
RAPPORT

Käppala avloppsreningsverk

Käppala Avgasning

Uppdragsnummer 1839152000

Hydrauliska Beräkningar Bioblock 11



Stockholm 2011-12-26

Sweco Environment AB Process och utredning, Stockholm

Upprättad av: Wen Zhang

Granskad av: Erik Lindblom

Sweco	Sweco Environment AB	Wen Zhang
Vatten & Miljö	Org.nr 556346-0327	Telefon direkt 0046-869 562 84
Gjörwellsgatan 22	säte Stockholm	Mobil 0046-738 476 284
Box 34044, 100 26 Stockholm	Ingår i Sweco-koncernen	wen.zhang@sweco.se
Telefon 08-695 60 00		
Telefax 08-695 60 10		
www.sweco.se		
Uppdrag 1836253001; p:\1834\1839152_avgasning_käppala_20\000\10 arbetsmtrl_dok\beräkn\hydraulik\hb_käppala1226.docx		

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	3
2	BERÄKNINGSFORMLER	4
2.1	Förlust i kanalkrök	4
2.2	Engångsförlust i rörledning	4
2.3	Förlust vid sektionsökning i kanal	4
2.4	Förlust vid överfall	5
2.5	Förlust vid dränkt öppningshål	5
3	HYDRAULISKA BERÄKNINGAR	6
3.1	Förlust i skibord mellan FT42 och ES11	6
3.2	Förlust i lucka mellan FT42 och BB11-D	6
3.3	Förlust vid öppning mellan BB11-O och BB11-A	7
3.4	Förlust vid mellan väggar i BB11	7
3.5	Förlust vid öppning mellan K3 och BB11-A	7
3.6	Förlust vid öppning mellan inblandningskammaren och K3	8
3.7	Förlust vid öppning mellan K2 och inblandningskammaren	9
3.8	Förlust vid öppning mellan K1 och K2	9
3.9	Förlust vid öppning mellan RN och K1	9
3.10	Förlust i RN kanal	10
3.11	Förlust vid dimensionsändring i inloppskanal	11
3.12	Förlust vid inlopp skibord	11
3.13	Förlust vid lucka mellan RS och K1	12
3.14	Sammanfattning	12
4	Slutsats hydrauliska beräkningar	13

BILAGOR

Bilaga 1: Skiss med ritningar för beräkningar

2 (16)

RAPPORT
2011-12-26
KÄPPALA AVGASNING

1 INLEDNING

Föreliggande rapport redovisar hydrauliska beräkningar vid Käppala avloppsreningsverk. Syftet är att utreda huruvida ett högre än normalt flöde hydrauliskt kan ledas genom befintligt Bioblock 11 (BB11).

Det dimensionerande inflödet (Q_{dim}) är ansatt till 27 648 m³/d för Bioblock 11 och hydrauliskt skall anläggningsdelen klara $2 \times Q_{dim}$. Till detta kommer returslam (100 % av dimensionerande inflöde), nitratrecirkulation (300 % av dimensionerande inflöde) och bio-P-recirkulation (100 % av dimensionerande inflöde). Bio-P-recirkulationen är avställd, vilket innebär att det studerade maximala flödet genom anläggningen är $6 \times Q_{dim}$.

Syftet med arbetet som redovisas nedan är att utreda om den befintliga anläggningen har hydraulisk kapacitet att ta emot maximalt inflöde med maximal hydraulisk belastning från interna strömmar.

Det maximala studerade flödet igenom aktivslambassängen är $6 \times Q_{dim} = 6\,912 \text{ m}^3/\text{h}$. Nitratrecirkulationen om $3 \times Q_{dim}$ pumpas tillbaka till inkommande kanal och det maximala studerade flödet genom eftersedimenteringsbassängerna blir $3 \times Q_{dim} = 3\,456 \text{ m}^3/\text{h}$.

Max inkommande: $Q_{max} = 2 \times Q_{dim}$	2 304	m ³ /h
Returslam: $1 \times Q_{dim} =$	1 152	m ³ /h
Nitratretur: $3 \times Q_{dim} =$	3 456	m ³ /h
Maxflöde totalt: $6 \times Q_{dim} =$	6 912	m ³ /h

Bioblock 11 innehåller följande delar:

- Inloppskanal,
- Retur-nitrat kanal(RN),
- Returslam (RS),
- K1, K2, K3,
- Inblandningskammare, anaerob zon (BB11-A),
- Oxidations-zon (BB11-OA),
- Deox-zon (BB11-D) och
- Fördelningskanal (FT42).

2 BERÄKNINGSFORMLER

Följande beräkningsformler har använts vid beräkning av olika typer av friktionsförluster.

2.1 Förlust i kanalkrök

$$\text{Friktionsförlust} = (\mu \cdot v^2) / (2 \cdot g) \quad (\text{m})$$

där μ	= avbödningskoefficient = 0,5	
v	= hastighet	(m/s)
g	= jordaccelerationskonstanten = 9,81	(m/s ²)

2.2 Engångsförlust i rörledning

$$\text{Friktionsförlust} = (\mu \cdot v^2) / (2 \cdot g) \quad (\text{m})$$

där μ	= 0.5	inlopp ledning	
μ	= 1.0	utlopp från ledning till reservoar	
μ	= 0.25	rörböj	
μ	= 0.30	rundat t-rör	
μ	= 1.1	skarpkantat t-rör	
μ	= 0.2	kona (där konlängden är 3 x (D2 – D1))	
μ	= 0.25	slussventil	
μ	= 0.5	backventil	
μ	= 1.2	brunn	
v	= hastighet		(m/s)
g	= jordaccelerationskonstanten = 9,81		(m/s ²)

2.3 Förlust vid sektionökning i kanal

$$\text{Friktionsförlust} = \mu \cdot (v_1^2 / (2 \cdot g) - v_2^2 / (2 \cdot g)) \quad (\text{m})$$

där μ	= 1,0 – för en plötslig sektionökning	
v_1	= Vattenhastighet i kanal del 1	(m/s)
v_2	= Vattenhastighet i kanal del 2	(m/s)
g	= Jordaccelerationskonstanten = 9.81	(m/s ²)

2.4 Förlust vid överfall

$$\text{Friktionsförlust} = \left(\frac{3Q}{2 * \mu * B * \sqrt{2 * g}} \right)^{3/2} \quad (\text{m})$$

Där Q = flöde (m³/s)

μ = avbörningskoefficient

B = överfallskantens bredd (m)

g = Jordaccelerationskonstanten = 9.81 (m/s²)

2.5 Förlust vid dränkt öppningshål

$$\text{Friktionsförlust} = 1/\mu^2 * v^2 / (2 * g) \quad (\text{m})$$

Där μ = avbörningskoefficient

v = Vattenhastighet (m/s)

g = Jordaccelerationskonstanten = 9.81 (m/s²)

3 HYDRAULISKA BERÄKNINGAR

Vattennivåer och förluster i olika anläggningsdelar beräknas i detta kapitel för det studerade maximala flödet, $6 \times Q_{dim}$.

Beräkningarna är numrerade ("Beräkning nr") och lokaliseringen framgår av planritningen som bifogas i Bilaga 1. Alla luckor förutsätts vara helt öppnade.

3.1 Förlust i skibord mellan FT42 och ES11

Beräkning nr:	1
Typ av förlust:	Överfall
Formel nr:	2.4
Flöde:	$3 \times Q_{dim} = 3\,456 \text{ m}^3/\text{h}$
Förutsättning:	Skibord bredd: 3,50 m
	Skibord kantnivå: + 1,70 m
Beräkning:	Friktionsförluster: 288 mm
Vattennivå före skibord:	+1,988 m

3.2 Förlust i lucka mellan FT42 och BB11-D

Beräkning nr:	2
Typ av förlust:	Inlopp, Utlopp
Formel nr:	2.2
Flöde:	$3 \times Q_{dim} = 3\,456 \text{ m}^3/\text{h}$
Förutsättning:	Lucka bottennivå: -0,50 m
	Lucka bredd: 1,0 m
Beräkning:	Vattenhastighet: 0,386 m/s
	Friktionsförluster: 12 mm
Vattennivå före luckan:	+ 2,000 m

3.3 Förlust vid öppning mellan BB11-O och BB11-A

Beräkning nr:	3
Typ av förlust:	Inlopp, Utlopp
Formel nr:	2.2
Flöde:	$6 \times Q_{dim} = 6\,912 \text{ m}^3/\text{h}$
Förutsättning:	Öppning bottennivå: -3,90 m
	Öppning bredd: 1,0 m
Beräkning:	Vattenhastighet: 0,325 m/s
	Friktionsförluster: 8 mm
Vattennivå före öppning:	+ 2,008 m

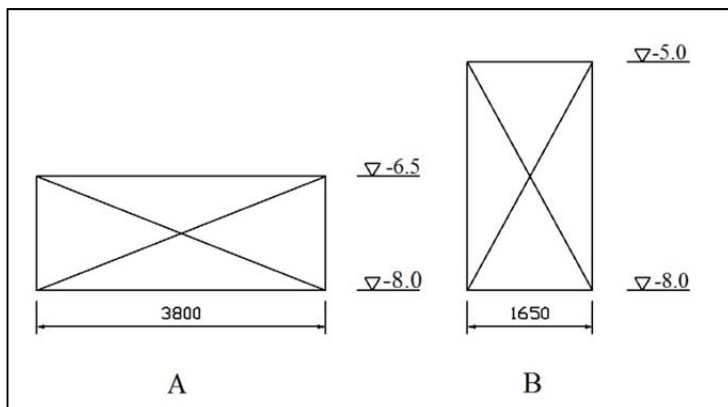
3.4 Förlust vid mellanväggar i BB11

Måtten på mellanväggarna visas inte tydligt i erhållna ritningar. Förlusterna har antagits baserat på gamla hydrauliska beräkningar där mellanväggarna i biobassängen ger en förlust 0,005 m/vägg. Det finns 4 väggar, vilket innebär att den totala förlusten är $0,005 \times 4 = 0,02 \text{ m}$.

Vattennivå uppström BB11-A:	+ 2,028 m
-----------------------------	-----------

3.5 Förlust vid öppning mellan K3 och BB11-A

För öppningen mellan K3 och BB11-A finns två olika dimensioner angivna i de befintliga ritningarna, se Figur 3-1. "Öppning A" visas i flera ritningar än "öppning B" och används därför i huvuduträkningarna. För säkerhetsskull har beräkningar gjorts även för utformningen enligt öppning B och enligt resultaten är friktionsförlusten 5 mm större i "öppning B" än i "öppning A", vilket inte påverkar det slutgiltiga resultatet nämnvärt.



Figur 3-1: Inloppsmått K3-BB11-A enligt ritningar.

Beräkning nr:	5
Typ av förlust:	Dränkt öppning
Formel nr:	2.5
Flöde:	$6 \times Q_{dim} = 6\,912 \text{ m}^3/\text{h}$
Förutsättning:	Öppning bottennivå: - 8,0 m
	Öppning bredd: 3,8 m
	Öppning höjd: 1,5 m
Beräkning:	Hastighet: 0,337 m/s
	Friktionsförluster: 16 mm
Vattennivå före öppning:	+ 2,044 m

3.6 Förlust vid öppning mellan inblandningskammaren och K3

Typ av förlust:	Dränkt öppning
Beräkning nr:	6
Formel nr:	2.5
Flöde:	$6 \times Q_{dim} = 6\,912 \text{ m}^3/\text{h}$
Förutsättning:	Öppning bottennivå: + 0,8 m
	Öppning bredd: 4 m
	Öppning höjd: 1,2 m
Beräkning:	Vattenhastighet: 0,400 m/s
	Friktionsförluster: 23 mm

Vattennivå före öppning: + 2,066m

3.7 Förlust vid öppning mellan K2 och inblandningskammaren

Typ av förlust: Dränkt öppning
 Beräkning nr: 7
 Formel nr: 2.5
 Flöde: $6 \times Q_{dim} = 6\,912 \text{ m}^3/\text{h}$
 Förutsättning: Öppning bottennivå: - 1,0 m
 Öppning bredd: 1,55 m
 Öppning höjd: 3,00 m
 Beräkning: Vattenhastighet: 0,413 m/s
 Friktionsförluster: 24 mm
 Vattennivå före öppning: +2,091 m

3.8 Förlust vid öppning mellan K1 och K2

Typ av förlust: Dränkt öppning
 Beräkning nr: 8
 Formel nr: 2.5
 Flöde: $6 \times Q_{dim} = 6\,912 \text{ m}^3/\text{h}$
 Förutsättning: Öppning bottennivå: - 8,0 m
 Öppning bredd: 1,65 m
 Öppning höjd: 3,00 m
 Beräkning: Vattenhastighet: 0,388 m/s
 Totalt friktionsförluster: 21 mm
 Vattennivå före öppning: + 2,112 m

3.9 Förlust vid öppning mellan RN och K1

Typ av förlust: Dränkt öppning
 Beräkning nr: 9
 Formel nr: 2.5
 Flöde: $5 \times Q_{dim} = 5\,760 \text{ m}^3/\text{h}$

Förutsättning:	Öppning bottennivå:	- 0,5 m
	Öppning bredd:	2,00 m
	Öppning höjd:	1,50 m
Beräkning:	Vattenhastighet:	0,533 m/s
	Totalt friktionsförluster:	40 mm
Vattennivå före öppning:		+ 2,152 m

3.10 Förlust i RN kanal

Typ av förlust:	Krök 90 °C	
Beräkning nr:	10 a	
Formel nr:	2.1	
Flöde:	$2 \times Q_{dim} = 2\,304 \text{ m}^3/\text{h}$	
Förutsättning:	Bredd:	2,00 m
	Höjd:	1,50 m
Beräkning:	Vattenhastighet:	0,213 m/s
	Friktionsförluster:	1 mm

Typ av förlust:	Krök 90 °C	
Beräkning nr:	10 b	
Formel nr:	2.1	
Flöde:	$3 \times Q_{dim} = 3\,456 \text{ m}^3/\text{h}$	
Förutsättning:	Bredd:	2,00 m
	Höjd:	1,50 m
	Längd:	0,3 m
Beräkning:	Vattenhastighet:	0,320 m/s
	Friktionsförluster:	3 mm

Typ av förlust:	Dimensionsändring	
Beräkning nr:	10 c	
Formel nr:	2.3	
Flöde:	$3 \times Q_{dim} = 6\,900 \text{ m}^3/\text{h}$	
Förutsättning:	Kanalbredd:	1,55 m

10 (16)

RAPPORT
2011-12-26
KÄPPALA AVGASNING

	Vattendjup nedströms:	1,50 m
	Vattendjup uppströms:	2,65 m
Beräkning:	Hastighet nedströms:	0.413m/s
	Hastighet uppströms:	0.233 m/s
	Friktionsförluster:	6 mm
	Vattennivå i slutet av RN kanal:	+ 2,162 m

3.11 Förlust vid dimensionsändring i inloppskanal

Typ av förlust:	Dimensionsändring	
Beräkning nr:	11	
Formel nr:	2.3	
Flöde:	$2 \times Q_{dim} = 2\ 304\ m^3/h$	
Förutsättning:	Kanalbredd nedströms:	1,55 m
	Kanalbredd uppströms:	3,80 m
	Vattendjup:	2,66 m
Beräkning:	Hastighet nedströms:	0,155 m/s
	Hastighet uppströms:	0,063 m/s
	Friktionsförluster:	1 mm
	Vattennivå i slutet av inloppskanal:	+ 2,163 m

3.12 Förlust vid inlopp skibord

Beräkning nr:	12	
Typ av förlust:	Överfall	
Formel nr:	2.4	
Flöde:	$2 \times Q_{dim} = 2\ 304\ m^3/h$	
Förutsättning:	Skibord bredd:	3,80 m
	Skibord kantnivå:	+ 2,35 m
Beräkning:	Friktionsförluster:	208 mm
	Vattennivå före skibord:	+2,558 m

3.13 Förlust vid lucka mellan RS och K1

Beräkning nr:	13
Typ av förlust:	Dränkt öppning
Formel nr:	2.5
Flöde:	$Q_{dim} = 1\,152\text{ m}^3/\text{h}$
Förutsättning:	Lucka bredd: 0,80 m
	Lucka höjd: 0,80 m
Beräkning:	Vattenhastighet: 0,500 m/s
	Friktionsförluster: 35 mm
Vattennivå före luckan:	+2,147 m

3.14 Sammanfattning

Nivån på betongöverkanter i beräknade anläggningsdelarna visas i följande tabell. Enligt beräkningarna klarar BB11 att leda $6 \times Q_{dim} = 6\,912\text{ m}^3/\text{h}$. Tabell 3-1 sammanfattar beräkningarna.

Tabell 3-1: Sammanfattning hydrauliska beräkningar.

Anläggningsdel	Kapitel (Nr)	Flöde (m ³ /h)	Vattennivå (m)	Betong överkant (m)	Betong underkant (m)
Skibord i FT 42	3.1	3456	+ 1,988	+ 2,760	+ 2,350
Uppströms FT 42	3.2	3456	+ 2,000	+ 2,700	+ 2,400
Uppströms BB11-D	3.3	6912	+ 2,008	+ 2,560	+ 2,260
Uppströms BB11-A	3.4	6912	+ 2,028	+ 3,050	+ 2,750
K3	3.5	6912	+ 2,044	+ 3,050	+ 2,750
Inblandningskam mare	3.6	6912	+ 2,066	+ 3,050	+ 2,750
K2	3.7	6912	+ 2,091	+ 3,050	+ 2,750
K1	3.8	6912	+ 2,112	+ 3,050	+ 2,750
RN	3.9	5760			
	3.10	2304/3456	+ 2,162	+ 3,050	+ 2,750
Inloppskanal	3.11	2304	+ 2,163	+ 3,050	+ 2,750
Inloppsskibord	3.12	2304	+ 2,558	+ 3,050	+ 2,750
RS	3.13	1152	+ 2,147	+ 3,050	+ 2,750

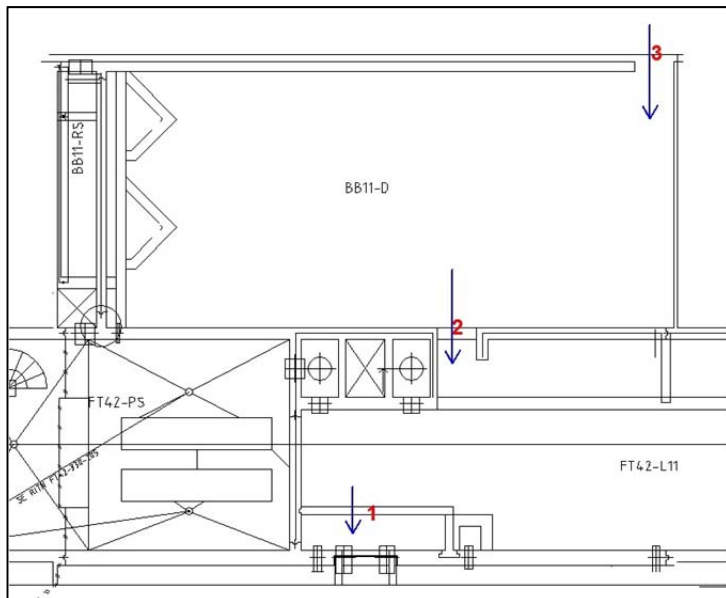
4 SLUTSATS

Med ett maximalt inflöde på 2300 m³/h till Bioblock 11 är den högsta vattennivån vid inloppsskibordet. Avståndet mellan vattenytan och betongunderkanten är 192 mm. Från inloppskanalen till slutet av BB11-A-bassängen håller betongunderkanten en konstant nivå på +2,75 m. Vattennivån ligger under +2,20 m hela vägen. Den lägsta betongkanten är på nivån +2,26m, vid öppningen från BB11-OA till BB11-D. Vattennivån här är +2,008 m. I fördelningskanal FT42 är vattennivån under betongunderkanten.

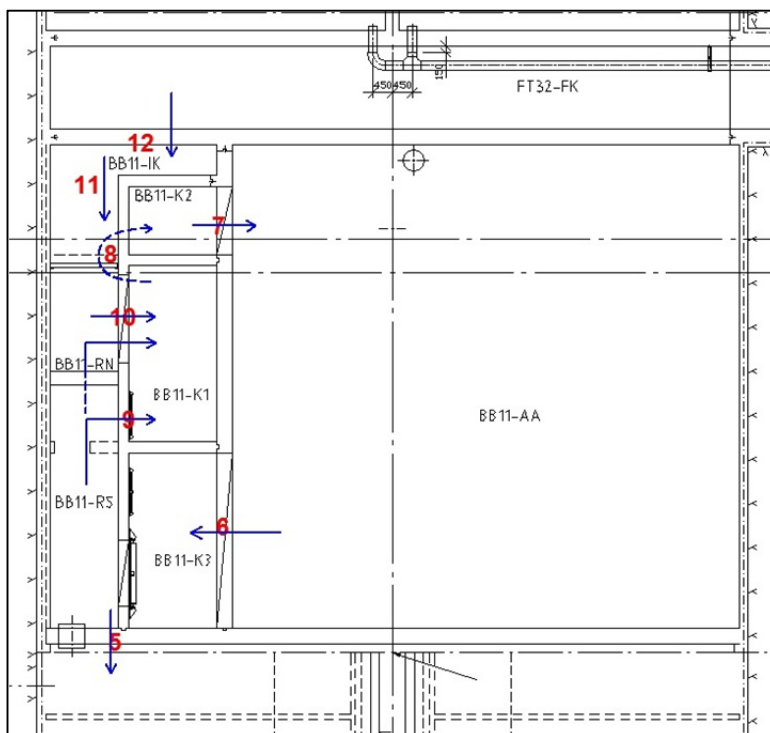
Enligt beräkningarna rinner alltså vattnet inte över kanterna i Bioblock 11 med det maximala flödet.

I det fortsatta arbetet kommer hydrauliken i eftersedimenteringsbassängen ES11 och utloppskanalen att studeras.

Bilaga 1



Figur 1 Vatten från ox-zon (BB11-OA) till deox-zon (BB11-D) och fördelningskanal (FT42).



Figur 2 Vatten från inloppskanal FT42 till BB11

16 (16)

RAPPORT
2011-12-26
KÄPPALA AVGASNING