



ATEK

AVVATTNINGSTEKNIK AB

från Oscar Tottie
from Råsundavägen 114
von SE-169 50 SOLNA

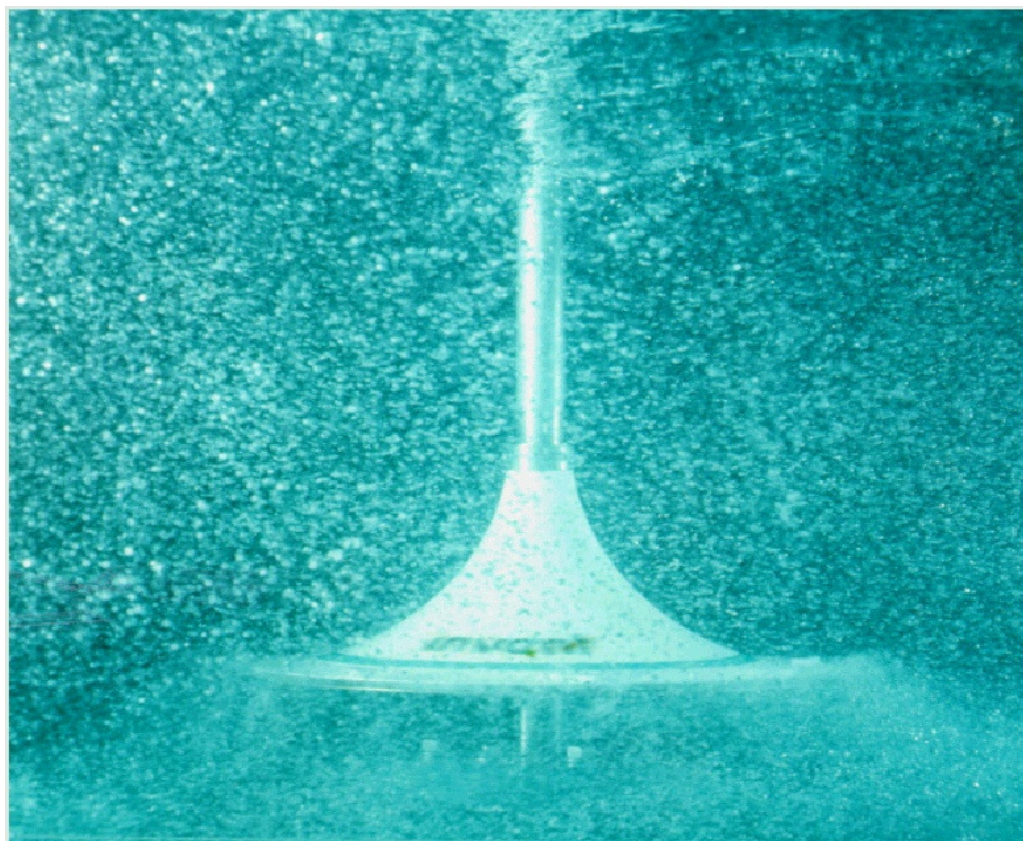
Tel: +46 (0)8-83 20 55
Fax: +46 (0)8-735 89 55
Mobil: +46 (0)708-83 22 58

B U D G E T O F F E R T

Datum: 2010-07-29

till **Käppalaförbundet**
to
an

Implementering av intermittent luftning i Käppala ARV



Innehåll

1. BAKGRUND	3
1.1. ATEK AVVATTNINGSTEKNIK AB	3
1.2. EFFEKTIV SYRESÄTTNING.....	4
1.3. DESIGNDATA FÖR KÄPPALA ARV	5
2. OFFERERAD UTRUSTNING	6
2.1. UTRUSTNING FÖR AKTIVSLAMPROCESS (ASP)	6
2.1.1. E-FLEX Membranluftarsystem	6
2.1.2. HyperClassic Omrörare.....	7
2.1.3. HyperClassic Omrörare/luftare	8
2.2. UTRUSTNING FÖR BÄRARPROCESS (MBBR).....	9
2.2.1. iCBA grovblåst luftarsystem	9
2.2.2. HyperClassic Omrörare	9
3. PROCESSDESIGN.....	10
3.1. DESIGN FÖR AKTIVSLAMPROCESS	12
3.2. DESIGN FÖR BÄRARPROCESS	13
4. PRISER	15
4.1. PRISER FÖR AKTIVSLAMPROCESS MED INTERMITTENT LUFTNING	15
4.1.1. Priser för ASP 1	15
4.1.2. Pris för ASP 2	16
4.2. PRISER FÖR BÄRARPROCESS MED INTERMITTENT LUFTNING	17
4. JÄMFÖRELSE MELLAN DE OLIKA ALTERNATIVEN	18
6. REKOMMENDATIONER.....	21
7. REFERENSER.....	22

1. BAKGRUND

Käppalaförbundet har under hösten 2009 påbörjat utvärderingen av ett antal idéskisser som har lämnats in till projekt Käppala 2020. En arbetsgrupp har bearbetat det inlämnade materialet och valt ut ett antal tekniker och processlösningar där djupare analyser behöver genomföras innan beslut kan tas om fortsatt arbete. I en av de inlämnade idéskisserna föreslås intermittent luftning i kombination med en MBBR process eller med en konventionell aktivslamprocess. Intermittent luftning medger ett resurseffektivt utnyttjande av tillgängliga volymer och faller väl samman med Käppalaverkets målsättningar. Därför utreds vilka åtgärder som krävs för att implementera metoden i befintligt verk.

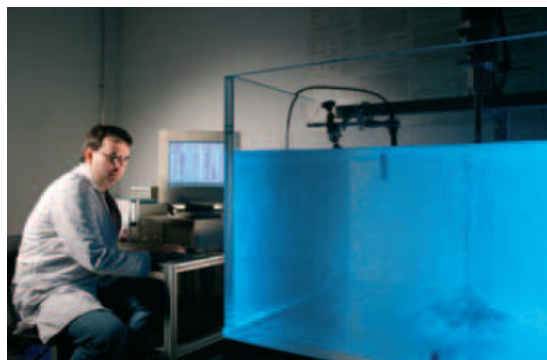
Två typer av processer har undersökts; intermittent luftning i en aktivslamprocess (ASP) samt intermittent luftning i en bärrarprocess (MBBR). För dessa två olika alternativ har 4 scenarios för Käppalas belastning utretts:

1. 700 000 p.e. med nuvarande reningskrav
2. 700 000 p.e. med skärpta reningskrav
3. 900 000 p.e. med nuvarande reningskrav
4. 900 000 p.e. med skärpta reningskrav

1.1. ATEK AVVATTNINGSTEKNIK AB

ATEK har levererat luftning och omrörning i ca 30 år till både industriella och kommunala avloppsreningsverk. Utöver luftning och omrörning jobbar ATEK med blåsmaskiner, rensutrustning, sedimenteringsutrustning, flotation, slamavvattning, UV-desinfektion och sandfilter. ATEKs engagemang sträcker sig från design och beräkning till installation och service.

Inom området luftning och omrörning samarbetar ATEK bland annat tillsammans med Invent, en tysk leverantör av luftnings- och omrörningsutrustning. Detta företag skapades genom ett spin-off projekt från fluidmekanikavdelningen på universitetet i Erlangen. Tillsammans bedrivs forskning och utveckling på universitetet men också i Invents egna testanläggningar. Det ger oss ett brett register av spetskunskap inom just luftning och omrörning.



Målet ATEKs framtagna förslag för Käppala ARV är att designa en så miljösmart anläggning som möjligt. Med över 20 olika luftare, lång erfarenhet och en hög nivå av kunskap inom företaget vill vi hitta den mest konstadseffektiva lösning som balanserar mellan investeringskostnad, underhållskostnad och energikostnad.

1.2. EFFEKTIV SYRESÄTTNING

Luftningen är en process som är väldigt energikrävande. Blåsmaskinerna som producerar den trycksatta luften förbrukar energi, oftast mellan 60-80 % av den totala energikostnaden för ett kommunalt reningsverk. Det finns ett effektivt sätt att minska energiförbrukningen i luftningsbassängen, nämligen att se optimera luftflödet. Det gör man genom att se till att man har rätt typ av luftare installerad med korrekta serviceintervaller, en energieffektiv luftningslayout, en energieffektiv reglering och energieffektiva blåsmaskiner.



Eftersom alla vatten är olika fungerar inte en och samma luftare lika bra i alla applikationer. Vattnets egenskaper bestämmer hur fort en luftare slits och åldras vilket i sin tur bestämmer luftarens effektivitet. En bredd av olika luftare att välja emellan är därför mycket viktigt för att kunna välja rätt luftare som medför att ett så lågt luftflöde som möjligt över tid. Sedan mitten av 80 talet har ATEK levererat luftningsutrustning till både kommunala och industriella avloppsreningsverk. Med vårt breda utbud och erfarenhet har vi en unik möjlighet att jämföra olika typer av luftningssystem, alltifrån olika finblåsiga membranluftare till grovblåsiga och mekaniska luftare.

Vid val av luftarsystem ska man alltid hålla fast vid några grundprinciper. Ett effektivt luftarsystem ska generera små bubblor, ha en hög bottentäckningsgrad, ha ett högt alfa-värde och ha en kontinuerligt hög effektivitet över tid. Utöver detta är det viktigt att det är lätt att utföra service och ha god kontroll över aktuellt luftflöde, mottryck och syrenivå i luftningsbassängen. Man ska också komma ihåg att luftarna är inte bara till för att syresätta utan även att röra om i bassängen. Det är alltid energisnålare att röra om med en effektiv omrörare än med luftare. Därför kan det vara aktuellt att titta på en kombinerad lösning, framförallt när man har en applikation med varierande belastning. Den reglertekniken av luftningen kallas även intermittenta luftning.

Ett luftarsystem har en livslängd på ca 20 år. Generellt är investeringskostanden bara mellan 5 och 10 % av totala kostanden över luftarsystemets livslängd. Om man räknar på den minskade energiförbrukningen i 20 år så kommer den kommunen som valde att installera ett luftarsystem av rätt typ och med en högre bottentäckningsgrad ha gjort en mycket bra affär än med en lägre bottentäckningsgrad.

Tänk också på att det kan vara värt att byta blåsmaskin till en effektivare modell för att kunna spara ytterligare på miljö och plånbok. Helt klart är dock att den största energibesparingen man kan göra är att välja ett effektivt finblåsig luftarsystem med så hög bottentäckningsgrad som möjligt.

1.3. DESIGNDATA FÖR KÄPPALA ARV

Käppalaverket är uppdelat i två delar där linje 1-6 kallas för ”gamla delen” och linje 7-11 för ”nya delen”. I denna rapport utreds enbart en linje för respektive del; linje 3 i den gamla delen och linje 7 för den nya delen.

De nuvarande reningskraven är: Total-N 10 mg/L, Total-P 0,3 mg/L och BOD7 8 mg/L. Med skärpta reningskrav menas Total-N 5 mg/L, Total-P 0,1 mg/L och BOD7 5 mg/L. Nedan redovisas belastningarna på en linje i gamla respektive nya delen vid 700 000 och 900 000 pe. Även de relevanta volymerna är redovisade i tabell 3 och 4. Dessa data ligger till grund för de presenterade designerna. Ritningar över samtliga bassänger med utrustning finns bifogat.

Tabell 1 - 700 000 p e.

Parameter	1 linje gamla delen	1 linje nya delen
BOD7	2 058 kg/d	4 390 kg/d
Tot-P	32 kg/d	67 kg/d
Tot-N	454 kg/d	968 kg/d
Qmedel	0,16 m3/s	0,33 m3/s
Qmax	0,36 m3/s	0,77 m3/s
Tmax	17	17
Tmin	8	8
Tmedel	13,5	13,5

Tabell 2 - 900 000 p e.

Parameter	1 linje gamla delen	1 linje nya delen
BOD7	2 647 kg/d	5 644 kg/d
Tot-P	40 kg/d	87 kg/d
Tot-N	583 kg/d	1244 kg/d
Qmedel	0,20 m3/s	0,44 m3/s
Qmax	0,36 m3/s	0,77 m3/s
Tmax	17	17
Tmin	8	8
Tmedel	13,5	13,5

Tabell 3 - Gamla delen, linje 3

Zon	Antal per linje	Volym [m ³]
Anaerob / anoxisk	1	657
Anoxiska	1	2434
Anoxiska / oxiska	1	796
Oxiska zoner	1	3420
Deoxiska zoner	1	794
Totalt utnyttjad volym	-	6 650

Tabell 4 - Nya delen, linje 7

Zon	Antal per linje	Volym [m ³]
Ombländningszon 1	1	168
Ombländningszon 2	1	78
Anaerob / anoxisk	1	1 046
Ombländningszon 3	1	168
Anoxiska	1	5 780
Anoxiska / oxiska	1	2 200
Oxiska zoner	1	8 000
Deoxiska zoner	1	794
Totalt utnyttjad volym	-	1 680

2. OFFERERAD UTRUSTNING

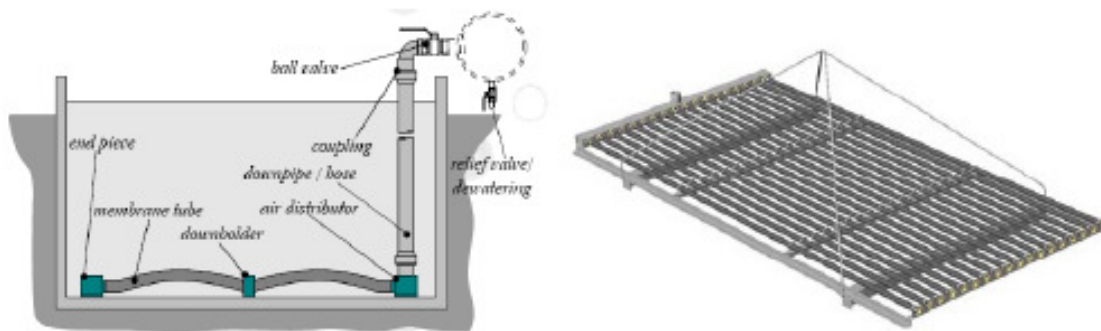
Olika utrustning passar bra för olika typer av vatten och processer. Ur sortimentet för luftning och omrörning har fram två alternativ tagits fram för aktivslamprocessen och ett alternativ för bärarprocessen. Dessa kommer att kallas ASP 1, ASP 2 och MBBR. Utifrån designdata har typen av luftarna och omrörarna valts ut för att få en så en driftsäker och energisnål installation som möjligt.

2.1. UTRUSTNING FÖR AKTIVSLAMPROCESS (ASP)

För detta alternativ har två varianter utretts. Ett där ett membranluftarsystem kompletteras med toppmonterade omrörare (ASP 1) och ett där en mekanisk luftare fungerar som både omrörare och luftare (ASP 2).

2.1.1. E-FLEX Membranluftarsystem

Membranluftarsystemet som valts ut för ASP 1 är en modell som kallas E-flex. Det är ett membranluftarsystem för effektiv syreöverföring vid det biologiska steget i avloppsreningsprocessen. Systemet kan användas i kontinuerlig process såväl som i periodiskt utförd process. Varje E-Flex modul är utrustade med 18 st. membranslangar av EPDM-gummi. Dessa är monterade mellan 2 st. luftfördelningsrör av rostfritt stål. Luften matas ner till fördelningsrören genom de flexibla stamledningsrören. Den lyftbara versionen har inbyggd tyngd i modulen vilket gör att den ligger kvar på botten. Vid service lyfts modulerna lätt upp en åt gången och bassängen behöver inte tömmas. Det gör det lyftbara systemet till ett både processeffektivt och mycket användarvänligt luftarsystem. Rekommenderat intervall för membranbyte är 5-7 år för att ha en effektiv luftningsprocess. Intervallet kan dock variera mellan olika anläggningar beroende på typ av vatten. Därför är det viktigt att kunden ser till att kontrollera mottryck, luftningsmönster på ytan och luftflöde kontinuerligt. ATEK kan självklart erbjuda övervakningsprogram med löpande analyser.



Vi bottenfast installation är det mycket enkelt att installera E-Flexmoduler jämfört med andra bottenmonterade luftarsystem. Ingen stamluftledning med fördelarrör måste installeras i våg på botten utan varje modul placeras direkt på botten och montering sker med enbart fyra stycken håltagningar per modul där kemankare placeras. Nedledare behöver inte heller installeras då dessa levereras med flexibla processluftslangar som monteras med slangklämma i E-flex modulen och dras upp bassängkant. I och med detta sparas mycket tid och material. Det går dock självklart att använda rostfria nedledare om det föredras.



Många typer av membranluftare sitter ovanpå fördelarröret vilket gör att vatten kan ansamlas i rören. Detta kondensvatten samlas inte upp i E-Flex modulen då membranet är i höjd med fördelningsröret. Med E-Flex luftaren följer alltså vattnet med ut genom slitsarna och ni behöver således inte dra ett extra rör upp till bassängkant för detta när E-Flex används.

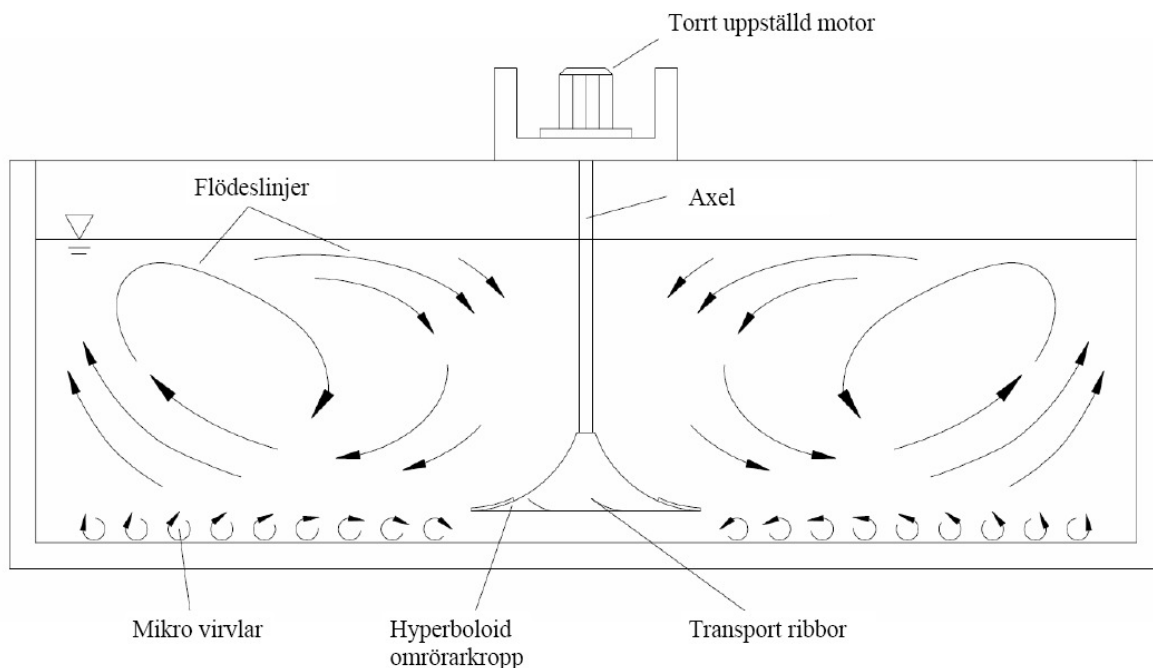
E-Flex egenskaper:

- Material: EPDM gummi samt AISI 304
- Minflöde per modul: 50 Nm³/h
- Maxflöde per modul: 200 Nm³/h
- Mottryck: ca 30-80 mbar beroende på luftflöde
- Alfavärde: 0,60-0,65

2.1.2. HyperClassic Omrörare

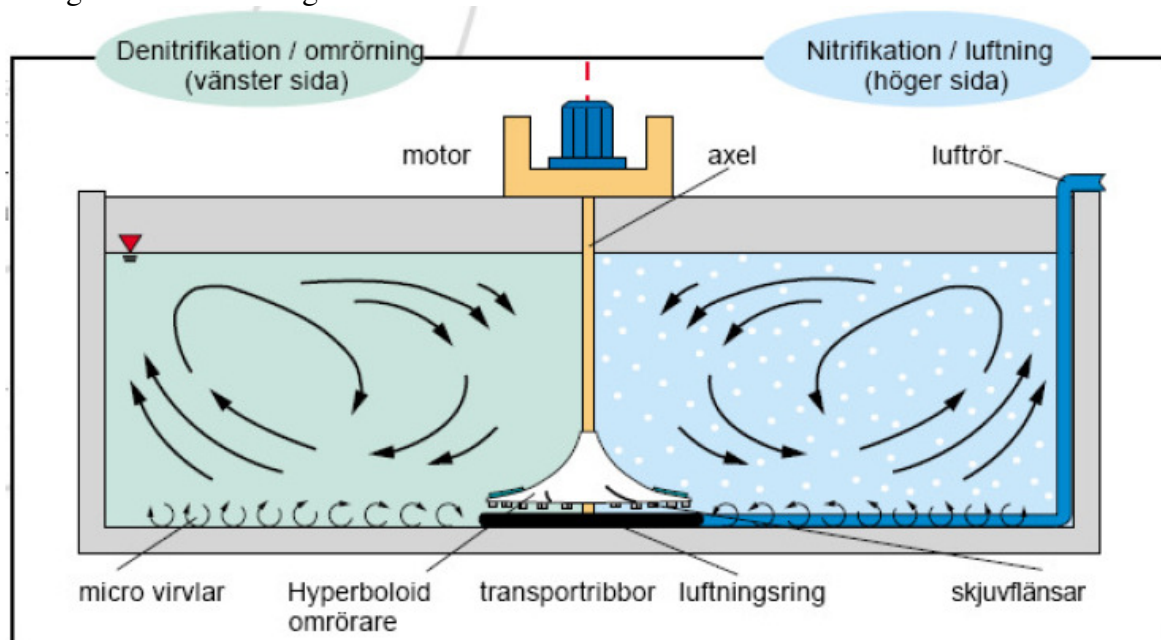
HyperClassic[®] togs fram genom ett projekt vid universitetet i Erlangen som gick ut på att ta fram den optimala omröraren. Den skulle vara så energieffektiv som möjligt och generera ett flöde som inte slog i botten eller väggar för att generera ett så energisnålt och mjukt omrörningsmönster som möjligt. Över 20 år senare är den sjätte generationen framtagen och omröraren finns installerad i applikationer över hela världen.

Syftet med HyperClassic[®] omrörningssystem är att förhindra sedimentering och säkerställa en optimal homogenisering vid längsta möjliga energiförbrukning. Det yttersta ytskiktet av vattnet håller sig mycket lugnt vilket gör att man slipper aerosol spridning och syreintag när man använder HyperClassic[®] som omrörare. Med den homogena omrörarkroppen är omröraren också självstabiliserande. Den homogena formen gör också omröraren oslagbar som flockningsomrörare. Den medför nämligen mjuka rörelser som inte slår sönder flockarna samtidigt som hela volymen rörs om.



2.1.3. HyperClassic Omrörare/luftare

Invent HyperClassic® omrörare/luftare är baserad på den toppmonterad omröraren HyperClassic®. Som luftare levereras den med bottenlager och luftarring. I bilden nedan visas hur omröraren kommer arbeta och dess flexibilitet. Luften släpper ut grova luftbubblor som skärs sönder till mindre bubblor av skjutflänsarna under omrörarkroppen och fördelas sedan ut i bassängen med omrörningsmönstret.



Det finns ingen slitdel i denna luftare som påverkar syreöverföringen med tiden. Den service som blir aktuell är kontroll och eventuellt byte av bottenlager samt drivenhet. Beroende på val av bottenlager är serviceintervall ca 6 år. Utförande finns med olika storlek på drivenhet, omrörarkropp samt materialalternativ.

Generella egenskaper:

- Motorn är galvaniskt separerad från bryggan.
- Samtliga delar under vattenytan är av högkvalitativ glasfiberarmerad plast.
- Omröraren är en igensättningsfri Hyperboloidkropp med integrerade transportribbor för vätskeacceleration. Omröraren behöver därför ej backköras!
- Omrörarens Hyperboloidkropp är gjord av högkvalitativ glasfiber armerad plast och täckt med putsad biologiskt neutral gelcoat.
- Omröraren är självstabiliserade vilket gör att bryggan inte utsätts för vibrationer!
- Mottryck: ca 10 mbar
- Alfavärde: 0,85-0,9
- Min luftflöde: 0 Nm³/h
- Max luftflöde: ca 2500 Nm³/h beroende på modellstorlek

2.2. UTRUSTNING FÖR BÄRARPROCESS (MBBR)

För luftning och omrörning i MBBR process offereras iCBA luftare och HyperClassic omrörare. Vid val av utrustningen har hänsyn även tagits till bärartyp och fyllnadsgrad.

2.2.1. iCBA grovblåsigt luftarsystem

Invent iCBA 1200 luftarsystem är ett grovblåsigt luftarsystem som består av ett eller flera grindar som är kopplade till ett stamledningsrör (se figur nedan). iCBA 1200 systemet levereras komplett med alla nödvändiga delar för montering. De prefabricerade elementen garanterar en snabb och enkel installation. Installation är möjlig i alla tänkbara tankar.



iCBA[®] luftargrind består av flera rostfria stål diffusorer monterade på rostfria fördelningsrör. Luften fördelas till alla luftare genom specialdesignade öppningar. Luften fördelas till grova bubblor. De grovblåsiga luftarsystemet är väl anpassat till processer med bärarmaterial och skapar en optimal miljö för biologisk behandling genom luftning och därmed även omrörning. Till skillnad från många andra grovblåsiga luftare är denna helt igensättningsfri. Hålen på iCBA luftarna ökar i storlek ju längre ned på luftaren man kommer. Om de mindre hålen skulle sätta igen släpps luften ut genom de större.

iCBA egenskaper:

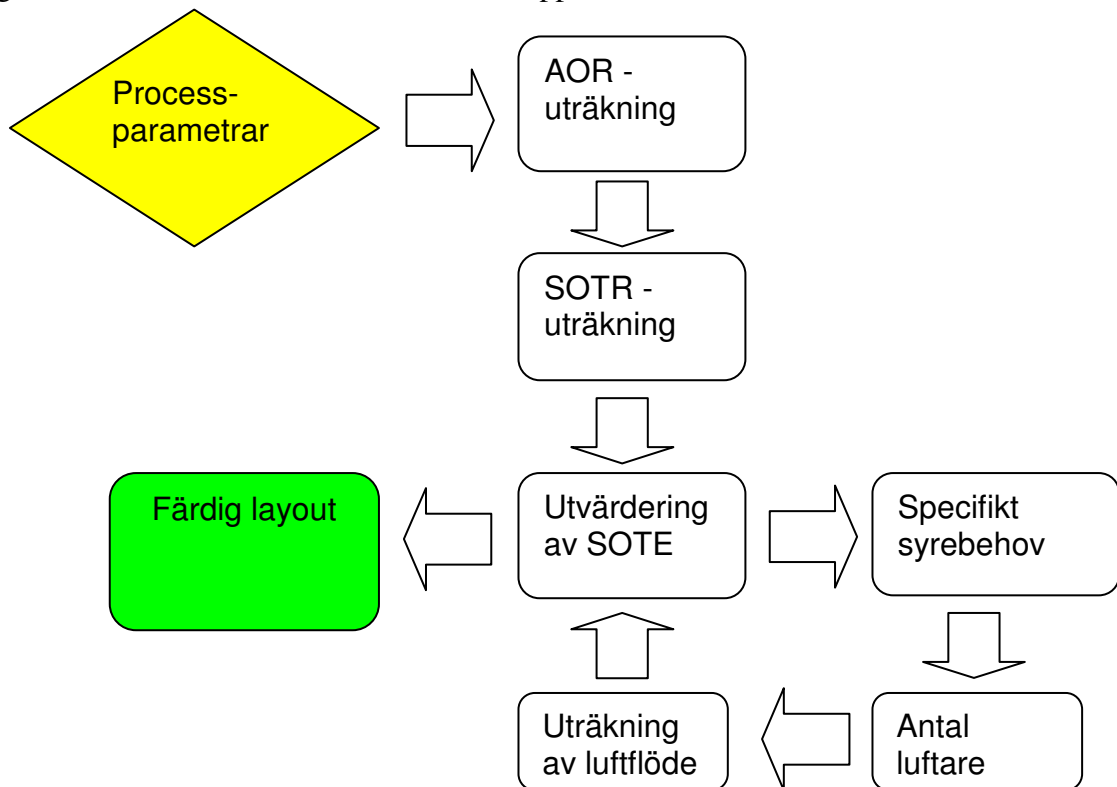
- Material: AISI 316
- Min flöde: 10 Nm³/h
- Max flöde: 100 Nm³/h
- Mottryck: 10 mbar
- Alfavärde: 0,70-0,75

2.2.2. HyperClassic Omrörare

Samma typ av omrörare används i denna applikation som beskrivet i avsnitt 2.1.2.

PROCESSDESIGN

Designen för luftning och omrörning i de alternativ som presenteras baseras på designdata enligt avsnitt 1.1.3. Utifrån detta har ett syrebehov räknats fram som sedan utrustningen valts utefter. Arbetet bakom luftningsdesignen är en iterativ process där flera parametrar tas i beaktande innan designen med den önskade effektiviteten har uppnåtts.



För beräkning av Actual Oxygen Requirement (AOR) har Eckenfelder O'Connors ekvation använts:

$$AOR = a^* \cdot (S_0 - S) \cdot Q + b \cdot X \cdot V + k' \cdot (NH_{4,0} - NH_4) \cdot Q - 2,8 \cdot (NH_{4,0} - N_D)$$

$$AOR = a^* \cdot \Delta S \cdot Q + b \cdot X \cdot V + k' \cdot \Delta NH_4 \cdot Q - 2,8(NH_{4,0} - N_D)$$

a^* = substrat respirationshastighet

S_0 = BOD₅ i inkommande flöde (innan luftning)

S = BOD₅ i utgående flöde (efter luftning)

ΔS = Substrat reduktion

b = Endogen respirationshastighet

N_D = Totalkväve i utgående flöde

X = Slamkoncentration

Q = inkommande flöde

V = luftad volym

k' = ammonium koncentrations koefficient

$NH_{4,0}$ = Koncentration av ammoniumkväve för inkommande flöde

NH_4 = Koncentration av ammoniumkväve för utgående flöde

ΔNH_4 = NH_4 -N reduktion

För beräkning av Standard Oxygen Transfer Rate (SOTR) används följande formel:

$$SOTR = AOR \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{C_{\infty,20}^*}{\beta \cdot C_{\infty}^* - C_L} \cdot \theta^{20-T}$$

$$\alpha = \frac{k_l \cdot a(\text{avloppsvatten})}{k_l \cdot a(\text{renvatten})} \quad (\text{Generellt mellan } 0,4-0,9)$$

$$\beta = \frac{c_s(\text{avloppsvatten})}{c_s(\text{renvatten})} \quad (\text{Generellt mellan } 0,9-1,0)$$

θ = Temperatur koefficient.

C_{∞}^* = Steady state, när löst syre i vattnet (DO mg/l) är mättat vid temperaturen T och aktuellt tryck.

C_{ST} = Tabellvärde för DO vid temperaturen T vid ytnivå.

$C_{\infty,20}^*$ = Steady state när löst syre i vattnet (DO mg/l) är mättat vid temperaturen 20°C och trycket 101,3 kPa.

C_L = Aktuell syrennivå i luftningsbassängen

Standard Oxygen Transfer Efficiency (SOTE) är massan av det syre per tidsenhet som är löst i en volym av vatten genom ett luftarsystem som arbetar under standardvilkor när koncentrationen av löst syre (DO) är noll. SOTE har enheten procent (%).

Följande AOR erhöles efter beräkning för Käppala ARV.

TABELL 5 – Uträknad AOR för de olika alternativen

Scenario nr	Scenario	Linje	Belastning	ASP AOR [kg/h per linje]	MBBR AOR [kg/h per linje]
1	700.000 PE	Gamla	Nuvarande reningskrav	204	135
2	700.000 PE	Gamla	Skärpta reningskrav	196	135
3	900.000 PE	Gamla	Nuvarande reningskrav	228	178
4	900.000 PE	Gamla	Skärpta reningskrav	218	196
5	700.000 PE	Nya	Nuvarande reningskrav	370	293
6	700.000 PE	Nya	Skärpta reningskrav	353	320
7	900.000 PE	Nya	Nuvarande reningskrav	461	378
8	900.000 PE	Nya	Skärpta reningskrav	438	420

3.1. DESIGN FÖR AKTIVSLAMPROCESS

För detta alternativ utnyttjas befintliga volymer och således kommer inga väggar att behöva flyttas. I tabellform visas nedan den utrustning som krävs och vilka kapacitet som krävs från anläggningen för att driva den. Två alternativ har tagits fram för detta; ASP 1 med E-flex membranluftare och omrörare samt ASP 2 med en mekanisk luftare och omrörare i ett.

TABELL 6 – ASP 1 E-flex och HyperClassic omrörare

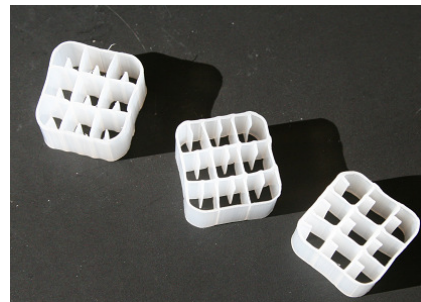
Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal omrörare	13	13	13	13	7	7	7	7
Antal E-flex moduler	113	113	113	113	120	120	120	120
Totalt luftflöde [Nm ³ /h]	7 355	6 990	8 440	7 980	10 205	9 615	13 320	12580
Mottryck [mbar]	645	645	645	645	1 045	1 045	1 045	1 045
Installerad effekt omrörare	20,7	20,7	20,7	20,7	42,5	42,5	42,5	42,5
Effekt omrörning [kW]	20,3	20,3	20,3	20,3	34,6	34,6	34,6	34,6
Effekt blåsmaskin [kW]	176	167	203	192	395	372	518	489
Total effekt [kW]	196	187	224	212	430	407	553	523

TABELL 7 – ASP 2 HyperClassic omrörare/luftare

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal omrörare /luftare	11	11	11	11	9	9	9	9
Totalt luftflöde [Nm ³ /h]	6 760	6 230	7 880	7 260	9 530	8 885	11 745	10 775
Mottryck [mbar]	610	610	610	610	1010	1010	1010	1010
Installerad effekt	101	101	101	101	198	198	270	270
Effekt omrörning [kW]	18,7	18,7	18,7	18,7	42,3	42,3	42,3	42,3
Effekt luftning [kW]	81,4	93,5	90,2	91,3	153,0	154,8	218,7	221,4
Effekt blåsmaskin [kW]	153	141	178	164	356	332	439	403
Total effekt [kW]	253	253	287	274	552	530	700	667

3.2. DESIGN FÖR BÄRARPROCESS

För denna applikation har bärartypen BWT-X valts. Den skyddade ytan för bäraren är $4,8 \text{ m}^2/\text{kg}$ plast eller uppskattningsvis $628 \text{ m}^2/\text{m}^3$ i slam. Den föreslagna processdesignen inkluderar en bärartyp som simmar fritt i bioreaktorerna. Processen förutsätter också att slam recirkuleras från det sista steget tillbaks till det första anoxiska bioreaktorn för att uppehålla en MLVSS koncentration med minimum 2500 mg/l (2500 mg MLSS/l för dagens gränsvärden och 2750 för de framtida och tuffare gränsvärdena. Det som även medföljer utöver bärarna är de galler som placeras vid utloppet av varje bioreaktor. Luftarna för denna applikation är grovblåsiga iCBA och HyperClassic omörare som sköter omrörningen. Dock kommer luftningen INTE att köras intermittent. Bärarprocessen är beroende av att rätt typ av organismer bygger upp biomassan. I en lägre belastad bassäng skulle det kunna vara ett alternativ fast i dessa högbelastade scenarion förväntas det inte fungera bra.



TABELL 8 – Använda volymer 700 000 PE, nuvarande reningskrav

Parameter	Enhet	Nya delen	Gamla delen
Total volym	m^3	11 000	4 200
Antal linjer	Antal	1	1
Antal reaktorer	Antal	2	2
R1: 1 st anoxisk reaktor,	m^3	5 500	2 100
R2: 1 st aerobisk reaktor,	m^3	5 500	2 100
Volym biofilm	m^3	2 580	1 223
Biofilm fyllnadsgrad i reaktor R2	%	46,9	58,2

TABELL 9 – Använda volymer 700 000 PE, nuvarande reningskrav

Parameter	Enhet	Nya delen	Gamla delen
Total volym	m^3	11 000	4 200
Antal linjer	Antal	1	1
Antal reaktorer	Antal	3	3
R1: 1 st anoxisk reaktor,	m^3	4 300	1 620
R2: 1 st aerobisk reaktor	m^3	5 700	2 110
R3: Efter-denitrifikation	m^3	1 000	470
Volym biofilm	m^3	2 760	1 322
Biofilm fyllnadsgrad i reaktor R2	%	48,4	62,6

TABELL 10 – Använda volymer 900 000 PE, nuvarande reningskrav

Parameter	Enhet	Nya delen	Gamla delen
Total volym	m^3	16 780	6 650
Antal linjer	Antal	1	1
Antal reaktorer	Antal	2	2
R1: 1 st anoxisk reaktor,	m^3	7 960	3 800
R2: 1 st aerobisk reaktor,	m^3	5 795	2 850
Volym biofilm	m^3	3 806	1 787
Biofilm fyllnadsgrad i reaktor R2	%	65,7	62,7

TABELL 11 – Använda volymer 900 000 PE, skärpta reningskrav

Parameter	Enhet	Nya delen	Gamla delen
Total volym	m ³	16 780	6 650
Antal linjer	Antal	1	1
Antal reaktorer	Antal	3	3
R1: 1 st anoxisk reaktor,	m ³	7 980	2 860
R2: 1 st aerobisk reaktor,	m ³	6 800	2 860
R3: Efter-denitrifikation, volume	m ³	2 000	930
Volym biofilm	m ³	4 061	1 927
Biofilm fyllnadsgrad i reaktor R2	%	59,7	67,4

TABELL 12 – KOMPLETT DESIGN MBBR

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal omrörare	4	4	7	7	2	3	3	4
Antal iCBA	96	96	128	128	182	182	182	221
Totalt luftflöde [Nm³/h]	4 385	4 395	5 820	6 390	5 435	5 936	7 010	7 790
Mottryck [mbar]	600	600	600	600	1 000	1 000	1 000	1 000
Installerad effekt omrörare per linje [kW]	4,4	4,4	7,7	9,7	15,0	12,4	17,4	22,0
Effekt omrörning [kW]	4,8	4,8	8,4	9,9	11,6	14,0	22,5	28,0
Effekt blåsmaskin [kW]	98	98	129	142	201	220	260	289
Total effekt [kW]	103	103	138	152	213	234	282	317

4. PRISER

Samtliga priser för utrustningen dvs luftare, omrörare samt bärare är budgetpriser som varierar med stålpriser, produktionskostnader och valutakurser. Dock gäller fram till september 2010. Priserna för ombyggnad av väggar är uppskattade och måste utredas noggrannare med avseende på de krav som bör ställas på de nya väggarna samt hur lång tid det tar att riva de gamla. Samtliga priser är i Euro och inklusive frakt till Käppala. Utöver priser för investering redovisas förväntade priser för reservdelar och energiförbrukning för 20 år. Priset för 1 kW antas vara 15 Ct/kWh. Demontage av befintlig utrustning är inte med i dessa beräkningar. Dock är priserna för att riva de befintliga väggarna med. Övriga kostnader som tillkommer är nedledare och eventuell rördragning för inkoppling av dessa.

4.1. PRISER FÖR AKTIVSLAMPROCESS MED INTERMITTENT LUFTNING

I detta avsnitt visas kostnader för investering, drift och underhåll. Med investering innefattas investering för utrustning, bryggor och installation. Med total LCC menas investering, reservdelar samt energiförbrukning för installerad effekt och energiåtgång hos blåsmaskin.

4.1.1. Priser för ASP 1

I detta alternativ innefattas priset av produkterna E-Flex, HyperClassic omrörare samt bryggor. Utöver detta uppskattas installationskostnader för dessa samt driftkostnader för en period på 20 år. Uppskattad kostnad för installation i den gamla respektive den nya linjen är 35 000 Euro per linje.

TABELL 13 - Pris för ASP 1

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal omrörare	13	13	13	13	7	7	7	7
Antal E-flex moduler	113	113	113	113	120	120	120	120
Pris omrörare (x1000 €)	106	106	106	106	113	113	113	113
Pris E-flex moduler (x1000 €)	106	106	106	106	113	113	113	113
Kostnad bryggor (x1000 €)	146	146	146	146	79	79	79	79
Underhåll 20 år / linje	239	239	239	239	255	255	255	255
Investering (x1000 €)	393	393	393	393	284	284	284	284
Total LCC, 20 år (x1000 €)	5 783	5 553	6 505	6 230	11 828	11 228	15 061	14 305

4.1.2. Pris för ASP 2

I det andra alternativet för intermittent luftning i ASP används enbart HyperClassic luftare/omrörare. Till detta tillkommer behovet av bryggor och installation. Uppskattad kostnad för installation i den gamla respektive den nya linjen är 20 000 Euro per linje.

TABELL 14 - Pris för ASP 2

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal omrörare/luftare	11	11	11	11	9	9	9	9
Pris omrörare /luftare (x1000 €)	289	289	289	289	236	236	236	236
Kostnad bryggor (x1000 €)	144	144	144	144	118	118	118	118
Underhåll 20 år / linje (x1000 €)	81	81	81	81	123	123	123	123
Investering (x1000 €)	453	453	453	453	374	374	374	374
Total LCC, 20 år (x1000 €)	7 178	7 181	8 075	7 735	1 499	1 441	1 890	1 802

4.2. PRISER FÖR BÄRARPROCESS MED INTERMITTENT LUFTNING

Priserna för en bärarprocess är upplagd på samma sätt som för alternativet med ASP. Kostnaderna för denna process är grovblåsiga iCBA luftare, HyperClassic omrörare, bärarmaterial BWT-X biofilm, bryggor, nya väggar samt installation. 30 000 Euro uppskattas täcka installation av samtlig utrustning. Med investering i detta fall innefattas det för utrustning, bryggor och installation. Med total LCC menas investering, reservdelar samt energiförbrukning för installerad effekt och energiåtgång hos blåsmaskin.

TABELL 15 - Pris för MBBR

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Antal omrörare	4	4	7	7	2	3	3	4
Antal iCBA luftare	125	125	165	165	165	182	182	221
Pris omrörare (x1000 €)	33	33	57	57	16	24	24	33
Pris iCBA luftare (x1000 €)	51	51	67	67	74	74	74	90
Pris bärare (x1000 €)	1 365	1 365	1 852	1 852	3 575	3 705	3 767	4 420
Kostnad bryggor (x1000 €)	45	45	79	79	23	34	34	45
Kostnad nya väggar (x1000 €)	37,5	52,5	52,5	82,5	105	140	122,5	140
Underhåll 20 år / linje (x1000 €)	1 380	1 380	1 878	1 878	3 590	3 728	3 789	4 450
Investering (x1000 €)	1 562	1 568	2 139	2 169	3 823	4 007	4 051	4 758
Total LCC, 20 år (x1000 €)	5 634	5 649	7 637	8 039	13 008	13 880	15 255	17 526

5. JÄMFÖRELSE MELLAN DE OLIKA ALTERNATIVEN

Nedan presenteras de tre olika processalternativen där de åtta scenarierna (S1-S8) jämförs med avseende på investeringskostnad, drift och total LCC kostnad.

DIAGRAM 1 – Energiförbrukning, installerad effekt omrörare samt luftare

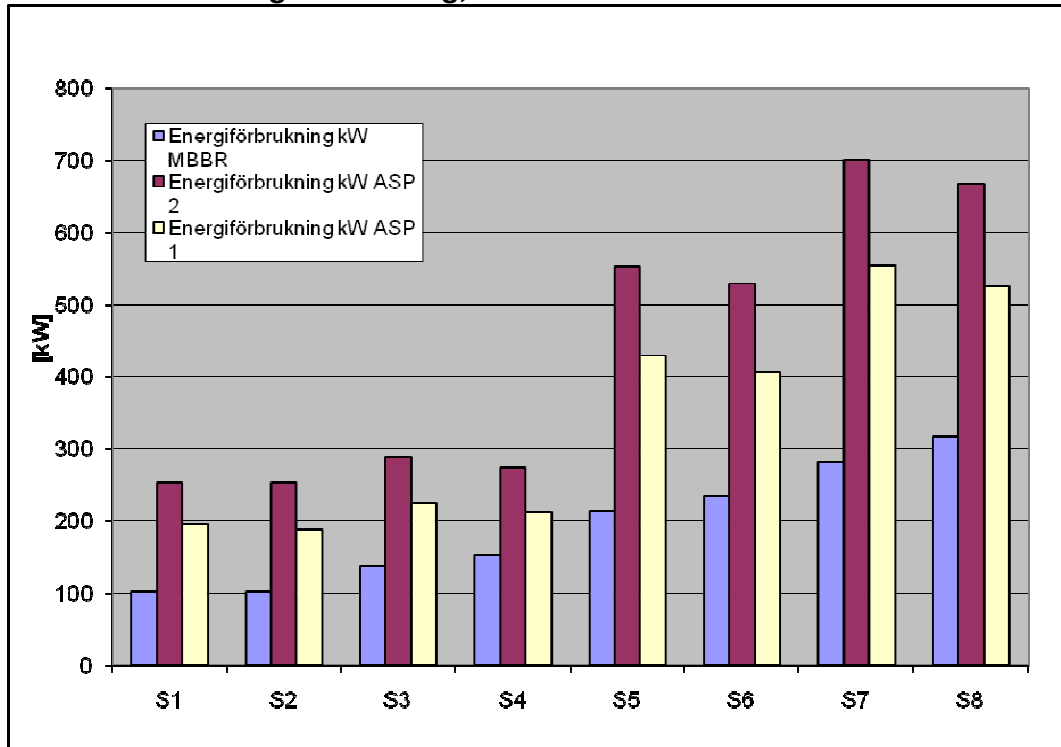


DIAGRAM 2 – Energiförbrukning blåsmaskin

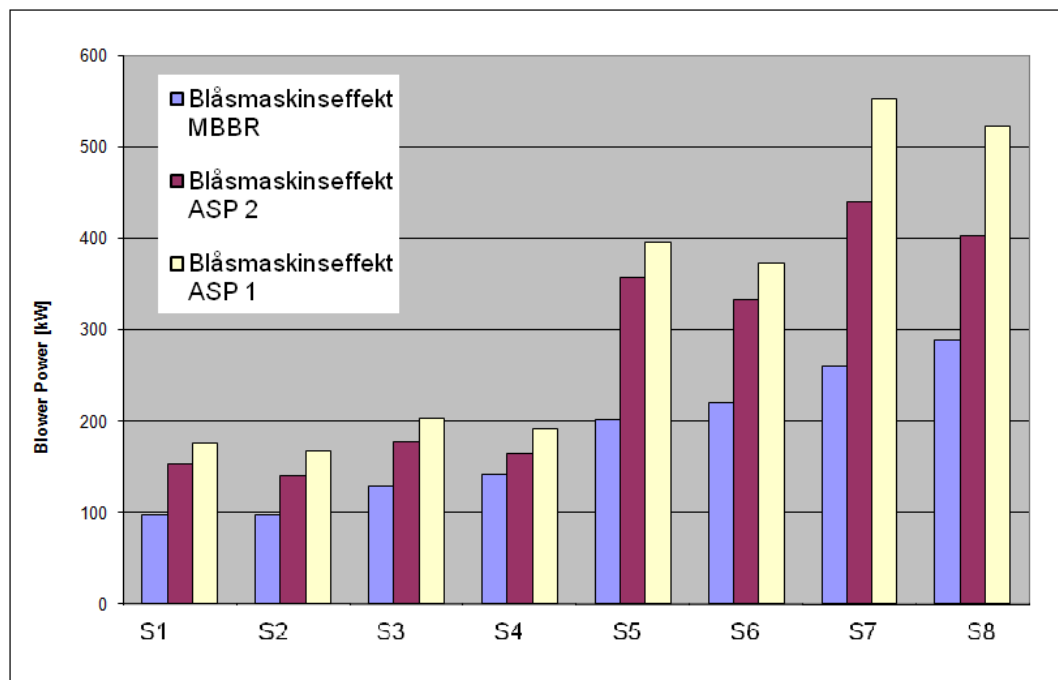


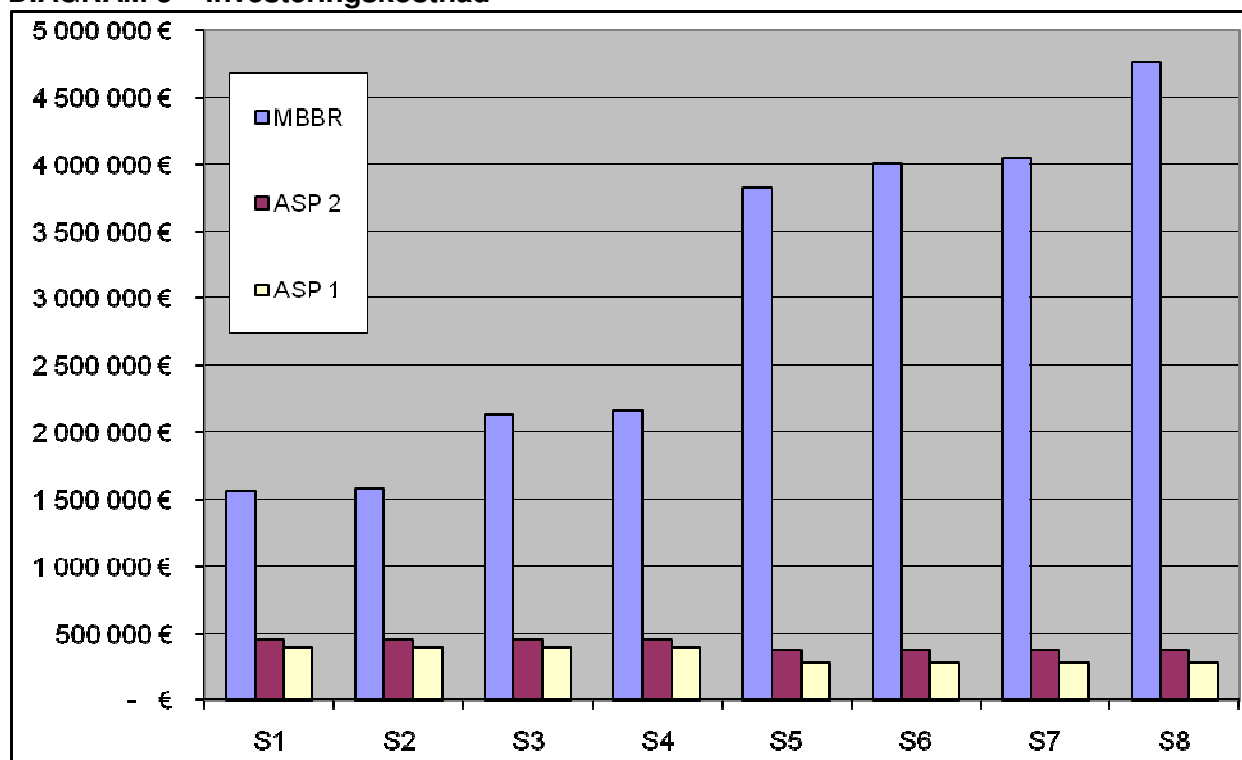
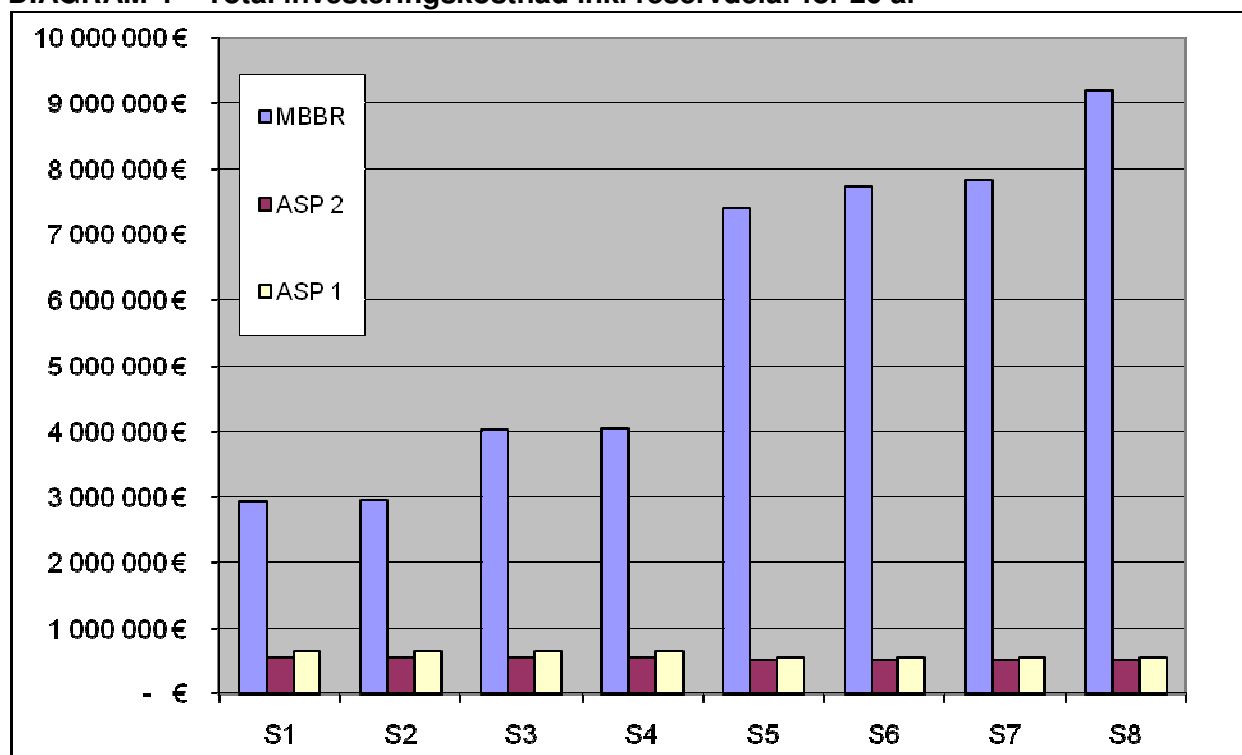
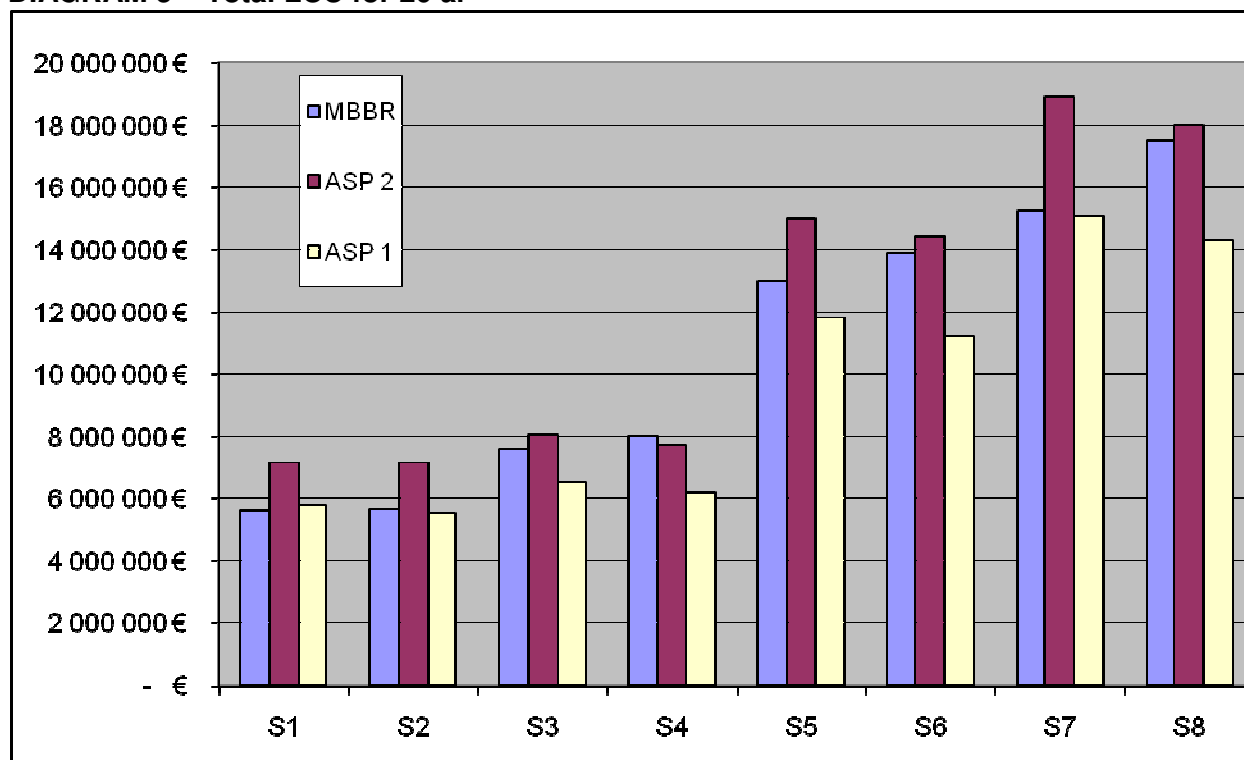
DIAGRAM 3 – Investeringskostnad**DIAGRAM 4 – Total investeringskostnad inkl reservdelar för 20 år**

DIAGRAM 5 – Total LCC för 20 år

6. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Fördelar och nackdelar med MBBR processen.

- + Låg energiförbrukning
- + Robust och enkelt luftarsystem
- + Robust process med god kontroll över processen
- Luftflödet är minde flexibelt då intermittent luftning inte är att rekommendera
- Det behövs extern kolkälla för att klara de framtida högre utsläppskraven
- Hög investeringskostnad

Fördelar och nackdelar med Intermittent luftning i ASP.

- + Enkelt instrumentering (pH- och syregivare).
- + Flexibel process, tidskontrollerad.
- + Väldigt stabil och beprövad process med nitrifikation/denitrifikation.
- + Alla belastningsscenarion med en och samma layout för offererar utrustning.
- Lång rektangulär tank (gamla delen) som behöver mer än ett inlopp för att få kolkälla till denitrifikationen.

Fördelar och nackdelar mellan ASP 1 och ASP 2.

- + Mekaniska luftare (HyperClassic omrörare/luftare) är väldigt flexibla. Omrörningen beror inte av luftflödet!
- + Enkel layout, enkel installation.
- + Ingen slitdel påverkar syreöverföringen och därför är det samma syreöverföringseffektivitet under hela luftarens livslängd. Detta till skillnad mot membranluftare som åldras och får sämre effektivitet med tiden. Det finns dock serviceprogram som gör att förslitningen minskas på luftningsmembranen.
- Högre investeringskostnad.

7. REFERENSER

År	Referenslista INVENT - HyperClassic mixer/aerator			Kommentar
	Anläggning	Luftartyp	Antal	
2001	Bromma ARV, Bromma	HC RKO / 2300 HC RKO / 1500 HC RKO / 2000	6 st. 6 st. 36 st.	Omrörare
2001	Skövde ARV, Skövde	HC RKO / 2300 HC RKO / 2500	4 st. 2 st.	Omrörare
2002	Extraco AB, Klippan	HC RBKZ / 2500	2 st.	Omrörare/luftare
2002	Procordia Food Örebro	HC RKO / 2000 HC RKO / 1500	1 st. 1 st.	Omrörare
2004	Elmo Leather,	HC RBKG/2500	4 st.	Omrörare
2005	Utansjö Bruk, Utansjö	HC RBKG/2500	5 st.	Omrörare
2005	Oxelösund ARV,	HC RBKG/2500	4 st.	Omrörare/luftare
2005	Telegrafholmen ARV,	HC RBKG/2000	2 st.	Omrörare/luftare
2007	Högbytorp Ragn-Sells AB	HC MA/2500 HC M/2500	1 st. 1 st.	Omrörare/luftare
2007	Kapellskärs ARV Gräddö	HC MA/2000	2 st.	Omrörare/luftare
2009	Slite ARV Slite	HC MA/2500	2 st.	Omrörare/luftare
2010 april	Margaretelunds ARV Åkersberga	HC M/1500-26-0,55kW	6 st.	Omrörare
2010	Nordre Follo	HC M/2000-32-11,0 kW	1 st	Omrörare

Referenslista E-Flex

År	Anläggning	Kommentar
Utomlands		
Sverige		
2002	Motala kommun 1 st	Bottenfast system
2004	Gimo kommun 4 st	Bottenfast system
2007	Fegen ARV, Falkenberg 2 st	Lyftbart system
2010	Falköping kommun 3 st	Bottenfast system
2010	Ockelbo kommun 6	Bottenfast system

Referenslista iCBA

År	Anläggning	Kommentar
2006	Vansbro kommun 56 st	Bärrasteg
2008	Katrineholms kommun 10 st,	Bärrasteg
2008	Malung kommun 38 st	Bärrasteg
2004	Utansjö bruk 213 st	Stabiliseringstank
2010	SCA Ortviken, Sundsvall 195 st	Bärrasteg

7. VILKOR

ATEKs Serviceorganisation



Inom ATEKs organisation finns servicetekniker med gedigen erfarenhet inom avloppsteknik. ATEKs tekniker har 30 års erfarenhet inom branschen. Serviceorganisation har sin bas i Stockholm. ATEK har ett dygnet runt nummer där vi alltid är tillgängliga. ATEK har ett lager med reservdelar för all vår utrustning i anslutning till kontoret i Solna och kan snabbt och enkelt leverera reservdelar och service. Serviceavtal kan tecknas!

Sören Johansen, Servicetekniker ATEK

Invent's kvalitetssystem är ISO- certifierat: ISO 9001:2000 genom TÜV Management Service, certifikat nr 50 100 3460.

Utrustningen tillverkas i enlighet med följande säkerhetsföreskrifter: Maskinerna i enlighet med 98/37/CE *direktiven* och elektrisk utrustning och lindningar i enlighet med CEE *Directions*.

Leveranstid: ca 14-18 veckor från erhållen skriftlig detaljerad order.

Betalnings villkor: 30% vid order, 70% vid leverans. Eller efter överenskommelse.

Förfallodag: 30 dagar från fakturadatum.

Leverans villkor: Fritt Käppala

Förseningsränta: 24 % per år.

Mekanisk garanti: 2 år i enlighet med "General Terms and Conditions of Delivery for Export of Plant and Machinery of INVENT Umwelt- und Verfahrenstechnik AG.

Övriga villkor: NL 01.

Giltighet: Budgetoffert

Jag ser fram emot ett fortsatt gott samarbete med er.

Med vänliga hälsningar
ATEK Avvattnings teknik AB

Oscar Tottie