

OPTIMIZATION OF FINAL SETTLER

According to solids flux theory: design for average flow

Qi =	4000	m ³ /d	settleability	according DSVI value	Hd =	4	m		
	167	m ³ /h	v0 =	155	m/d	Sfd =	1,75 (-)		
			k =	0,45	l/g TSS	# settlers =	2 (-)		
MXt =	14412	kg TSS	Cd =	464	464	euro/m ³	alfa	0,08	m/m
fav =	0,38	(-)	Cab =	268	268	euro/m ³			
			DSVI =	110		ml/g TSS			
			SSV13,5 =	95		ml/g TSS			

1 = Design for avg flow + check on max flow situation -> small Qi,max/Qi ratio and/or low peak flow duration

2 = Design for max flow situation -> high Qi,max/Qi ratio and/or high peak flow duration

SF-AVG: Optimized solution based on design for average influent flow

Xt	Vr	Tsm	Ad	Dd	Vd	Vt	Total Cost	kXt	sc
kg TSS/m ³	m ³	m/d	m ²	m	m ³	m ³	Euro		
2	7.206	63,8	110	8,4	452	7.658	€ 2.140.000	0,1	0,01
2,2	6.551	58,3	120	8,7	494	7.045	€ 1.984.000	0,2	0,03
2,4	6.005	53,4	131	9,1	541	6.546	€ 1.860.000	0,3	0,06
2,6	5.543	48,8	143	9,6	593	6.136	€ 1.760.000	0,4	0,08
2,8	5.147	44,6	157	10,0	649	5.796	€ 1.680.000	0,5	0,11
3	4.804	40,8	171	10,4	710	5.514	€ 1.616.000	0,6	0,14
3,2	4.504	37,4	187	10,9	778	5.281	€ 1.567.000	0,7	0,18
3,4	4.239	34,2	205	11,4	852	5.090	€ 1.530.000	0,8	0,21
3,6	4.003	31,3	224	11,9	933	4.936	€ 1.505.000	0,9	0,25
3,8	3.793	28,6	245	12,5	1021	4.814	€ 1.490.000	1	0,30
4	3.603	26,2	268	13,1	1119	4.722	€ 1.484.000	1,1	0,35
4,2	3.431	23,9	293	13,7	1225	4.657	€ 1.487.000	1,2	0,40
4,4	3.276	21,9	320	14,3	1342	4.618	€ 1.500.000	1,3	0,46
4,6	3.133	20,0	350	14,9	1471	4.614	€ 1.521.000	1,4	0,52
4,8	3.003	18,3	382	15,6	1611	4.614	€ 1.551.000	1,5	0,59
5	2.882	16,7	418	16,3	1765	4.648	€ 1.591.000	1,6	0,66
5,2	2.772	15,3	457	17,1	1935	4.648	€ 1.591.000	1,7	0,73
5,4	2.669	14,0	499	17,8	2120	4.706	€ 1.639.000	1,8	0,81
5,6	2.574	12,8	546	18,6	2324	4.789	€ 1.698.000	1,9	0,90
5,8	2.485	11,7	597	19,5	2548	4.898	€ 1.767.000	2	1,00
6	2.402	10,7	653	20,4	2793	5.033	€ 1.847.000	2,1	1,10
6,2	2.325	9,8	713	21,3	3063	5.195	€ 1.938.000	2,2	1,20
6,4	2.252	9,0	780	22,3	3359	5.387	€ 2.043.000	2,3	1,30
6,6	2.184	8,2	853	23,3	3684	5.611	€ 2.160.000	2,4	1,40
6,8	2.119	7,5	932	24,4	4041	5.867	€ 2.293.000	2,5	1,50
7	2.059	6,9	1019	25,5	4433	6.160	€ 2.441.000	2,6	1,60
7,2	2.002	6,3	1114	26,6	4864	6.492	€ 2.607.000	2,7	1,70
7,4	1.948	5,7	1218	27,9	5338	6.866	€ 2.791.000	2,8	1,80
7,6	1.896	5,3	1331	29,1	5859	7.285	€ 2.996.000	2,9	1,90
7,8	1.848	4,8	1455	30,4	6431	7.755	€ 3.224.000	3	2,00
8	1.802	4,4	1591	31,8	7061	8.279	€ 3.476.000	3,1	2,10
						8.863	€ 3.756.000	3,2	2,20
						4.604	€ 1.484.000		

Minimum

SUMMARY TABLE									
Parameter	Selected	UoM	SF-AVG		SF-AVG (PF)	SF-PF		STOWA	
SF - Avg flow with PF evaluation ▼			cell range = A16 - J50		w22 - AC62	cell range = K16 - U50		cell range = A84 - J135	
			min.vol.	min.costs		min.vol.	min.costs	min.vol.	min.costs
Xt =	4,0	kg TSS/m3	4,6	4,0	4,0	4,8	4,8	6,5	4,0
Xtpf =	3,0	kg TSS/m3	N.A.	N.A.	3,0	3,2	3,2	4,4	3,2
kXt	1,8	(-)	2,0	1,8	1,8	2,1	2,1	N.A.	N.A.
s (avg)	2,0	0,7	1,0	0,7	0,7	1,1	1,1	1,5	0,58
s (pf)	1,0	(-)	N.A.	N.A.	1,0	1,1	1,1	1,2	0,64
Qrs,avg =	333	m3/h	167	122	122	183	183	246	96
Qrs,max =	400	m3/h	417	304	400	458	458	482	267
Xrs, av	6	kg TSS/m3	9,2	9,5	9,5	9,2	9,2	10,9	10,9
Xrs, pf	6	kg TSS/m3	N.A.	N.A.	6,1	6,1	6,1	8,2	8,2
Vr =	3.603	m2	3133	3603	3603	3003	3003	1787	3603
# settlers	2	(-)	2	2	2	2	2	2	2
Ad, nett =	194	m2	200	153	194	270	270	338	219
Ad, gross =	339	m2	350	268	339	472	472	592	382
H =	4	m	4	4	4,1	4	4	2,75	2,75
Dd =	14,7	m	14,9	13,1	14,7	17,3	17,3	19,4	15,6
Vd (total) =	1.460	m	1471	1119	1460	2000	2000	2217	1134
	Avg. flow	Peak flow	UoM						
Xt =	4,0	3,0							
HRT =	2,92	1,79	h						
Ts, nett	0,86	2,15	m/h						
Ts, gross	0,49	1,23	m/h						
Fsolids, nett	10,31	9,01	kg TSS/(m2*h)						
Fsolids, gross	5,89	5,15	kg TSS/(m2*h)						
vsa,nett	378	708	l/(m2.h)						
vsa, gross	216	404	l/(m2.h)						

Recommended s (avg) value

According to STORA guidelines (1981) and revised findings in 2002 by STOWA									
General parameters		Sludge volume:		vsa	default JvdL	Stora (1981)			
Qi	167	m ³ /h	sv < 300	400	400	300			
Qipf/Qiav =	2,5	(-)	300 < sv < 600	a-value = 500	400	200			
Qi,pf	417	m ³ /h		b-value = -0,33	0	0,33			
MXt =	14412	kg TSS	sv > 600	300	400	400			
Hd =	2,75	m	Check figure on right hand side for resulting surface loading curve						
Hd - Hsb =	1,5	m	alfa	0,08	m/m				
Hdb =	1,25	m	Cab	268	268	euro/m ³			
DSVI =	110	ml/l	Cd	788	788	euro/m ³			
# final settlers =	2								
Optimize total volume or total costs by applying the following iterative procedure:									
1) Select a target series of reactor sludge concentrations Xt			If this is the case a lower value for Xt should be selected						
2) For each Xt value optimize the settler design by reducing the value of Vx (end) until MXt,buffer req equals MXt,buffer av.			as to much sludge is transferred during peak flow This is performed automatically when the button "Calculate Vx (end) values" is pushed						
3) Stop when one of the following conditions apply:			4) Repeat this procedure for all columns						
- Xt,pf < 2 kg TSS/m ³			5) Optional: vary Hb in order to increase buffer volume						
- 200 < Vx (end) < 250 ml									
- Xt,pf has decreased with 30% compared to Xt									
Xt (0) =	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	kg TSS/m ³
Vx (0) =	330	385	440	495	550	605	660	715	ml/l
Vx (end) =	281	318	352	383	412	439	463	484	ml/l
Xt,pf (end) =	2,55	2,89	3,20	3,49	3,75	3,99	4,21	4,40	kg TSS/m ³
% decr. Xt =	-15%	-17%	-20%	-23%	-25%	-28%	-30%	-32%	
Solution	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	not OK	
vsa =	400	395	384	373	364	355	347	340	l/(m ² .h)
Tsm =	1,43	1,24	1,09	0,97	0,88	0,81	0,75	0,70	m ³ /(m ² .h)
Ad, gross =	292	336	382	428	472	514	555	592	m ²
Dd =	13,6	14,6	15,6	16,5	17,3	18,1	18,8	19,4	m ²
Xr,avg =	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	kg TSS/m ³
Vdb =	421	488	561	633	703	772	839	900	m ³
MXt,b av.=	1.837	2.129	2.448	2.762	3.070	3.370	3.660	3.958	kg TSS
MXt,b req.=	2.154	2.499	2.875	3.247	3.611	3.965	4.309	4.662	kg TSS
Vr =	4.804	4.118	3.603	3.203	2.882	2.620	2.402	2.217	m ³
Vd =	859	991	1.134	1.274	1.410	1.542	1.670	1.787	m ³
Vt =	5.663	5.109	4.737	4.477	4.293	4.163	4.072	4.004	m ³
Cd =	0,68	0,78	0,89	1,00	1,11	1,22	1,32	1,41	million euro
Cr =	1,29	1,10	0,96	0,86	0,77	0,70	0,64	0,59	million euro
Ct =	1,97	1,880	1,850	1,860	1,880	1,920	1,960	2,000	million euro
Xrm (avg) =	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	kg TSS/m ³
s, avg =	0,38	0,47	0,58	0,70	0,85	1,02	1,22	1,47	(-)
Qrs (avg) =	63	79	96	117	141	169	204	246	m ³ /h
Xrm (pf) =	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	kg TSS/m ³
s, pf =	0,45	0,54	0,64	0,74	0,84	0,95	1,05	1,16	(-)
Qrs (pf) =	188	227	267	308	350	394	439	482	m ³ /h

According to solids flux theory: design for peak flow

$Q_{i,pf}$ 10000 m³/d Hd-Hsb 1,5 m
 417 m³/h % full (buffer)= 67%
 # settlers = 2 (-) % MXt,b max= 33%
 MXt,buf. max 4756 kg TSS

Q_{ipf}/Q_{iav} = 2,5 (-)

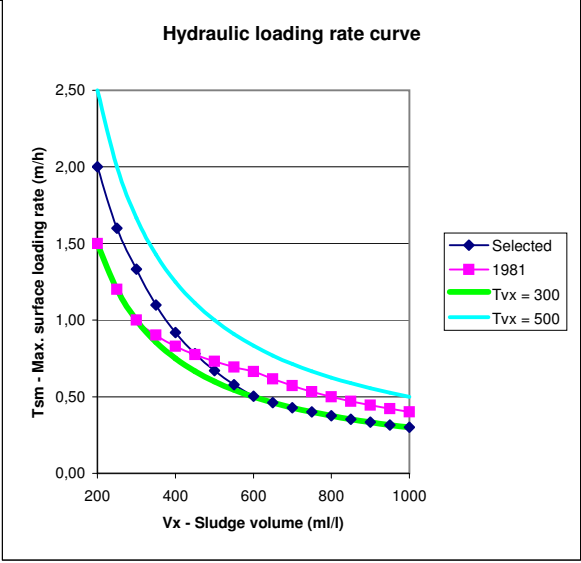
Note: average flow rate > DWF

SF-PF: Optimized solution based on design for peak influent flow (steady state situation with sludge buffer completely full)

Xt	Xt, sust pf	Tsm, pf	Ad,f	Ad,sel.	Dd	Vbuffer	MXt,buffer	Vd	Total Volume	Total Cost
kg TSS/m ³	kg TSS/m ³	m/d	m ²	m ²	m	m ³	kg TSS	m ³	m ³	Euro
2	1,85	68,2	257	257	12,8	656	1089	1071	8.277	€ 2.426.000
2,2	2,00	63,7	275	275	13,2	704	1285	1150	7.701	€ 2.287.000
2,4	2,15	59,6	293	293	13,7	752	1498	1229	7.234	€ 2.178.000
2,6	2,29	56,1	312	312	14,1	800	1727	1309	6.852	€ 2.091.000
2,8	2,42	53,0	330	330	14,5	848	1971	1388	6.535	€ 2.022.000
3	2,54	50,2	348	348	14,9	895	2228	1465	6.269	€ 1.966.000
3,2	2,65	47,8	366	366	15,3	940	2497	1540	6.044	€ 1.920.000
3,4	2,75	45,7	383	383	15,6	983	2775	1612	5.851	€ 1.882.000
3,6	2,84	43,9	398	398	15,9	1024	3061	1680	5.683	€ 1.851.000
3,8	2,92	42,4	413	413	16,2	1062	3351	1743	5.536	€ 1.824.000
4	2,99	41,0	426	426	16,5	1098	3644	1802	5.405	€ 1.800.000
4,2	3,05	39,9	439	439	16,7	1130	3938	1855	5.287	€ 1.779.000
4,4	3,11	38,9	450	450	16,9	1159	4232	1903	5.179	€ 1.759.000
4,6	3,16	38,1	459	459	17,1	1184	4522	1946	5.079	€ 1.741.000
4,8	3,22	37,1	472	472	17,3	1217	4756	2000	5.002	€ 1.731.000
5	3,35	34,9	501	501	17,9	1293	4756	2126	5.009	€ 1.757.000
5,2	3,48	32,9	532	532	18,4	1374	4756	2261	5.033	€ 1.790.000
5,4	3,62	31,0	564	564	19,0	1459	4756	2405	5.074	€ 1.829.000
5,6	3,75	29,2	599	599	19,5	1551	4756	2557	5.131	€ 1.875.000
5,8	3,89	27,5	636	636	20,1	1648	4756	2720	5.205	€ 1.926.000
6	4,02	25,9	675	675	20,7	1751	4756	2893	5.295	€ 1.984.000
6,2	4,15	24,4	717	717	21,4	1861	4756	3077	5.402	€ 2.049.000
6,4	4,29	23,0	761	780	22,3	2029	4756	3359	5.611	€ 2.160.000
6,6	4,42	21,7	808	853	23,3	2222	4756	3684	5.867	€ 2.292.000
6,8	4,56	20,4	857	932	24,4	2433	4756	4041	6.160	€ 2.440.000
7	4,69	19,2	910	1019	25,5	2665	4756	4433	6.492	€ 2.606.000
7,2	4,82	18,1	966	1114	26,6	2920	4756	4864	6.866	€ 2.791.000
7,4	4,96	17,1	1025	1218	27,9	3199	4756	5338	7.285	€ 2.996.000
7,6	5,09	16,1	1089	1331	29,1	3504	4756	5859	7.755	€ 3.223.000
7,8	5,23	15,1	1156	1455	30,4	3840	4756	6431	8.279	€ 3.476.000
8	5,36	14,3	1227	1591	31,8	4208	4756	7061	8.863	€ 3.755.000
									5.002	€ 1.731.000

Data for hydraulic loading rate curves								
Vx	Selected	Stora 1981			Tv _x = 300		Tv _x = 500	
	Tv _x	Tsm	Tv _x	Tsm	Tv _x	Tsm	Tv _x	Tsm
200	400	2,00	300	1,5	300	1,50	500	2,50
250	400	1,60	300	1,2	300	1,20	500	2,00
300	400	1,33	300	1,0	300	1,00	500	1,67
350	385	1,10	316	0,9	300	0,86	500	1,43
400	368	0,92	332	0,8	300	0,75	500	1,25
450	352	0,78	349	0,8	300	0,67	500	1,11
500	335	0,67	365	0,7	300	0,60	500	1,00
550	319	0,58	382	0,7	300	0,55	500	0,91
600	302	0,50	398	0,7	300	0,50	500	0,83
650	300	0,46	400	0,6	300	0,46	500	0,77
700	300	0,43	400	0,6	300	0,43	500	0,71
750	300	0,40	400	0,5	300	0,40	500	0,67
800	300	0,38	400	0,5	300	0,38	500	0,63
850	300	0,35	400	0,5	300	0,35	500	0,59
900	300	0,33	400	0,4	300	0,33	500	0,56
950	300	0,32	400	0,4	300	0,32	500	0,53
1000	300	0,30	400	0,4	300	0,30	500	0,50

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26



Design for avg flow: check on performance during peak/max flow event

Qi =	167	m3/h		# clarifiers	2
Qi,pf=	417	(-)		Fv,lim =	845 kg TSS/h
Tpeak =	18	(min vol)	(min costs)	Fu,lim =	1600 kg TSS/h
Xt (0) = Xi =	4,0	4,6	4,0	% full =	50%
Qrs,max =	400	417	304	Vbuffer =	917 m3
Dd =	15	14,9	13,1	Vr =	3603 m3
Hd =	4,1	4		Vcone =	69 m3
Hd-Hbuffer =	1,5	1,5	m		
Ad,gross =	339	m2			
Ad,nett =	194	m2			

SF-AVG (PF): Simulation of peak flow situation for design based on average flow

Time (h)	Xt,a (kg TSS/m3)	Fsol kg TSS/h	Fvlim+Fulim kg TSS/m2.h	dMXbuf kg TSS/h	MXbuf, av kg TSS	Sludge level m	
0							
1	4,00	3267	2445	821	3667	-4,10	OK
2	3,77	3081	2445	635	2846	-3,50	OK
3	3,60	2937	2445	491	2211	-3,03	OK
4	3,46	2825	2445	380	1720	-2,67	OK
5	3,35	2739	2445	294	1340	-2,39	OK
6	3,27	2673	2445	227	1046	-2,17	OK
7	3,21	2621	2445	176	819	-2,00	OK
8	3,16	2581	2445	136	644	-1,87	OK
9	3,12	2551	2445	105	508	-1,77	OK
10	3,09	2527	2445	81	403	-1,70	OK
11	3,07	2508	2445	63	322	-1,64	OK
12	3,05	2494	2445	49	259	-1,59	OK
13	3,04	2483	2445	38	210	-1,55	OK
14	3,03	2475	2445	29	173	-1,53	OK
15	3,02	2468	2445	22	143	-1,50	OK
16	3,02	2463	2445	17	121	-1,49	Overload
17	3,01	2459	2445	13	104	-1,48	Overload
18	3,01	2456	2445	10	90	-1,47	Overload
19	3,00	2454	2445	8	80	-1,46	Overload
20	3,00	2452	2445	6	72	-1,45	Overload
21	3,00	2450	2445	5	66	-1,45	Overload
22	3,00	2449	2445	4	61	-1,44	Overload
23	3,00	2448	2445	3	57	-1,44	Overload
24	3,00	2448	2445	2	54	-1,44	Overload
28	3,00	2447	2445	7	52	-1,44	Overload
32	2,99	2446	2445	1	45	-1,43	Overload
36	2,99	2446	2445	0	44	-1,43	Overload
40	2,99	2445	2445	0	44	-1,43	Overload
44	2,99	2445	2445	0	44	-1,43	Overload
48	2,99	2445	2445	0	44	-1,43	Overload
72	2,99	2445	2445	0	44	-1,43	Overload