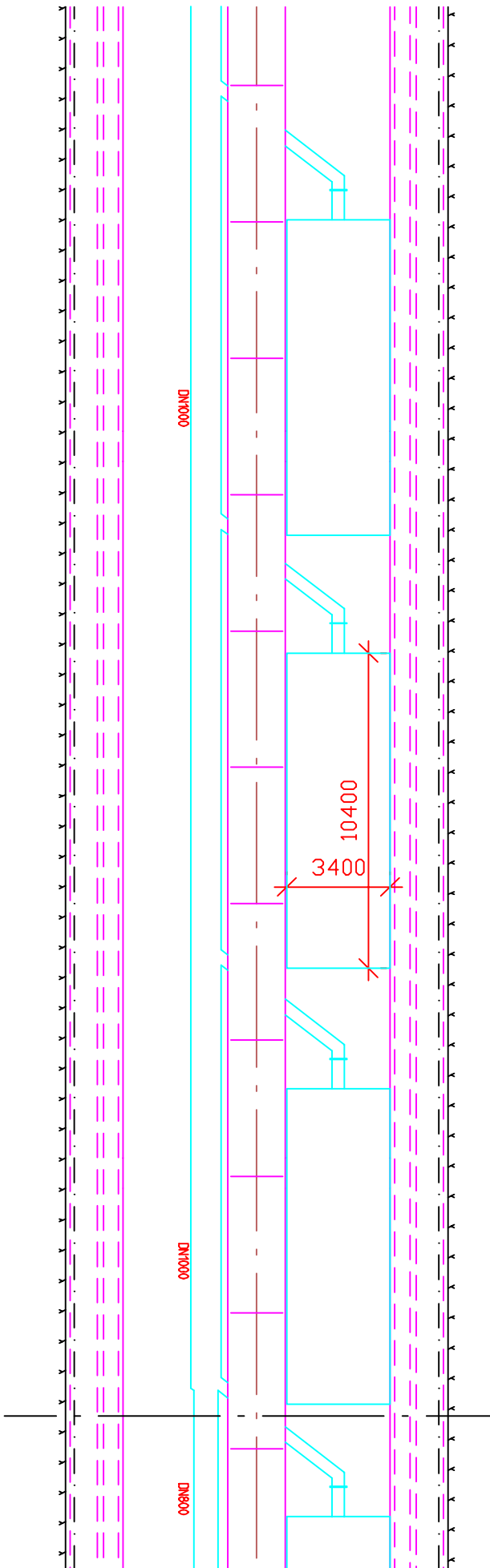


BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SGH
IDÉFÖRSLAG				
UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET				
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99				
				
UPPDRAG NR 10126264	RTAD/KONSTRUERAD AV EML		HANDLÄGGARE R.Ullman	
DATUM 2009-11-13	ANSVARIG K.Starberg			
BRÄDDVATTENRENING FLÖDESSHEMA				
SKALA	NUMMER		BET	
-	FS05-10126264			

FL: R:\S\8\2009\10126264 KÄPPALAVERKET, UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET, UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET, 2009-11-13 09:25 AV: ANVÄNDARE 83532709

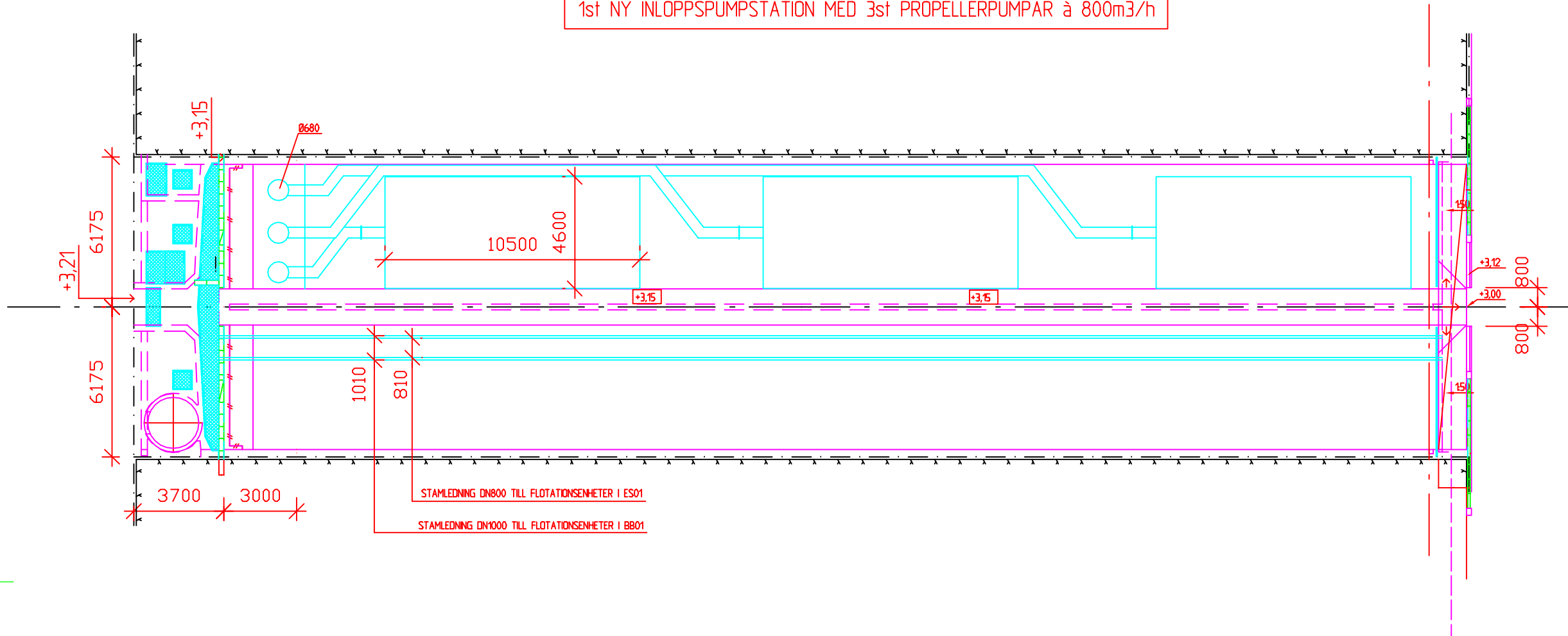


BIOBASSÄNG 01
6st FLOTATIONSENHETER à 600 m3/h NETTO

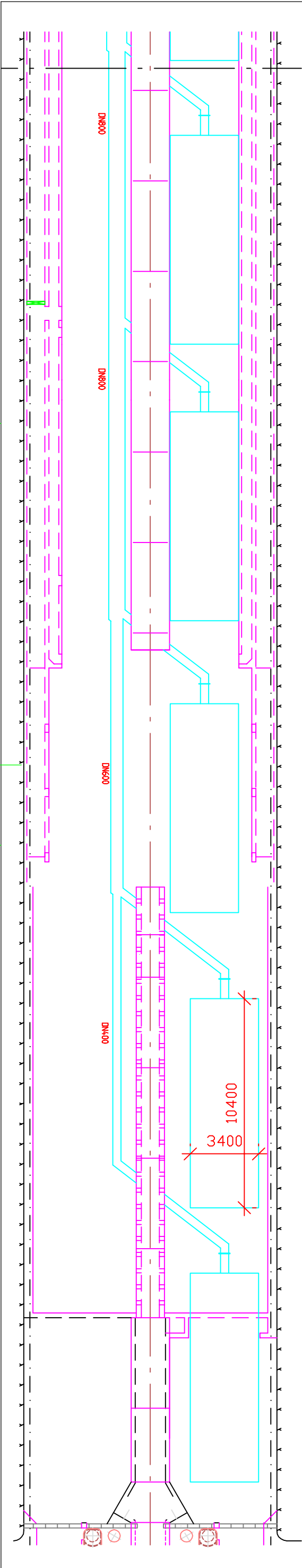


BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
IDÉFÖRSLAG				
UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET				
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99				
UPPDRAG NR 10126264	RITAD/KONSTRUERAD AV RU	HANDLÄGGARE R.Ullman		
DATUM 2009-11-13	ANSVARIG K.Starberg	BRÄDDVATTENRENING		
FALL 1+2: 700 000pe				
SKALA 1:200	NUMMER BVR01-10126264	BET		

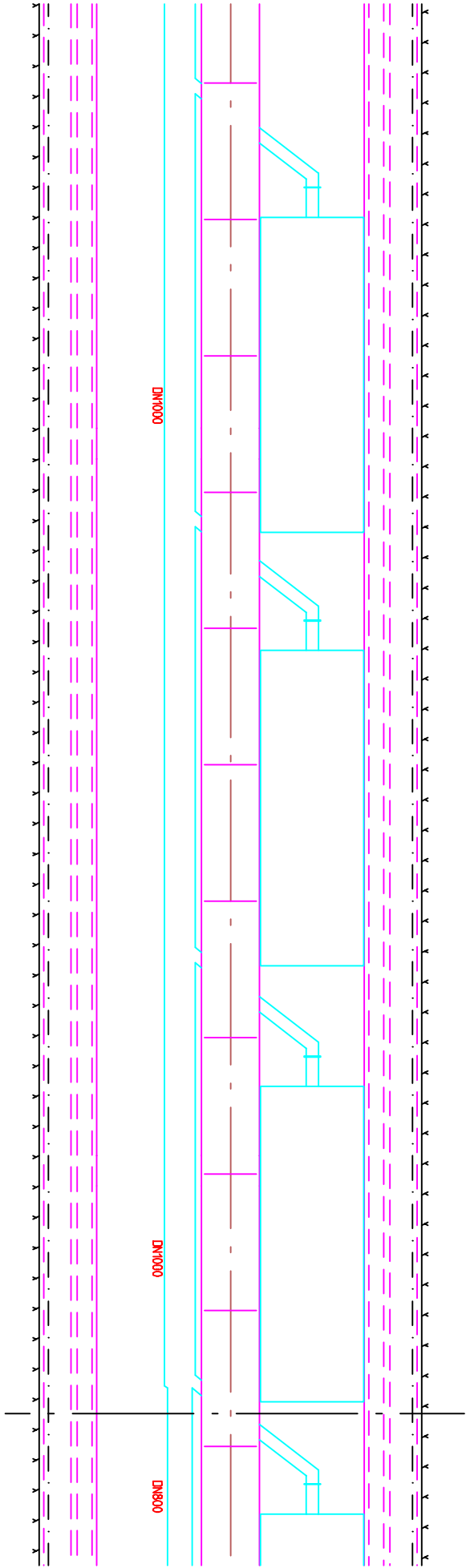
FÖRSEDIMENTERING FS01
3st LAMELLFLOTATIONSENHETER à 800 m3/h NETTO
1st NY INLOPPSPUMPSTATION MED 3st PROPELLERPUMPAR à 800m3/h



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN		
IDÉFÖRSLAG						
UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET						
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99						
UPPDRAG NR 10126264	RITAD/KONSTRUERAD AV RU	HANDLÄGGARE R.Ullman				
DATUM 2009-11-13	ANSVARIG K.Starberg					
BRÄDDVATTENRENING						
FALL 3+4: 900 000pe						
SKALA 1:200	NUMMER BVR02-10126264	BET				

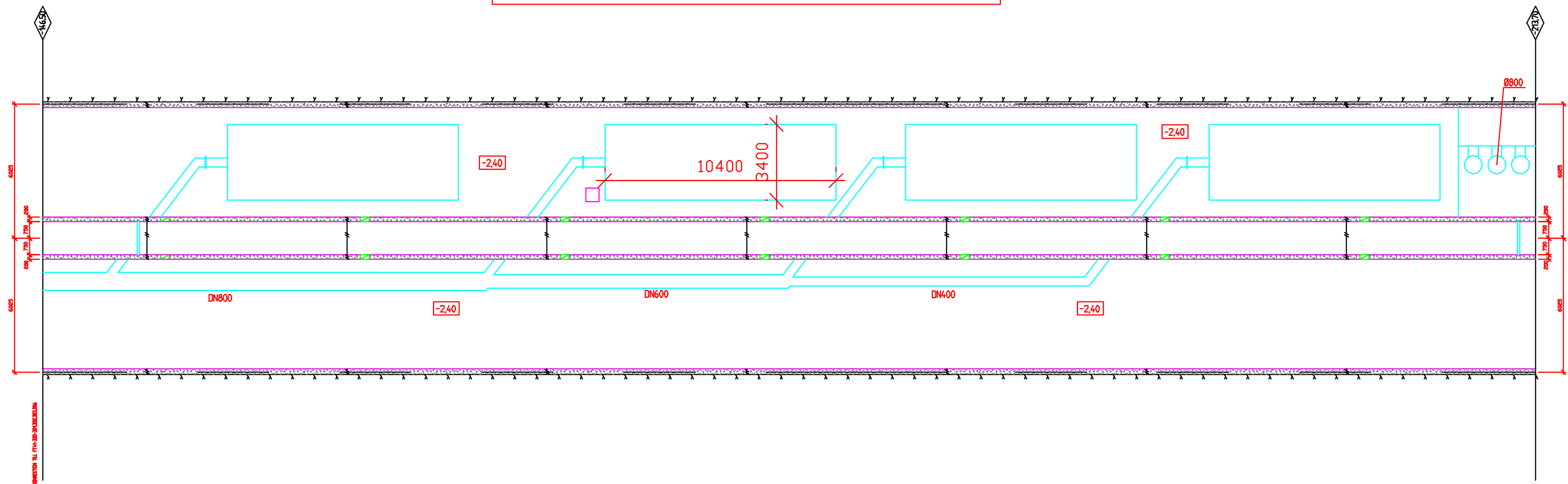


BIOBASSÄNG 01
8st FLOTATIONSENHETER à 600 m3/h NETTO



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN		
IDÉFÖRSLAG						
UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET						
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99						
UPPDRAG NR 10126264	RITAD/KONSTRUERAD AV RU		HANDLÄGGARE R.Ullman			
DATUM 2009-11-13	ANSVARIG K.Starberg					
BRÄDDVATTENRENING						
FALL 3+4: 900 000pe						
SKALA 1:200	PAPPER BVR03-10126264			I BET		

EFTERSEDIMENTERING ES01
4st LAMELLFLOTATIONSENHETER à 600 m3/h NETTO
1st UTLOPPSPUMPSTATION MED 3st PROPELLERPUMPAR à 1m3/S



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN				
IDÉFÖRSLAG								
UTBYGGNAD AV KÄPPALAVERKET								
WSP Samhällsbyggnad VA-teknik 121 88 STOCKHOLM TEL: 08-688 60 00 FAX: 08-688 69 99								
UPPDRAG NR 10126264		RITAD/KONSTRUERAD AV RU	HANDLÄGGARE R.Ullman					
DATUM 2009-11-13		ANSVARIG K.Starberg						
BRÄDDVATTENRENING								
FALL 3+4: 900 000pe								
SKALA 1:200		NUMMER BVR04-10126264						

BILDER LAMELLFLOTATIONSENHETER



Foto: ATEK



Foto:ATEK