

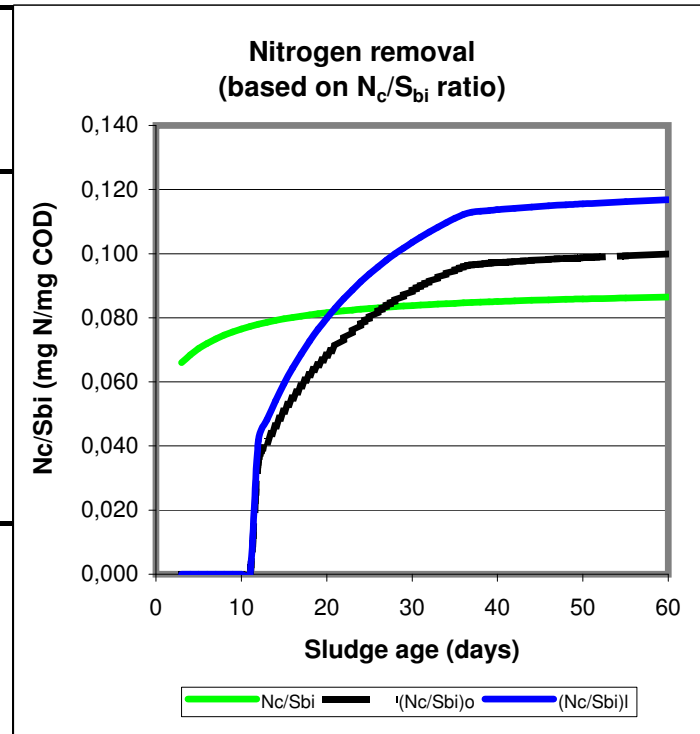
Assumptions

Low Nki/Sti ratio, i.e. fraction of nitrifiers can be ignored
 Excess sludge production corrected for loss of suspended solids with effluent
 Noep and Poep are included as fractions in effluent

 = input field
 = default value

(A) INPUT FIELDS (GENERAL)

Influent parameters: Qi,avg = 4000 m3/d Qi,pf = 10000 m3/d Nti = 50 mg N/l Ndi = 3 mg N/l N'ti = 53 mg N/l Pti = 15 mg P/l Sti = 600 mg COD/l Sbi = 480 mg COD/l Sbsi = 144 mg COD/l fsb = 30% of Sbi fns = 10% of Sti frp = 10% of Sti fbs = 24% of Sti fbp = 56% of Sti Tr,min = 12 deg C Tr,avg = 17 deg C		Selections: Anaerobic digestion on site ? <input type="checkbox"/> yes Nitrifier fraction included ? <input type="checkbox"/> not implemented Primary settling employed ? <input type="checkbox"/> no	
Effluent specifications/limits: Nad = 1,0 mg N/l Pted = 1,0 mg P/l Nted = 10 mg N/l Xted = 20 mg TSS/l Sted = 100 mg COD/l		Kinetic parameters: Value at T = Tr,min T=20 deg C bh = 0,18 0,24 d-1 (avg) μn = 0,16 0,4 d-1 (average) kn = 0,40 1,0 mg N.l-1 (avg) bn = 0,03 0,04 d-1 (avg) K1 = 0,17 0,72 mg N/mg Xa.d (avg) K2 = 0,05 0,10 mg N/mg Xa.d (avg) K3 = 0,06 0,08 mg N/mg Xa.d (avg)	
Effluent parameters: Xte = 20 mg TSS/l Xve = 14 mg VSS/l Noep = 1,4 mg N/l Noep = 1 mg N/l Noes = 1 mg N/l Poep = 0,35 mg P/l Poes = 0,25 mg P/l		Stoichiometric parameters: fn = 0,1 mg N/mg VSS fp = 0,025 mg P/mg VSS f = 0,2 mg Xe/mg Xa fcv = 1,5 mg COD/mg VSS Yh = 0,45 kg VSS/kg COD Ya = 0,16 kg VSS/kg N fdn = 0,11 (-) fv = 70% of Xt (typical raw sewage)	



(B) EVALUATE NITROGEN REMOVAL EFFICIENCY AND CONFIGURATION

Check if nitrogen removal is possible without external C-source addition and if not, what configuration should you use (pre-D or BDP)											Addition of external C-source to pre-D zone																								
Nti =	50 mg N/l	Noes =	1,0 mg N/l	a =	4	4	(-)	Scod =	0 mg/l	fns =	10%	Nd =	3 mg N/l	Nad =	1,0 mg N/l	s =	1	1	(-)	S'ti =	600 mg/l	fnp =	10%	N'ti =	53 mg N/l	Noep =	1,0 mg N/l	fmax =	50% medium	S'bi =	480 mg/l	f'sb =	30%	Rsm =	11,9 d (fx=0)
Rs days	Table valid ?	fm %	Cr	mXv VSS/(COD*d)	mNI N/(COD*d)	NI mg N/l	Nc mg N/l	Nc/Sbi N/COD	(Nc/Sbi)o N/COD	(Nc/Sbi)l N/COD	Compl. N. Rem ?	Recomm. Config. ?	fx1 %	fx3 %	Dc mg N/l	Nne (min) mg N/l	Nte (min) mg N/l	Dc1 mg N/l	Nav1 mg N/l	Dc3 mg N/l	Nav3 mg N/l	fx %													
3	no	0%	0,9	1,0	0,03	19,6	31,7	0,066	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	31,7	34,7	0,0	52,8	0,0	63,3														
4	no	0%	1,1	1,2	0,03	18,5	32,8	0,068	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	32,8	35,8	0,0	54,7	0,0	65,7	0,0%													
5	no	0%	1,2	1,5	0,03	17,5	33,8	0,070	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	33,8	36,8	0,0	56,3	0,0	67,6	0,0%													
6	no	0%	1,3	1,7	0,03	16,7	34,6	0,072	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	34,6	37,6	0,0	57,6	0,0	69,1	0,0%													
7	no	0%	1,4	1,9	0,03	16,1	35,2	0,073	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	35,2	38,2	0,0	58,7	0,0	70,5	0,0%													
8	no	0%	1,5	2,1	0,03	15,5	35,8	0,075	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	35,8	38,8	0,0	59,7	0,0	71,6	0,0%													
9	no	0%	1,6	2,3	0,03	15,0	36,3	0,076	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	36,3	39,3	0,0	60,5	0,0	72,6	0,0%													
10	no	0%	1,6	2,4	0,02	14,6	36,7	0,076	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	36,7	39,7	0,0	61,2	0,0	73,4	0,0%													
11	no	0%	1,7	2,6	0,02	14,2	37,1	0,077	0,000	0,000	no	Pre-D	0,0%	0,0%	0,0	37,1	40,1	0,0	61,8	0,0	74,2	0,0%													
12	yes	1%	1,7	2,8	0,02	13,9	37,4	0,078	0,036	0,042	no	Pre-D	0,7%	0,0%	16,7	20,8	23,8	16,7	45,7	0,0	41,5	0,7%													
13	yes	6%	1,8	2,9	0,02	13,6	37,7	0,079	0,041	0,048	no	Pre-D	6,3%	0,0%	19,3	18,4	21,4	19,3	43,6	0,0	36,9	6,3%													
14	yes	11%	1,8	3,1	0,02	13,3	38,0	0,079	0,046	0,054	no	Pre-D	11,2%	0,0%	21,7	16,3	19,3	21,7	41,7	0,0	32,7	11,2%													
15	yes	15%	1,9	3,3	0,02	13,1	38,2	0,080	0,051	0,059	no	Pre-D	15,4%	0,0%	23,8	14,5	17,5	23,8	39,9	0,0	28,9	15,4%													
16	yes	19%	1,9	3,4	0,02	12,9	38,5	0,080	0,055	0,064	no	Pre-D	19,1%	0,0%	25,7	12,7	15,7	25,7	38,4	0,0	25,5	19,1%													
17	yes	22%	1,9	3,6	0,02	12,7	38,7	0,081	0,059	0,069	no	Pre-D	22,3%	0,0%	27,5	11,2	14,2	27,5	36,9	0,0	22,3	22,3%													
18	yes	25%	1,9	3,7	0,02	12,5	38,8	0,081	0,062	0,073	no	Pre-D	25,2%	0,0%	29,1	9,7	12,7	29,1	35,6	0,0	19,5	25,2%													
19	yes	28%	2,0	3,9	0,02	12,3	39,0	0,081	0,065	0,076	no	Pre-D	27,8%	0,0%	30,6	8,4	11,4	30,6	34,4	0,0	16,9	27,8%													
20	yes	30%	2,0	4,1	0,02	12,2	39,2	0,082	0,068	0,080	no	Pre-D	30,1%	0,0%	31,9	7,2	10,2	31,9	33,3	0,0	14,4	30,1%													
21	yes	32%	2,0	4,2	0,02	12,0	39,3	0,082	0,071	0,083	no	BDP	18,8%	13,4%	33,8	5,5	8,5	26,2	31,7	7,6	18,6	32,2%													
22	yes	34%	2,0	4,4	0,02	11,9	39,4	0,082	0,073	0,086	no	BDP	18,8%	15,3%	35,0	4,4	7,4	26,3	30,7	8,8	17,5	34,1%													
23	yes	36%	2,1	4,5	0,02	11,8	39,6	0,082	0,076	0,089	no	BDP	18,8%	17,1%	36,2	3,3	6,3	26,4	29,7	9,9	16,5	35,8%													
24	yes	37%	2,1	4,7	0,02	11,6	39,7	0,083	0,078	0,091	no	BDP	18,8%	18,7%	37,3	2,4	5,4	26,4	28,8	10,9	15,6	37,4%													
25	yes	39%	2,1	4,8	0,02	11,5	39,8	0,083	0,080	0,094	no	BDP	18,7%	20,2%	38,3	1,4	4,4	26,5	28,0	11,8	14,7	38,9%													
26	yes	40%	2,1	5,0	0,02	11,4	39,9	0,083	0,082	0,096	no	BDP	18,7%	21,5%	39,3	0,6	3,6	26,6	27,2	12,7	13,9	40,3%													
27	yes	42%	2,1	5,1	0,02	11,3	40,0	0,083	0,084	0,098	yes	BDP	18,7%	22,4%	40,0	0,0	3,0	26,7	26,7	13,3	13,3	41,1%													
28	yes	43%	2,1	5,2	0,02	11,2	40,1	0,083	0,085	0,100	yes	BDP	18,7%	22,3%	40,1	0,0	3,0	26,7	26,7	13,4	13,4	41,0%													
29	yes	44%	2,1	5,4	0,02	11,2	40,2	0,084	0,087	0,102	yes	BDP	18,7%	22,2%	40,2	0,0	3,0	26,8	26,8	13,4	13,4	41,0%													
30	yes	45%	2,2	5,5	0,02	11,1	40,2	0,084	0,089	0,104	yes	BDP	18,7%	22,2%	40,2	0,0	3,0	26,8	26,8	13,4	13,4	40,9%													
31	yes	46%	2,2	5,7	0,02	11,0	40,3	0,084	0,090	0,105	yes	BDP	18,7%	22,1%	40,3	0,0	3,0	26,9	26,9	13,4	13,4	40,8%													
32	yes	47%	2,2	5,8	0,02	10,9	40,4	0,084	0,091	0,107	yes	BDP	18,7%	22,0%	40,4	0,0	3,0	26,9	26,9	13,5	13,5	40,7%													
33	yes	47%	2,2	6,0	0,02	10,9	40,4	0,084	0,093	0,108	yes	BDP	18,7%	22,0%	40,4	0,0	3,0	27,0	27,0	13,5	13,5	40,6%													
34	yes	48%	2,2	6,1	0,02	10,8	40,5	0,084	0,094	0,110	yes	BDP	18,7%	21,9%	40,5	0,0	3,0	27,0	27,0	13,5	13,5	40,6%													
35	yes	49%	2,2	6,3	0,02	10,7	40,6	0,085	0,095	0,111	yes	BDP	18,7%	21,8%	40,6	0,0	3,0	27,0	27,0	13,5	13,5	40,5%													
36	yes	50%	2,2	6,4	0,02	10,7	40,6	0,085	0,096	0,112	yes	BDP	18,7%	21,8%	40,6	0,0	3,0	27,1	27,1	13,5	13,5	40,5%													
37	yes	50%	2,2	6,6	0,02	10,6	40,7	0,085	0,097	0,113	yes	BDP	18,7%	21,7%	40,7	0,0	3,0	27,1	27,1	13,6	13,6	40,4%													
38	yes	50%	2,2	6,7	0,02	10,6	40,7	0,085	0,097	0,113	yes	BDP	18,7%	21,7%	40,7	0,0	3,0	27,2	27,2	13,6	13,6	40,3%													
39	yes	50%	2,2	6,8	0,02	10,5	40,8	0,085	0,097	0,113	yes	BDP	18,7%	21,6%	40,8	0,0	3,0	27,2	27,2	13,6	13,6	40,3%													
40	yes	50%	2,2	7,0	0,02	10,5	40,8	0,085	0,097	0,114	yes	BDP	18,6%	21,6%	40,8	0,0	3,0	27,2	27,2	13,6	13,6	40,2%													
42	yes	50%	2,3	7,3	0,02	10,4	40,9	0,085	0,098	0,114	yes	BDP	18,6%	21,5%	40,9	0,0	3,0	27,3	27,3	13,6	13,6	40,2%													
44	yes	50%	2,3	7,6	0,02	10,3	41,0	0,085	0,098	0,115	yes	BDP	18,6%	21,4%	41,0	0,0	3,0	27,3	27,3	13,7	13,7	40,1%													
46	yes	50%	2,3	7,8	0,02	10,2	41,1	0,086	0,098	0,115	yes	BDP	18,6%	21,4%	41,1	0,0	3,0	27,4	27,4	13,7	13,7	40,0%													
48	yes	50%	2,3	8,1	0,02	10,2	41,2	0,086	0,099	0,115	yes	BDP	18,6%	21,3%	41,2	0,0	3,0	27,4	27,4	13,7	13,7	39,9%													
50	yes	50%	2,3	8,4	0,02	10,1	41,2	0,086	0,099	0,116	yes	BDP	18,6%	21,3%	41,2	0,0	3,0	27,5	27,5	13,7	13,7	39,9%													
55	yes	50%	2,3	9,1	0,02	9,9	41,4	0,086	0,099	0,116	yes	BDP	18,6%	21,1%	41,4	0,0	3,0	27,6	27,6	13,8	13,8	39,7%													
60	yes	50%	2,3	9,8	0,02	9,8	41,5	0,086	0,100	0,117	yes	BDP	18,6%	21,0%	41,5	0,0	3,0	27,7	27,7	13,8	13,8	39,6%													

(C) SYSTEM CALCULATIONS

(1) Nitrogen removal

Configuration:	Bardenpho configuration	▼	Scod =	0	mg/l	fx1 =	19%	18,8%	(-)
Rs =	21	d	S'ti =	600	mg/l	fx3 =	13%	13,4%	(-)
a =	4	(-)	S'bi =	480	mg/l	faer =	68%		(-)
s =	1	2,0	f'ns =	10%		fx =	32%		(-)
Rsn =	7,8	d (fx = 0)	f'np =	10%		fm =	32%		(-)
Rsn(fx) =	12,8	d	f'sb =	30%					
Rsm =	11,9	d (fx= 0)	Nc/Sbi	0,082	mg N/mg COD				

Nl =	12,0	mg N/l							
Nae =	1,0	mg N/l							
Nc =	39,3	mg N/l	Dc1+Dc3 =	33,7	mg N/l				
DC1 =	26,3	mg N/l	Nav1 =	31,9	mg N/l	min(Dc1;Nav1)	26,3		
DC3 =	7,4	mg N/l	Nav3 =	18,6	mg N/l	Min(Dc3;Nav3)	7,4		
Nd =	33,7	mg N/l	MNd =	134,7	kg N/d				

External carbon source requirements (only used when Scod > 0):

C-source =	Ethanol	▼	MScod =	0	kg COD/d
Density =	800	800	kg/m3	0	kg C-source/d
COD value =	1,39	1,39	g COD/g	Qcod =	0,00 m3/d
Content =	96%	96%			

Effluent nitrogen quality

Nne =	5,6	mg N/l	MNne =	22,6	kg N/d
Nke =	3,0	mg N/l	MNke =	12,0	kg N/d
Nte =	8,6	mg N/l	MNte =	34,5	kg N/d

(2) Biomass quantity and -composition

Sludge quantity and composition

Cr =	2,02		MS'ti=	2400	kg COD/d				
mXa =	1,61	VSS/(COD*d)	MXa=	3875	kg VSS	Xa=	1,08	kg VSS/m3	
mXe =	1,19	VSS/(COD*d)	MXe=	2854	kg VSS	Xe=	0,79	kg VSS/m3	
mXi =	1,40	VSS/(COD*d)	MXi=	3360	kg VSS	Xi=	0,93	kg VSS/m3	
mXv=	4,20	VSS/(COD*d)	MXv=	10089	kg VSS	Xv=	2,80	kg VSS/m3	fav = 38%
mXt =	6,01	TSS/(COD*d)	MXt=	14412	kg TSS	Xt=	4,00	kg TSS/m3	fat = 27%

Excess sludge production

MEv =	480	kg VSS/d	MNI =	48	kg N/d
MEt =	686	kg TSS/d	MNIq =	44	kg N/d

(3) Determination of volume of activated sludge system and final settler

Optimal design: refer to calculations at sheet "FS"

Select your calculation method and check/confirm the required data !!!
Selected design method = SF - Avg flow with PF evaluation

# settlers =	2		
H =	4,1	m	
Dd =	14,7	m	
	(total)	(per settler)	
Ad, gross =	339	170	m2
Ad, nett =	194	97	m2
Vd =	1460	730	m3
Xt =	4,0	kg TSS/m3	
s, avg =	2,0	(-)	
Xr, avg =	6,0	kg/m3	
Qrs,avg =	333	m3/d	
Qrs,max =	400	m3/d	

Bioreact.design Optimal

Xt =	4,0	kg TSS/m3
Vt =	3603	m3
V1 =	685	m3
Vaer =	2450	m3
V3 =	468	m3

Quick & dirty settler design

If advanced design is not selected
Note: calculated volumes should be manually entered into the cost tab !!

# settlers =	2		
H =	4	m	
Tsm,gross =	1,5	m/h (peakflow 1,7 - 2,7)	
Tsm,gross =	0,8	m/h (avg flow (0,67 - 1,17))	
	(total)	(per settler)	
Ad, gross =	278	139	
Vd =	1111	556	m2
Fsolids,avg =	4,8	range = 4 - 6 l m3	
Folisd,pf =	8,4	range = 8 kg TSS/m2*h (assuming 30% transfer)	

Quick bioreactor design:

Xt =	4,0	kg TSS/m3
Vt =	3603	m3
V1 =	685	m3
Vaer =	2450	m3
V3 =	468	m3

(4) Determination of volume of sludge thickener and anaerobic digester

Refer to calculations at sheet "Th+Di": check & confirm the required data !

Main sizing results thickener:

q =	152	m3/d	Vdi =	482	m3
Ath =	28	m2	qdi =	38	m3/d
Dth =	6,0	m	Xtdi =	12,5	kg TSS/m3
Hth =	3,0	m	MEd =	132	kg VSS/d
Vth =	83	m3	MEve =	292	kg VSS/d
qth =	38	m3/d	MEte =	474	kg TSS/d
Xrth =	16,0	kg TSS/m3	fav (qdi) =	10%	(-) in stabilized sludge
			En. Req.=	14	kW (nett, avg)
				32	kW (net, max)
			Qch4	33	m3/d
			Qbiogas	107	Nm3/d
			Pgen	46	kW (nett, avg)
				69	kW (nett, max)

(5) Determination of aeration requirements

Advanced estimate: refer to calculations at sheet "Aer"

Quick & dirty estimate:

MXa =	3875	kg VSS
MOC,en =	815	kg O2/d
MOC,ex =	624	kg O2/d
MO _n =	719	kg O2/d
MO _{eq} =	-385	kg O2/d
MO _t =	1773	kg O2/d

Aeration type =

Avg. Power Cons.	53	kW
Inst. Power (at 150%)	79	kW

Par.	avg F/T	max F/T	UoM
MO _t	74	111	kg O2/h
Blower cap.	N.A.	N.A.	kg air/h
	N.A.	N.A.	Nm3/h
	N.A.	N.A.	m3/h
Pb (motor)	48	71	kW
OCa	1,6	1,6	kg O2/kWh
Pdiss	16	23	W/m3

(6) Nutrient requirements

Nitrogen:

NI ₂	12,0	mg N/l
NI ₁	0,0	mg N/l
N deficit	-39	mg N/l
Status	No dosing required	

MN _{req}	0	kg N/d
MN _{dos}	0	kg ureum/d
Avg capacity	0,00	m3/d

Phosphorus:

PI ₂	3,0	mg P/l
PI ₁	0,0	mg P/l
P deficit	-11,7	mg P/l
Status	No dosing required	

MP _{req}	0	kg P/d
MP _{dos}	0	kg 85% H3PO4/d
Avg capacity	0,00	m3/d

Chemical	MW	% in sol.	% N or P	density
ureum	(NH ₂) ₂ CO	60	solid	1,35
phosphoric acid	H ₃ PO ₄	98	85%	1,8

(7) Selector design

Selector type =
 Loading rate =
 HRT =

0,5 kg COD/kg TSS*h
 15 minutes

Qi, avg =	167	m3/h
MSti =	100	kg COD/h
Xrs, avg =	6,0	kg TSS/m3
Qrs, avg =	333	m3/h
Qrs, req =	33,3	m3/h
Vsel =	50	m3

10% of return sludge flow