

UTVÄRDERINGSUNDERLAG TILL IDÉSKISSER

– KÄPPALA 2020

1. Syfte

Syftet med denna sammanställning är få en överblick av de inlämnade idéskisserna och sålla ut de mest lovande förslagen enligt de kriterier som ställts upp av Käppalaverket. De olika förslagen redovisas kortfattat följt av en utvärderingstabell för respektive förslag. För mer djupgående analyser hänvisas till de inlämnade förslagen.

2. Processfall

För att kunna jämföra de olika idéskisserna har 4 processfall studerats. Dessa fyra fall visas nedan.

Processfall 1 – 700 000 p.e med nuvarande reningskrav, med och utan läkemedelsrening.

Processfall 2 – 700 000 p.e. med strängare reningskrav, med och utan läkemedelsrening.

Processfall 3 – 900 000 p.e med nuvarande reningskrav, med och utan läkemedelsrening.

Processfall 4 – 900 000 p.e. med strängare reningskrav, med och utan läkemedelsrening.

Med skärpta reningskrav menas 5 mg N/l, 0,1 mg P/l och 5 mg BOD₇/l.

3. Utvärderingskriterier

Käppala har ställt upp ett antal kriterier som skall användas vid utvärderingen av idéskisserna. Varje processfall följs av en utvärderingstabell innehållandes de olika kriterierna. Tabellen fylls genom att betygssätta hur väl förslaget uppfyller respektive kriterium. 1 är lägsta betyg och 5 högsta betyg. Gällande utvärderingskriteriet LCC (Livscykelkostnadsanalys) kan posterna för den totala årskostnaden och drift/UH ge en enkel fingervisning. En mer djupgående analys bör göras vid senare tillfälle. Två av de inlämnade förslagen redovisar endast läkemedelsrening i kombination med processfall 2 och 4. Ett av förslagen redovisar ingen kostnadskalkyl för processfall 1.

Nedan redovisas utvärderingskriterierna.

1. Miljö – Utsläppsnivåer, resursförbrukning, yttre miljö, inre miljö
2. Ekonomi – LCC
3. Teknik – Enkelhet, flexibilitet, utvecklingsbarhet
4. Driftsäkerhet – Beprövad teknik, kortare tidsbas för utsläppshalter

4. Idéskisser - SWECO

Swecos grundprincip sägs vara att utnyttja befintlig anläggning i så stor utsträckning som möjligt och undvika expansion med nya volymer. Genom att se till processer som ger en bättre avskiljning av slam kan den biologiska reningen drivas med högre belastning och högre avskiljningsgrad.

Processfall 1- 700 000 p.e. med nuvarande reningskrav - 700 000 p.e. med nuvarande reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Vid detta processfall görs inga större ingrepp i den befintliga anläggningen. Försedimentering och biologiska reningssteget kommer dock att behöva förstärkning.

Vid höga flöden används befintliga försedimenteringar till direktfällning med fällningskemikalie (järn eller aluminiumsalter) och anjonisk polymer. Bräddning förbi det biologiska reningssteget till sandfilter kan då göras vid höglöden (dvs. så som verket är byggt i dagsläget). Försedimenteringen i nya delen av verket byggs om till lamellsedimentering för att undvika slamflykt till sandfilter.

Det biologiska steget ska hantera ett flöde på 6 m³/s och med nuvarande processutformning, men med högre slamhalter (ca 4 kg MLSS/m³). För att motverka slamflykt från eftersedimenteringsbassängerna vid dessa höga slamhalter görs en vakuumbehandling av slammet. Detta innebär att allt bioslam från biobassängerna pumpas genom ett avgasningstorn där koldioxid, lustgas och kvävgas avgår. Detta ska förbättra sedimenteringsegenskaperna väsentligt och sänka SVI. Man säger att slamytbelastningen kan då fördubblas jämfört med fallet utan avgasning. Tack vare detta kan belastningen av suspenderat material hållas låg på befintliga sandfilter trots en ökad hydraulisk belastning.

I detta processfall är ingå åtgärder är föreslagna för fosforreningen. Fortfarande ska bio-P användas i gamla delens linjer, simultanfällning i nya delen och efterpolering på befintliga sandfilter.

Med läkemedelsrening

Om läkemedelsrening skall tillämpas i processfall 1 införs ett ozoneringssteg. 15 av de befintliga sandfiltren byggs då om till kontaktreaktorer för ozon. De resterande 15 sandfiltren belastas endast av vatten från gamla delens linjer och direktfällt bräddvatten från försedimenteringen (som beskrivet i fallet utan läkemedelsrening). Den biologiska reningen i gamla delens linjer drivas som nuvarande process fast med högre slamhalter och med vakuumbehandling av slammet för att motverka slamflykt.

Den nya delens linjer kommer även dessa att drivas med högre slamhalter och vakuumbehandling innan eftersedimenteringen. Här tas även simultanfällningen bort och bio-P implementeras. I eftersedimenteringen i nya delen sätts membran in i slutet av bassängerna för att ersätta de 15 sandfilter som nu omformats till kontaktreaktorer för ozon. Fällning med aluminiumsalter kommer att användas på membranen för att säkerställa utgående fosforhalter från nya delens linjer.

Allt vatten från de kvarvarande 15 sandfiltren och de nya membranen går sedan till ozonbehandlingen i de 15 ombyggda sandfiltren.

Kostnadskalkyl

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	187	803
Drift/UH (Mkr/år)	69	92
Total årskostnad (Mkr/år)	88	172

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 1. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 2- 700 000 p.e. med strängare reningskrav - 700 000 p.e. med strängare reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Detta processfall påminner till stor del om lösningen i processfall 1.

Vid höga flöden används befintliga försedimenteringsbassänger till direktfällning med fällningskemikalie (järn eller aluminiumsalter) och anjonisk polymer. Bräddning förbi biosteget kan därefter göras till befintliga sandfilter (dvs. så som verket är byggt i dagsläget). I nya delens linjer används lamellsedimentering i försedimenteringen för att då undvika slamflykt till sandfilter. Samtliga sandfilter finns kvar där efterpolering med järnsulfat säkerställer utgående fosforhalter.

Gällande den biologiska reningen implementeras vakuumbehandling (beskrivet i processfall 1) på allt slam från samtliga biobassänger. Eftersom reningskraven är skärpta krävs dock ännu högre slamhalter i biobassängerna (ca 5 kg MLSS/m³).

Bio-P med sidoströmshydrolys (SSH) implementeras i nya delens linjer. Detta innebär att returslammet hydrolyseras i en sidoreaktor med en uppehållstid på ca 30 h. Den biologiska P-reningen blir i och med detta mindre känslig för ändringar i inkommande belastning. Gamla delens linjer använder bio-P med UCT layout (dvs. den processutformning som idag används).

Inga ändringar görs i eftersedimenteringsbassängerna.

Med läkemedelsrening

Om läkemedelsrening skall tillämpas i processfall 2 införs ett ozoneringssteg. 15 st av de befintliga sandfiltren byggs då om till kontaktreaktorer för ozon. De resterande 15 sandfiltren belastas endast av vatten från gamla delens linjer och direktfällt bräddvatten från försedimenteringen (som beskrivet i processfall 2 utan läkemedelsrening).

Den biologiska kvävereningen drivs i samtliga linjer som nuvarande process fast med högre slamhalter (5 kg MLSS/m³) och med vakuumbehandling av slammet för att motverka slamflykt.

Bio-P med UCT layout används i gamla delens linjer och bio-P med sidostömshydrolys i nya delens linjer. I eftersedimenteringen i nya delen sätts membran in i slutet av bassängerna för att ersätta de 15 sandfilter som nu omformats till kontaktreaktorer med ozon. Fällning med aluminiumsalter kommer att användas innan membranen för att säkerställa utgående fosforhalter från nya delens linjer.

Allt vatten från de kvarvarande 15 sandfiltren och de nya membranen går sedan till ozonbehandlingen i de 15 ombyggda sandfiltren

Kostnadskalkyl

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	187	803
Drift/UH (Mkr/år)	69	92
Total årskostnad (Mkr/år)	88	172

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 2. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 3- 900 000 p.e. med nuvarande reningskrav - 900 000 p.e. med nuvarande reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

För detta processfall kommer betydligt större flöden bräddas eftersom kapaciteten på biosteget lämnats oförändrad vid 6 m³/s. Flöden överstigande detta behandlas i Actiflo-anläggningar placerade i de tre gamla sandfången. Alternativt byggs istället två, större, Actiflo-enheter i bergrummet mellan de gamla sandfången. Om en etappvis utbyggnad av verket har skett, och direktfällning redan utförs i försedimenteringen (se processfall 1 och 2) förordas en förstärkning av denna direktfällning hydrauliskt istället för Actiflo enheter.

Allt behandlat bräddvatten leds till befintliga sandfilter.

Gällande biologiska reningen tillämpas UCT- processen i gamla delens linjer. Slamhalterna kommer dock ökas dramatiskt (10 kg MLSS/m³) och flödesfördelningen ökas till 40% av inkommande flöde. För att hantera dessa höga slamhalter byggs eftersedimenteringen i gamla delen om till en komplett MBR anläggning (Membrane Bio Reactor). Eftersom utgående vatten från en sådan anläggning håller mycket låga halter SS går vattnet direkt till recipienten.

Nya delens linjer övergår till biologisk fosforering med sidostömshydrolys (SSH) samt med vakuumbehandling av bioslammet innan pumpning till eftersedimentering (se processfall 2 för beskrivning). Slamhalten höjs till ca 4 kg MLSS/m³. Vattnet från nya delens linjer leds sedan till befintliga sandfilter.

Med läkemedelsrening

För att uppnå läkemedelsrening med 90 % avskiljningsgrad byggs 15 av de befintliga sandfången om till kontaktreaktorer med ozon. De kvarvarande 15 sandfången kommer *endast* ta vatten från bräddvattenreningen, dvs. Actiflo eller direktfällning.

Gamla delens linjer är utformade enligt samma princip som processfall 3 utan läkemedelsrening. Eftersom en MBR anläggning då används kan vattnet från dessa linjer direkt ledas till kontaktreaktorerna.

Nya delens biologiska rening utformas enligt processfall 3 utan läkemedelsrening (bio-P med SSH). Eftersedimenteringsbassängerna i nya delens linjer kompletteras med en MBR-anläggning i slutet av bassängerna för att ersätta de tidigare sandfiltren. Därefter leds vattnet till kontaktreaktorerna för ozonbehandling.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	710	1317
Drift/UH (Mkr/år)	121	126
Total årskostnad (Mkr/år)	192	258

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 3. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 4- 900 000 p.e. med strängare reningskrav - 900 000 p.e. med strängare reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Som vid processfall 3 leds allt flöde överstigande 6 m³/s till bräddvattenrening via Actiflo eller direktfällning. Behandlat bräddvatten går därefter till sandfiltren.

Både gamla och nya delens linjer konverteras till kompletta MBR system, dvs. att samtliga eftersedimenteringsbassänger byts ut mot membranfilter. Med MBR ställs även högre krav på grovreningen varför de befintliga 3 mm trappgallren byts ut mot 2 mm hålsilar.

Med MBR istället för konventionell sedimentering kan slamhalterna ökas kraftigt. Både gamla och nya delens linjer håller slamhalter på 8 kg MLSS/m³. Gamla delens processlayout lämnas oförändrad (UCT-layout) men nya delens linjer ställs om till biologisk fosforreduktion med sidströmshydrolys (SSH). För att säkerställa låga fosforhalter finns möjligheten att fälla med aluminiumsalter innan membranen.

I och med MBR avskiljning kommer sandfiltren endast användas som slutpolering av reat bräddvatten.

Med läkemedelsrening

Processen utformas exakt som beskrivet i processfall 4 utan läkemedelsrening med den skillnaden att ett steg för ozonering läggs till. 15 st av de befintliga sandfångarna kan byggas om till kontaktreaktorer för ozon. Ett annat alternativ är att använda delar av eftersedimenteringsbassängerna till ozonering eftersom MBR systemet inte upptar hela volymen i bassängerna. En möjlighet finns även att lägga till ett kolfilter efter ozoneringen för att uppnå än högre reningsgrad av läkemedel.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	1452	1522
Drift/UH (Mkr/år)	153	159
Total årskostnad (Mkr/år)	298	311

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 4. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Kommentarer/frågor - SWECO

1. I processfall 4 anges att trappgallren bör bytas ut mot 2 mm hålsilar. Enligt uppgift från HUBER blir det mycket svårt att hantera 9 m³/s med hål mindre än 8 mm. Har Sweco andra uppgifter?
2. Avgasningen av slam, hur effektiv är denna, finns det referensanläggningar?
Hur energikrävande är denna avgasning och hur höga behöver avgasningstornen vara?
3. Med bio-P i samtliga linjer (processfall 2), finns det inte en risk att järndoseringen blir hög på sandfiltren med igensättning som följd (minskad kapacitet)?
4. I processfall 4 vill man brädda allt flöde överstigande 6 m³/s. Klarar vi då skärpta reningskrav gällande kvävet och BOD₇?

5. Idéskisser - WSP

WSP anser att befintliga volymer är tillräckliga för att klara av de förväntade belastningarna och kraven. Genom att lägga om processutformningen av den biologiska reningen och säkerställa långt gående bräddvattenrening menar man att framtida krav uppfylls.

Läkemedelsrening undersöks endast i kombination med två av processfallen – Processfall 2 och 4.

Processfall 1 - 700 000 p.e. med nuvarande reningskrav

Utan läkemedelsrening

Förbehandlingen (dvs. grovrening och försedimentering) lämnas orörd. Dessa delar anses klara belastningen utan ombyggnad. Flödesfördelningen mellan gamla och nya delens linjer ändras så att flödet är samma till båda delar (1:1).

Gamla delens biobassänger utformas som en biofilmsanläggning (MBBR) där bärarmaterial tillsätts (t.ex. Kaldnes). Tack vare detta kan kapaciteten ökas på biosteget och ”wash out” av nitrifierare motverkas. Vid en biofilmsprocess används inget returslamflöde (eftersom biofilmen sitter kvar på bärarna) och belastningen på gamla delens eftersedimentering kan sänkas dramatiskt. I och med detta klarar eftersedimenteringen flöden upp till 6 m³/s (inkluderat flöde från nya delens linjer) utan slamflykt till sandfilter. Biofilmens tjocklek gör att MBBR anläggningen kräver extern kolkälla.

Eftersom en MBBR process kan ge förhöjda halter finpartikulärt material finns möjligheten till fällning i eftersedimenteringen med FeCl₃ för att säkerställa låg belastning på de befintliga sandfiltren.

Linje 1 i gamla delens linjer ställs om till bräddvattenrening. Endast 5 linjer kommer således att vara utformade enligt MBBR. Ett av de gamla sandfångarna tas i drift för att leda bräddvatten från bräddningstunneln i FT11 till linje 1. Bräddvattenreningen görs med Actiflo enheter eller lamellflotation. Man förordar flotation eftersom Actiflo sägs vara svårt att rengöra. Dessutom menar WSP att Actiflo- enheterna är svåra att rymmas i Käppalas befintliga volymer pga låg takhöjd. Istället ska därför en av den gamla delens linjer byggas ut med lamellflotationsenheter. Dispersionsvatten tillsätts här vid inloppet till varje lamellenhet för att skapa flotation. Renat bräddvatten går direkt till utlopp (ej via sandfilter). Reningsgraden för BOD₇ anges till 60%, för Tot-N till 10% och för Tot-P till 90%, dvs. liknande vad som uppnås med en Actiflo- anläggning.

Nya delens linjer ställs om till en Kraussprocess vilket innebär att en separat lufningsbassäng aktiverar returslammet innan det returneras till biosteget. Rejektvatten från slamavvattningen tillsätts denna lufningsbassäng för att gynna tillväxten av nitrifierare ytterligare.

Gällande fosforreningen tillsätts två- och trevärda järnsalter till försedimenteringsbassängerna i både gamla och nya delens linjer. Den befintliga slutpoleringen med järnsulfat innan sandfilter lämnas orörd.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	175	-
Drift/UH (Mkr/år)	16	-
Total årskostnad (Mkr/år)	32	-

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 1. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		-
	Resursförbrukning		-
	Yttre miljö		-
	Inre miljö		-
Ekonomi	LCC		-
Teknik	Enkelhet		-
	Flexibilitet		-
	Utvecklingsbarhet		-
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		-
	Kortare tidsbas för utsläpp		-
SUMMA			-

Processfall 2- 700 000 p.e. med skärpta reningskrav - 700 000 p.e. med skärpta reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

I detta fall föreslår WSP exakt samma processlayout som i Processfall 1, fast med ytterliggare mängd bärrmaterial i de gamla linjernas MBBR anläggning. Dessutom ställs en av de oxiska zonerna i Kraussprocessen (nya delens linjer) om till en anoxisk zon. Extern kolkälla doseras nu också till Kraussprocessen.

Med läkemedelsrening

Här föreslås exakt samma processlösning som Processfall 2 utan läkemedelsrening fast med ett tillägg av två seriekopplade kolfilter efter befintliga sandfilter.

WSP har undersökt ozonering och filtrering med kolfilter, man anser att ozonets effekter ännu är osäkra varför kolfilter istället förordas. Uppehållstiden på kolfiltren blir ca 8 min, vilket WSP själva antyder vara för kort tid (30- 40 min behövs för god avskiljning).

Det kol som bildas i sandfiltren måste bytas ut med ett okänt intervall och kolet klassas då som farligt avfall. För att få fram erforderliga volymer sprängs berget ut bakom befintliga sandfilter. Om 8 minuter uppehållstid inte räcker måste nya volymer sprängas ut i ett nytt plan vilket ökar investeringskostnaderna väsentligt.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	188	427
Drift/UH (Mkr/år)	20	22*
Total årskostnad (Mkr/år)	37	57*

* Hänsyn har inte tagits till byte av kol i filter.

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 2. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5) Utan läkemedel	Värde (1-5) Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 3 - 900 000 p.e. med nuvarande reningskrav

Utan läkemedelsrening

I detta fall föreslår WSP exakt samma processlayout som i processfall 2, fast med ytterliggare mängd bärarmaterial i gamla linjernas MBBR anläggning.

Bräddvattenreningen har samma lösning som processfall 1 fast med fler lamellflotationsenheter.

För att klara det ökade flödet byts befintliga trappgaller om till hålsilar (8 mm).

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	289	-
Drift/UH (Mkr/år)	25	-
Total årskostnad (Mkr/år)	51	-

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 3. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		-
	Resursförbrukning		-
	Yttre miljö		-
	Inre miljö		-
Ekonomi	LCC		-
Teknik	Enkelhet		-
	Flexibilitet		-
	Utvecklingsbarhet		-
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		-
	Kortare tidsbas för utsläpp		-
SUMMA			-

**Processfall 4- 900 000 p.e. med skärpta reningskrav
- 900 000 p.e. med skärpta reningskrav + läkemedelsrening**

Utan läkemedelsrening

I detta fall föreslår WSP exakt samma processlösning som i processfall 3, fast med ytterligare mängd bärrmaterial i gamla linjernas MBBR anläggning.

Gällande nya delens linjer föreslås exakt samma processlösning som i processfall 2 och 3, dvs. Kraussprocess med förlängd anoxisk zon och tillsats av extern kolkälla.

För att klara det ökade flödet byts befintliga trappgaller om till hålsilar (8 mm).

Bräddvattenreningen har samma lösning som processfall 1 fast med fler lamellflotationsenheter.

Med läkemedelsrening

Processlösningen är exakt samma som Processfall 4 utan läkemedelsrening fast med ett tillägg av två seriekopplade kolfilter efter befintliga sandfilter.

WSP har undersökt ozonering och filtrering med kolfilter, man anser att ozonets effekter ännu är osäkra varför kolfilter istället förordas. Uppehållstiden på kolfiltren blir ca 8 min, vilket WSP själva antyder vara för kort tid (30- 40 min behövs för god avskiljning).

Det kol som bildas i sandfiltren måste bytas ut med ett okänt intervall, kolet klassas då som farligt avfall. För att få fram erforderliga volymer sprängs berget ut bakom befintliga sandfilter. Om 8 minuter uppehållstid inte räcker måste nya volymer sprängas ut i ett nytt plan vilket ökar investeringskostnaderna väsentligt.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	304	534
Drift/UH (Mkr/år)	32	34*
Total årskostnad (Mkr/år)	58	77*

* Hänsyn ej tagen till byte av kol i filter.

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 4. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5) Utan läkemedel	Värde (1-5) Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Kommentarer/frågor WSP

1. I samtliga processfall vill man använda Kraussprocessen och tillsätta rejektvatten från slamavvattningen för att ”boosta” nitrifikationen och stabilisera pH. Hur fungerar detta med vårt rejektvatten som har lågt pH, ingen alkalinitet och dessutom höga halter sulfat?

2. Man förkastar bräddvattenrening med Actiflo pga problem med rengöring samt att takhöjden inte räcker till. Enligt erfarenheter från andra verk som använder Actiflo är rengörningen inte ett problem. Med Actiflo- enheter i de gamla sandfången är de väl instängda och lukter bör gå att åtgärda med bra ventilation. Blir det inte ännu svårare med stora lamellflotations- enheter? Utrymmet är inte ett problem enligt andra beräkningar (VEAS har Actiflo- enheter som klarar 2 m³/s och dessa tar inte upp mycket plats i höjded).

6. Idéskisser – VA ingenjörerna

Grundprincipen sägs vara att utnyttja befintlig anläggning i så stor utsträckning som möjligt och undvika expansion av volymer. VA-ingenjörerna menar att Käppala är lågbelastat och att det finns goda möjligheter att belasta verket hårdare. Det som kan krävas vid de tuffaste scenarierna är en omställning processen. Ett överordnat styrsystem ska optimera styrningen och leda till ett mer resurseffektivt nyttjande av befintliga volymer.

VA-ingenjörerna har valt att inte studera de av Käppalaverket givna processfallen, istället har man ställt upp en glidande skala där åtgärder läggs till successivt. För att lättare kunna jämföra de olika förslagen redovisas ändå vilka åtgärder som är föreslagna vid de 4 givna processfallen som tidigare undersökts. Läkemedelsrening redovisas endast i kombination med två av processfallen – Processfall 2 och 4.

Processfall 1 – 700 000 p.e. med nuvarande krav

Utan läkemedelsrening

Gällande förbehandlingen föreslås inga åtgärder. Försedimentering och galler lämnas orörda.

För att optimera biologiska reningen införs ett överordnat styrsystem, STAR. Genom att optimera ett stort antal processer (så som slamålder, recirkulationsflöden, fällningskemikalier mm) genom MCC (Multi Criteria Control) ska energiförbrukning sänkas med 20-25% och kvävereduktionskapaciteten ökas med 20%. Luftningen skall göras intermittert vilket innebär att anoxiska och oxiska volymer skapas i tiden istället för spatialt. I kombination med STAR säger VA-ingenjörerna att ökad kapacitet då fås.

För att stärka den hydrauliska kapaciteten införs ATS (Aeration Tank Settling) i kombination med STAR. Processen innebär att vid höga flöden så tillåts slammet sedimentera redan i slutet av biobassängerna för att avlasta eftersedimenteringen. En mindre recirkulationspump krävs för att återföra slammet till början av biobassängen. Avskiljningsgraden kommer med denna strategi kraftigt att reduceras men VA-ingenjörerna menar att utspädningseffekten vid höga flöden motverkar den dåliga avskiljningsgraden.

Bio-P kan användas i samtliga linjer och efterpolering med järnsulfat sker innan sandfilter.

STAR systemet ska styra flödet individuellt in till respektive linje.

I övrigt föreslås inga ändringar för eftersedimentering eller bräddvatten.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	30	-
Drift/UH (Mkr/år)	0!?	-
Total årskostnad (Mkr/år)	3	-

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 1. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		-
	Resursförbrukning		-
	Yttre miljö		-
	Inre miljö		-
Ekonomi	LCC		-
Teknik	Enkelhet		-
	Flexibilitet		-
	Utvecklingsbarhet		-
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		-
	Kortare tidsbas för utsläpp		-
SUMMA			-

Processfall 2- 700 000 p.e. med skärpta krav
- 700 000 p.e. med skärpta krav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Gällande förbehandlingen föreslås inga åtgärder för processfall 2. Försedimentering och galler lämnas orörda. STAR implementeras för överordnad styrning av SCADA.

Intermittent luftning ska minska energiförbrukningen och öka resursutnyttjandet, vid höga flöden används delar av biobassängerna till sedimentering av bioslam (ATS) för att avlasta eftersedimenteringsbassängerna och sandfilter.

10 av biostegets linjer har byggts ut med HYBAS vilket är VA-ingenjörernas IFAS metod (Integrated Fixed-film Activated Sludge). Denna metod innebär i princip att aktivslamprocessen kompletteras med bärmaterial, delar av biobassängerna har konventionell ASP. Med biofilm kan väsentligt högre slamåldrar hållas, och mängden biomassa ökar utan att höja slamhalterna. HYBAS kombineras med intermittent luftning vilket sägs optimera avskiljningsgraden och resursutnyttjandet. Etanol används som extern kolkälla i kombination med efterdenitrifikation.

Gällande fosforavskiljningen används simultanfällning i returslamkanal. För att klara 0,1 mg/l anläggs även en Actiflo enhet innan sandfilter för polering med aluminiumsalter. Eftersom endast 10 linjer används till HYBAS kan Actiflo- enheten anläggas i den avställda linjens eftersedimentering.

Bräddvattenrening görs med Actiflo, eller bioActiflo vilket är en process där returslam blandas in med bräddvattnet innan en konventionell Actiflo- enhet. Metoden ska öka avskiljningsgraden av BOD till 80 % vid bräddning. Enheten anläggs i ett av de avställda sandfången.

Med läkemedelsrening

För att uppnå 90 % avskiljningsgrad av läkemedel används ozonering. Processlayouten ser i övrigt ut exakt som i processfall 2 utan läkemedelsrening. Endast 10 linjer utnyttjas av HYBAS processen och den avställda linjen kan därför utnyttjas för ozonering av allt utgående vatten. Syrgasen till ozonanläggningen tillverkas på Käppala med VSPA (Vakuum Pressure Swing Adsorption) istället för att transporteras med bil.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	94	292
Drift/UH (Mkr/år)	9	28
Total årskostnad (Mkr/år)	19	55

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 2. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 3 – 900 000 p.e. med nuvarande krav

Utan läkemedelsrening

Detta processfall innebär en vidareutveckling av processfall 1 där biosteget har byggts ut med HYBAS (se nedan). STAR används för överordnad styrning av SCADA systemet. Flödet genom bioblocken ligger kvar vid 6 m³/s, Flöden överskridande detta leds till bräddvattenrening i de gamla sandfångarna med Actiflo- enheter eller bioActiflo- enheter.

Biostegets samtliga 11 linjer har byggts ut med HYBAS vilket är VA-ingenjörernas IFAS metod. Denna metod innebär i princip att aktivslamprocessen kompletteras med bärarmaterial, delar av biobassängerna har konventionell ASP. Med biofilm kan väsentligt högre slamåldrar hållas och mängden biomassa ökar utan att höja slamhalterna. HYBAS kombineras med intermittert luftning vilket sägs optimera avskiljningsgraden och resursutnyttjandet. Vid höga flöden kan delar av biobassängerna användas för sedimentation av slam (ATS) för att avlasta eftersedimenteringen. Bio-P kommer eventuellt att användas i samtliga linjer.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	152	-
Drift/UH (Mkr/år)	1	-
Total årskostnad (Mkr/år)	12	-

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 3. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		-
	Resursförbrukning		-
	Yttre miljö		-
	Inre miljö		-
Ekonomi	LCC		-
Teknik	Enkelhet		-
	Flexibilitet		-
	Utvecklingsbarhet		-
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		-
	Kortare tidsbas för utsläpp		-
SUMMA			-

**Processfall 4- 900 000 p.e. med skärpta krav
- 900 000 p.e. med skärpta krav + läkemedelsrening**

Utan läkemedelsrening

Processfall 4 är en vidareutveckling av processfall 2. Skillnaden ligger i att ytterligare Actiflo- eller bioActiflo- enheter har lagts till i de gamla sandfången. Dessa klarar då ett bräddvattenflöde på 3 m³/s.

Fosforavskiljningen har också stärkts med ytterligare Actiflo- enheter för polering innan sandfilter.

Med läkemedelsrening

Här föreslås läkemedelsrening enligt samma metod som för processfall 2, dvs. ozonering i avställd biobassäng.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	162	360
Drift/UH (Mkr/år)	8	25
Total årskostnad (Mkr/år)	23	59

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 3. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Kommentarer/frågor VA-ingenjörerna

1. I processfall 1 talar man om reduktion av energiförbrukningen med 20-25 % och ökad kväveavskiljning med 20 % genom att implementera STAR. Detta är ”erfarenhetssiffror” som inte kan antas vara generella. Små reningsverk ger andra resultat. Käppala är ett relativt ”optimerat” reningsverk där energibesparingsåtgärder redan genomförts.

2. Hur kan drift- och underhållskostnaderna vara 0 kr/år för processfall 1? Man vill ha separat styrning av flödet in till samtliga linjer, intermitterent luftning, och ATS (Aeration Tank Settling) vilket borde innebära relativt stora ombyggnationer. Dessutom vilar STAR på en väl utvecklad online- styrning. Kostar detta inget i underhåll? För samtliga processfall anges mycket låga drift- och underhållskostnader.

3. Vid höga flöden ska ATS (Aeration Tank Settling) användas där delar av biobassängerna utnyttjas till sedimentering. Detta försämrar reningsgraden väsentligt men man säger att utspädningseffekten ”tar ut” detta. Med skärpta reningskrav känns detta som en osäker lösning. Om ”wash out” sker vid sådana förhållanden tar det tid för biologiska processerna att återgå till normalläget.

4. Man säger att bio-P kan eventuellt användas i processfall 3. Inga djupare beräkningar har dock genomförts vilket är genomgående för hela idéförslaget som har karaktären av en ”produktkatalog” snarare än ett idéförslag.

5. När man inför läkemedelsrening i processfall 2 säger man att en ozonering kan anläggas i den avställda linjen (man utnyttjar endast 10 linjer till HYBAS). Dock säger man också att denna bassäng ska innehålla en Actiflo anläggning i fallet utan läkemedelsrening för att säkerställa utgående fosforhalter. Varför behövs inte detta längre i fallet med läkemedelsrening?

7. Idéskisser - Ramböll

Grundprincipen är att separation av bioslam och filtrering är begränsande för verket vid ökad belastning och reningskrav, inte de biologiska processerna. Fokus ligger därför på separationstekniker. Ramböll tror att det av Käppala givna scenariot på 9 m³/s vid 900 000 p.e. är en orimlighet. Gällande skärpta reningskrav anser man att kortare tidsintervall kan komma för medelvärdena vilket framförallt kan påverka möjligheten till bräddning. Angivna intervall är veckomedelvärden för BOD₇ och månadsmedelvärden för Tot-P. Man har undersökt två alternativ för läkemedelsrening; ozon och aktivt kol. Man bedömer dock att kostnaden för regenerering av aktivt kol är så pass hög att metoden måste förkastas.

Ramböll har studerat tre av de uppställda processfallen ingående. Processfall 1, 700 000 p.e. med nuvarande krav, kommenteras endast kortfattat.

Processfall 1- 700 000 p.e. med nuvarande reningskrav - 700 000 p.e. med nuvarande reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Genom att implementera förfällning med järnsulfat i nya delens försedimentering ska belastningen på den biologiska reningen minska så pass mycket att verket med lätthet klarar av belastningsökningen.

Flödesfördelningen mellan den gamla och nya delens linjer bibehålls (36 och 64 %). I den nya delens linjer fås tillräcklig nitrifikation även om kort luftad zon används. Däremot innebär fallet med kort anoxisk zon att denitrifikationshastigheten blir för låg för att klara kraven. Om man därför alltid driver nya delens linjer med kort luftad zon kan reningskraven hållas vid 700 000 p.e. Detta gäller dock endast i kombination med förfällning med järnsulfat och att en slamhalt vid 4 kg TSS/m³ används.

Processutformningen lämnas orörd även i gamla delens linjer. Med en slamhalt på 4 kg TSS/m³ i kombination med kort luftad zon fås alltid en tillräckligt hög nitrifikationshastighet för att klara reningskraven. Gällande denitrifikationen är de anoxiska volymerna inte tillräckliga och delar av de luftade volymerna ställs därför om till anoxiska volymer.

Inga åtgärder är föreslagna för eftersedimenteringen då den sägs klara den aktuella belastningen.

Slutpolering utförs med järnsulfat på sandfiltren. Flöden överskridande 5 m³/s leds dock förbi sandfiltren och direkt till utlopp.

Med läkemedelsrening

Vid fallet med läkemedelsrening föreslås samma processutformning som i processfall 1 utan läkemedelsrening men med en tillagd volym under de befintliga sandfiltren för ozonering av filtrerat vatten. En bassäng med volymen 735 m³ anläggs under sandfiltren och fungerar som vattenlås för att förhindra bakåtströmmar av ozon till sandfilterbotten. Därefter följer en ozonering med 5 g O₃/m³ till en kontaktbassäng med volymen 3700 m³ innan vattnet leds till utlopp.

Ekonomi

Ramböll har inte tagit fram en kostnadskalkyl för processfall 1 eftersom investeringskostnaderna anses vara mycket låga.

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 1. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster. Eftersom ingen kostnadskalkyl har gjorts för detta processfall måste kriteriet LCC utelämnas alt. görs en uppskattning.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5) Utan läkemedel	Värde (1-5) Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 2- 700 000 p.e. med strängare reningskrav - 700 000 p.e. med strängare reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Eftersom Ramböll har räknat med kortare tidsintervall för gränsvärdena tillåts inget vatten bräddas förbi den biologiska reningen. Allt vatten ska därför passera genom förbehandling och biosteg.

Ett av de befintliga sandfången tas i drift för att klara den ökade hydrauliska belastningen. Järnsulfat tillsätts i sandfången för att "förfälla" över försedimenteringsbassängerna. I övrigt görs inga åtgärder i förbehandlingen.

Samtliga biologiska bassänger ställs om till för- och efterdenitrifikation med metanoldosering till efterdenitrifikationen. Slamhalten hålls vid 4 kg TSS/m³ vilket innebär en ökad belastning på eftersedimenteringen. Två av de biologiska bassängerna i gamla delen av verket byggs därför om till eftersedimentering.

Vattnet från de totalt 13 eftersedimenteringarna leds därefter till slutpolering med järnsulfat i 36 sandfilter. 6 nya sandfilter har i och med detta anlagts längs med tunnel T300.

Med läkemedelsrening

Vid fallet med läkemedelsrening föreslås samma processutformning som i processfall 2 utan läkemedelsrening men med en tillagd volym under de befintliga sandfiltren för ozonering av filtrerat vatten. En bassäng med volymen 735 m³ anläggs under sandfiltren och fungerar som vattenlås för att förhindra bakåtströmmar av ozon till sandfilterbotten. Därefter följer en ozonering med 5 g O₃/m³ till en kontaktbassäng med volymen 3700 m³ innan vattnet leds till utlopp.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	322	459
Drift/UH (Mkr/år)	30	43
Total årskostnad (Mkr/år)	54	78

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 2. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 3- 900 000 p.e. med nuvarande reningskrav - 900 000 p.e. med nuvarande reningskrav + läkemedelsrening

Utan läkemedelsrening

Eftersom Ramböll har räknat med kortare tidsintervall för gränsvärdena tillåts inget vatten genomgå bräddning förbi biologisk rening. Allt vatten ska därför passera genom förbehandling och biologisk rening.

För att klara den ökade hydrauliska belastningen tas de tre avställda sandfången åter i drift. Här sker dosering av järnsulfat till förfällning i försedimenteringsbassängerna. I övrigt görs inga åtgärder i förbehandlingen.

Nya delens linjer ställs om till MBBR genom tillsats av bärarmaterial. Processen är en fördenitrifikation utan tillsats av externt kol. Efter MBBR anläggningen byggs ett flockningssteg till varje linje där fällningskemikalier tillsätts. Efter flockningen leds vattnet till eftersedimentering. Totalt finns nu 16 eftersedimenteringsbassänger genom att den gamla delens biologiska bassänger byggs om till eftersedimentering och en av de nu befintliga eftersedimenteringarna tas ur drift för att istället hysa en kanal. I 6 av eftersedimenteringarna finns möjligheten att dosera polymer vid hög belastning.

Från eftersedimenteringarna leds vattnet till 38 sandfilter där slutpolering med järnsulfat sker. 8 nya sandfilter har anlagts längsmed tunnel T300.

Vid mycket kraftiga flöden finns möjligheten att brädda förbi sandfiltren med maximalt 9400 m³/h.

Med läkemedelsrening

Vid fallet med läkemedelsrening föreslås samma processutformning som i processfall 3 utan läkemedelsrening men med en tillagd volym under de befintliga sandfiltren för ozonering av filtrerat vatten. En bassäng med volymen 945 m³ anläggs under sandfiltren och fungerar som vattenlås för att förhindra bakåtströmmar av ozon till sandfilterbotten. Därefter följer en ozonering med 5 g O₃/m³ till en kontaktbassäng med volymen 5700 m³ innan vattnet leds till utlopp.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	1075	1226
Drift/UH (Mkr/år)	53	68
Total årskostnad (Mkr/år)	141	168

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 3. Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprövad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Processfall 4- 900 000 p.e. med strängare reningskrav

- 900 000 p.e. med strängare reningskrav + läkemedelsrening

Eftersom Ramböll har räknat med kortare tidsintervall för gränsvärdena tillåts inget vatten genomgå bräddning. Allt vatten ska därför passera genom förbehandling, biologisk rening och slutpolering.

3 olika lösningar redovisas för detta processfall.

Alt. 1 - MBR och aktiv slam

Utan läkemedelsrening

För att klara ett ökat flöde tas de tre avställda sandfångarna i drift. Försedimenteringen har tillräcklig kapacitet om förfällning med järnsulfat används.

Gällande biologiska reningen leds 55 % av flödet in till nya delens linjer. Eftersom förfällning används tas simultanfällningen bort. Kvävereningen görs med för- och efterdenitrifikation

med tillsats av metanol och vid en slamhalt vid ca 4 kg TSS/m³. Flödet leds sedan till de befintliga eftersedimenteringsbassängerna (11 st) och slutligen till sandfilter (30 st) där slutpolering med järnsulfat görs.

Resterande del av inkommande flöde (45 %) leds till 5 bassänger i gamla delens linjer. För att klara denna höga belastning ökas slamhalterna till ca 11 kg TSS/m³ och för- och efterdenitrifikation införs i kombination med dosering av metanol. Den höga slamhalten gör att en MBR anläggning måste installeras i slutet av de biologiska bassängerna. Permeatet ska hålla en koncentration av partikulärt material kring 1 mg TSS/l och kan därför ledas direkt till utlopp.

Processlösningen sägs vara byggd för att successivt genomföras allteftersom belastningen ökar.

Med läkemedelsrening

Vid fallet med läkemedelsrening föreslås samma processutformning som ovan men med en tillagd volym under de befintliga sandfiltren för ozonering av filtrerat vatten. En bassäng med volymen 945 m³ anläggs under sandfiltren och fungerar som vattenlås för att förhindra bakåtströmmar av ozon till sandfilterbotten. Därefter följer en ozonering med 5 g O₃/m³ till en kontaktbassäng med volymen 5700 m³ innan vattnet leds till utlopp.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	1051	1202
Drift/UH (Mkr/år)	88	103
Total årskostnad (Mkr/år)	183	210

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 4 (alt.1). Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5)	Värde (1-5)
		Utan läkemedel	Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Alt.2 – Aktivt slam

Utan läkemedelsrening

För att klara ett ökat flöde tas de tre avställda sandfångarna i drift. Försedimenteringen har tillräcklig kapacitet om förfällning med järnsulfat används.

Den nya delens linjer tar 63,4 % av inkommande flöde (dvs. som nuvarande processlösning). Biologiska reningen ställs om till för- och efterdenitrifikation med tillsats av metanol och vid en slamhalt vid 4 kg TSS/m³. Simultanfällningen används inte längre eftersom förfällning med järnsulfat görs i försedimentering. Flödet leds sedan till de 5 befintliga eftersedimenteringsbassängerna som byggts ut med lameller för att klara den ökade slamybelastningen.

Tre linjer i den gamla delen byggs om till eftersedimenteringsbassänger liknande de 6 befintliga. De tre resterande biologiska linjerna fördjupas till 12,1 m och utnyttjar för- och efterdenitrifikation med tillsats av metanol (slamhalt ca 4 kg TSS/m³).

Totalt finns 9 eftersedimenteringsbassänger i gamla delens linjer och 5 lamellsedimenteringsbassänger i nya delens linjer. Flödet från samtliga sedimenteringsbassänger leds därefter till 54 sandfilter där slutpolering med järnsulfat genomförs. 24 nya sandfilter har således anlagts, placeringen är tänkt vid sidan om tunnel T300.

Med läkemedelsrening

Vid fallet med läkemedelsrening föreslås samma processutformning som ovan men med en tillagd volym under de befintliga sandfiltren för ozonering av filtrerat vatten. En bassäng med volymen 945 m³ anläggs under sandfiltren och fungerar som vattenlås för att förhindra bakåtströmmar av ozon till sandfilterbotten. Därefter följer en ozonering med 5 g O₃/m³ till en kontaktbassäng med volymen 5700 m³ innan vattnet leds till utlopp.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	1049	1200
Drift/UH (Mkr/år)	51	66
Total årskostnad (Mkr/år)	129	156

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 4 (alt.2). Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5) Utan läkemedel	Värde (1-5) Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Alt.3 - MBBR

Utan läkemedelsrening

För att klara ett ökat flöde tas de tre avställda sandfångarna i drift. Försedimenteringen har tillräcklig kapacitet om förfällning med järnsulfat används.

Nya delens linjer ställs om till MBBR genom tillsats av bärmaterial. Processen är en för- och efterdenitrifikation med tillsats av metanol till efterdenitrifikationen. Efter MBBR anläggningen byggs ett flockningssteg till varje linje där fällningskemikalier tillsätts. Efter flockningen leds vattnet till eftersedimentering. Totalt finns nu 15 eftersedimenteringsbassänger genom att 5 av den gamla delens biologiska bassänger byggs om till eftersedimentering. En av de biologiska bassängerna tas helt ur drift och en av de nu befintliga eftersedimenteringsbassängerna i gamla delens linjer tas ur drift för att istället hysa en kanal.

Från dessa 15 eftersedimenteringsbassänger leds sedan vattnet till 54 sandfilter där slutpolering med järnsulfat sker. 24 nya sandfilter har anlagts vid sidan om tunnel T300.

Med läkemedelsrening

Vid fallet med läkemedelsrening föreslås samma processutformning som ovan men med en tillagd volym under de befintliga sandfiltren för ozonering av filtrerat vatten. En bassäng med volymen 945 m³ anläggs under sandfiltren och fungerar som vattenlås för att förhindra bakåtströmmar av ozon till sandfilterbotten. Därefter följer en ozonering med 5 g O₃/m³ till en kontaktbassäng med volymen 5700 m³ innan vattnet leds till utlopp.

Ekonomi

	Utan läkemedelsrening	Med läkemedelsrening
Total anläggningskostnad (Mkr)	1410	1561
Drift/UH (Mkr/år)	70	85
Total årskostnad (Mkr/år)	182	209

Utvärderingskriterier

Nedan finns en tabell för utvärdering av Processfall 4 (alt.3). Värdera enligt en skala från 1-5 och summera därefter samtliga poster.

Parameter	Kriterier	Värde (1-5) Utan läkemedel	Värde (1-5) Med läkemedel
Miljö	Utsläppsnivåer		
	Resursförbrukning		
	Yttre miljö		
	Inre miljö		
Ekonomi	LCC		
Teknik	Enkelhet		
	Flexibilitet		
	Utvecklingsbarhet		
Driftsäkerhet	Beprovad teknik		
	Kortare tidsbas för utsläpp		
SUMMA			

Kommentarer/frågor Ramböll

1. Processfall 1 innebär sannolikt en överbelastning av befintliga eftersedimenteringar. Man vill här hålla en slamhalt vid 4 g/L utan att göra några åtgärder i eftersedimenteringen. Erfarenhetsmässigt vet vi att redan vid lägre slamhalter och flöden kan slamflykt uppkomma. Visserligen kan styrningen av returslam/överskottslam förbättras men det finns ändå en risk att detta förslag inte fungerar praktiskt.
2. Ramböll har betydligt högre investeringskostnader för processfall 2 än övriga förslag.
3. Förslaget innebär i allmänhet stora ombyggnationer med nya volymer etc.
3. Flera av processlösningarna innebär att nya filter måste anläggas vid sidan om T300. Käppala angav att ingen utbyggnad skulle ske i sidled vilket detta kan anses vara.
5. Processfall 4 alt. 1 redovisar 5 biobassänger i gamla delens linjer. Vad händer med den 6:e linjen?