



Torsås kommun
Bygg- och miljönämnden
Box 503
385 25 Torsås

Tillståndsärende enligt miljöbalken

Till Länsstyrelsen har inkommit tillståndsärende enligt 9 kap. miljöbalken (1998:808).

Sökande/Verksamhetsutövare

Torsås kommun, Tekniska nämnden

Ärende

Utredning av reduktion av totalkväve samt förslag till slutliga villkor

Verksamhetsplats

Bergkvara reningsverk

Kod(er) enl. förordning (1998:889) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd

90.10 B

- ./. Handlingarna, som får behållas, överlämnas för besked om Ni anser att dessa i något avseende behöver kompletteras. När ärendet anses komplett kommer Ni att få yttra Er eller ges tillfälle till att avge yttrande.

Senaste datum för besked

2012-02-17


Lotta Bohman

Kopia
Akten



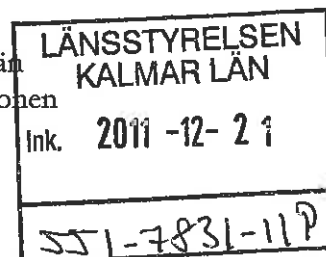
Torsås
kommun

Samhällsbyggnadsförvaltningen

Dnr.
(10/TN0026)

Datum
2011-12-20

Länsstyrelsen Kalmar län
Miljöprövningsdelegationen



**Förlängning av provotid för Bergkvara
avloppsreningsverk, Torsås kommun. Diarienumr 551-2744-
10.**

Torsås kommun överlämnar härmed rapport gällande möjligheten att
uppnå 50 % reduktion av totalkvävet vid Bergkvara avloppsreningsverk
enligt tidigare beslutad utredningsföreskrift U1.

Leif Kuusela
Tf Samhällsbyggnadschef

TN § 131/11

Dnr 11/TN0070

Utredning reduktion av totalkväve vid Bergkvara reningsverk

VA-avdelningen i Torsås kommun har med hjälp av Tyréns utrett möjligheten att uppnå 50 % reduktion av totalkväve vid Bergkvara reningsverk enligt utredningsföreskrift U1 i tillstånd.

Resultatet presenteras i en rapport av utredningen, tillsammans med förslag på åtgärder och villkor. Se vidare aktnilaga.

Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Kalmar län beslutade 2008-01-08 att "meddela Torsås kommun tillstånd till avloppsanläggning och därtill hörande ledningar samt fortsatt utsläpp av avloppsvatten efter rening i Bergkvara reningsverk". I tillståndet föreskrivs Torsås kommun att utreda möjligheten att uppnå 50 % reduktion av totalkväve vid Bergkvara avloppsreningsverk, inkl förslag till åtgärder och förslag till slutgiltiga villkor.

Utredningen visar att Bergkvara reningsverk kan byggas ut för 50 % kvävereduktion, på ett sätt som motsvarar verksamhetens förväntningar, till en kostnad på ca 70 kr/kg N vid fullt utnyttjande av tillstånd.

VA-avdelningen i Torsås kommun föreslår därför att följande villkor ska gälla för verksamheten:

50 % reduktion av totalkväve på årsbasis

Tekniska nämnden beslutar

att tillstyrka utredningen samt

att översända utredningen till Länsstyrelsen.

Sändlista

Länsstyrelsen i Kalmar län

Kommunalteknik

Akten

Justerandes signaturer

Utdragsbestyrkande

Plats och tid Torsdag 2011-12-06, kommunledningskontoret, kl 16.00 – 18.00

Beslutande
Pär Larsson, C, ordförande §§ 128-133, §§ 135-137
Magnus Nilsén, M, ordförande § 134
Åsa Haglund Rosenborg, C
Roland Swedestam, S
Lars Petersson, S

Övriga deltagande
Leif Kuusela, t.f. samhällsbyggnadschef
Tommie Sigvardsson, Teknisk chef
Anne-Charlott Harrysson, Sekreterare
Björn Ekelund, M, ej tjänstgörande ersättare
Roger Isberg, S, ej tjänstgörande ersättare
Anders Bergqvist, Svevia AB, § 128
Håkan Karlsson, Svevia AB, § 128
Nina Johansson, VA-ingenjör, § 131

Utses att justera Roland Swedestam

Justeringens
plats och tid 2011-12-14

Underskrifter

Sekreterare

Anne-Charlott Harrysson

Paragrafer 128 - 137

Ordförande

Pär Larsson §§ 128-133, 135-137, Magnus Nilsén § 134

Justera

Roland Swedestam

ANSLAG/BEVIS

Protokollet är justerat. Justeringen har tillkännagivits genom anslag

Organ Tekniska nämnden

Sammanträdesdatum 2011-12-06

Datum för anslags
uppsättande 2011-12-15

Datum för anslags
nedtagande 2012-01-06

Förvaringsplats
för protokollet Nya Kommunkontoret

Underskrift

Anne-Charlott Harrysson

Justera

Utdragsbestyrkande

R

MN

Haglund



**Möjlighet att uppnå 50 % reduktion av totalkväve
vid Bergkvara avloppsreningsverk**

2011-12-05



Referens
NJ

Granskad av
TS, PH

Godkänd av
TS

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund.....	5
1.2	Förutsättningar	5
2	Nuvarande anläggning.....	7
3	Kväverening Bergkvara reningsverk	7
3.1	Dimensionerande data	7
3.2	Alternativ	9
3.2.1	Alternativa avskiljningsmetoder.....	9
3.2.2	Traditionella kväveavskiljningstekniker.....	10
4	Förslag till åtgärder	11
4.1	Utformning.....	11
4.2	Kostnad.....	13
4.3	Slutsats	13
5	Förslag till villkor	15

Bilaga: Åtgärder och kostnader för att uppnå 50 % kväveavskiljning vid Bergkvara RV

1 Inledning

VA-avdelningen i Torsås kommun har med hjälp av Tyréns utrett möjligheten att uppnå 50 % reduktion av totalkväve vid Bergkvara reningsverk enligt utredningsföreskrift U1 i tillstånd. Denna rapport presenterar resultatet av utredningen, tillsammans med förslag på åtgärder och villkor.

1.1 Bakgrund

Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Kalmar län beslutade 2008-01-08 att ”meddela Torsås kommun tillstånd till avloppsanläggning och därtill hörande ledningar samt fortsatt utsläpp av avloppsvatten efter rening i Bergkvara reningsverk”. I tillståndet föreskrivs Torsås kommun att utreda möjligheten att uppnå 50 % reduktion av totalkväve vid Bergkvara avloppsreningsverk, inkl förslag till åtgärder och förslag till slutgiltiga villkor.

1.2 Förutsättningar

Utgångspunkt för utredningen har varit att förslag till åtgärder ska baseras på en kostnadseffektiv lösning som samtidigt är enkel, robust och flexibel. Dessutom utgår den ifrån följande förutsättningar:

- 50 % reduktion av kväve som årsmedelvärde
- Åtgärder bör ej medföra för stora ingrepp på den nuvarande verksamheten
- Inget primärslam – för att undvika luktproblem (ingen rötning) bör processen inte ge upphov till något primärslam
- Extern kolkälla endast vid behov – i största möjligaste mån bör kolkällan i inkommande avloppsvatten nyttjas
- Fortsatt uteslutande av Bio-P
- Metoden för avskiljning av kväve bör vara mätbar

Utredningen har utgått ifrån ett brett urval av avskiljningsmetoder, inklusive traditionell VA-teknik och alternativa metoder som musselodling och våtmark. Med tiden har ej lämpliga alternativ avskrivits från utredningen medan de mest intressanta utretts vidare.

För att utreda olika processalternativ på verket har Tyréns anlåtats. Mycket av innehållet nedan baseras på deras slutrapport, bilagd detta dokument.

2 Nuvarande anläggning

Rening av avloppsvatten sker genom mekanisk, biologisk och kemisk rening. Verket har sedan 2006 drivits med biologisk fosforreduktion men på grund av försämrat reningsresultat ställdes driften om till traditionell aktiv slam 2010-10.

Processen består av följande behandlingssteg:

- Galler, 2 mm
- Luftat sandfång med sandtvätt
- Aktivslamsteg
- Kemisk fällning

På verket finns två försedimenteringsbassänger men dessa är tagna ur drift sedan 1976. En användes dock tidigare, vid drift med Bio-P, för slamhydrolys. För ytterligare information hänvisas till bilaga kap 3: Allmänt om nuvarande anläggning.

3 Kväverening Bergkvara reningsverk

3.1 Dimensionerande data

Reningsverket är dimensionerat för 525 kg BOD₇/d, motsvarande 7 500 pe, en totalfosforbelastning på 28 kg/dygn och ett flöde (Q_{medel}) på 3 300 m³/dygn.

Vid fullt utnyttjande av tillstånd (7 500 pe) antas belastningen motsvara värden i tabell 1, vilka används som utgångspunkt för processdesign. För utförligare härledning hänvisas till bilaga, kap 5: Indata för design.

Tabell 1 Antagen belastning vid fullt utnyttjande av tillstånd, 7 500 pe.

Parameter	Värde	Enhet
BOD ₇	375	kg BOD ₇ /d
N-tot	90	kg N _{tot} /d
P-tot	11	kg P _{tot} /d
Slamproduktion	1,2	kg SS/kg BOD ₇

50 % kväveavskiljning motsvarar som medeltal 45 kg N_{tot}/d. Av dessa kan antas att ca 25 kg N_{tot}/d avskiljas med slammet. Detta innebär att ytterligare ca 8 ton N/år måste avskiljas med nitrifikation och denitrifikation.

För att få en uppfattning om storleksordningen på kväveavskiljningen med nuvarande process utökades provtagningen på in- och utgående vatten under sommaren 2011, maj-sep. Under perioden mättes bland annat BOD₇ och N-tot vid 8 tillfällen (dygn). Kvävereduktionen uppgick till 27,6 % som medel. På basis av 27,6 % kväveavskiljning kan den avskilda kvävemängden vid

fullt utnyttjande av tillstånd beräknas till 24,8 kg N_{tot} /d. Antagandet att 25 kg N_{tot} /d avskiljs med slammet antas därmed vara rimligt.

En viktig parameter vid kvävetening är temperaturen. En analys av historisk temperaturdata visar att temperaturen på vattnet är förhållandevis låg. Under 7 månader av året är temperaturen över 8°C. Det är ej rimligt att designa en process för lägre temperaturer, vilket får till följd att 8 ton N_{tot} /år ska avskiljas under 7 månader. Detta motsvarar ca 38 kg N_{tot} /d. Det kommer förvisso att avskiljas en viss mängd kväve under resterande delen av året, men det får ses som säkerhetsmarginal.

3.2 Alternativ

Som nämnts ovan har ett antal alternativ för att uppnå 50 % kvävereduktion som årsmedelvärde beaktats. Under utredningens fortskridande har sedan olika alternativ förkastats medan de mest intressanta utretts vidare. Nedan presenteras studerade alternativ.

3.2.1 Alternativa kväveavskiljningsmetoder

Musselodling

Kväveavskiljning genom odling av musslor är en relativt oprövad teknik och det är även svårt att mäta kvävreduktionens storlek. Detta, tillsammans med att driften av en musselodling är svår att införa i den nuvarande driftorganisationen, gör att tekniken bedöms som olämplig.

Våtmark

I en våtmark sker kväverening genom denitrifikation. Det är alltså inte näringsupptaget som är det primära utan vegetationen fungerar framför allt som kolkälla. Detta innebär att det mesta av kvävet kommer till våtmarken som nitrat (NO_3) och att det först måste nitrifieras på verket.

Nitrifikationen är den mest temperaturkänsliga processen och de låga temperaturerna på avloppsvattnet talar emot denna teknik. Dessutom krävs stora volymer för att möjliggöra nitrifikation och därmed ett stort ingrepp på den nuvarande anläggningen.

3.2.2 Traditionella kväveavskiljningstekniker

De traditionella avskiljningsteknikerna behandlas utförligt i bilaga, kap 6: Processval. Nedan återges de översiktligt.

Oavsett teknik kan hela flödet eller ett delflöde behandlas under hela eller en del av året. Det alternativ som är mest lämpat för Bergkvara reningsverk är att behandla hela flödet under en del av året, förslagsvis maj-nov (7 mån), då medeltemperaturen på avloppsvattnet är högre än 8°C. Detta ger en enklare drift eftersom det bara är en process och det passar bra ihop med den högre belastningen som råder under sommarhalvåret.

Fördenitrifikation med aktiv slam

Fördenitrifikation med aktiv slam är en kontinuerlig process där kolkällan i inkommande vatten utnyttjas för denitrifikation. Alternativet kräver en relativt stor utbyggnad, men denna kan byggas utanför befintlig byggnation utan att driften i befintlig anläggning påverkas.

Fördenitrifikation med SBR

Fördenitrifikation med SBR (*sequence batch reactor*) är en process där kväveavskiljning sker satsvis i olika sekvenser. Även denna process kräver utbyggnad av volym, dessutom som två enheter. Behovet av dubbel uppsättning av utrustning, tillsammans med högre driftkostnader på grund av pumpning, gör att detta alternativ blir dyrare än en process med aktiv slam.

Efterdenitrifikation med MBBR

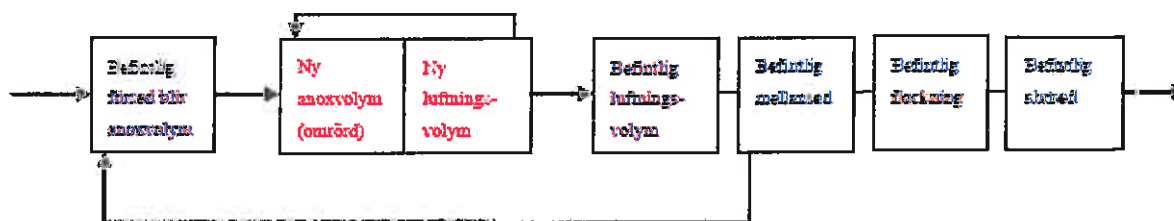
I en MBBR (*Moving bed biofilm reactor*)-process får mikroorganismer tillväxa och bilda en biofilm på ett bärarmaterial, ofta gjort av plast. Fördelen är att processen är volymeffektiv och inte lika känslig för störningar. Alternativet skulle dock innebära stora ingrepp på den nuvarande anläggningen. Dessutom blir driftkostnaden högre, framför allt på grund av behovet av extern kolkälla vid drift med efterdenitrifikation.

4 Förslag till åtgärder

Det alternativ som bedöms mest fördelaktigt och som motsvarar verksamhetens krav är en aktiv slam-process med fördenitrifikation.

4.1 Utformning

En aktivslam-process med fördenitrifikation utformas enligt figur 1 nedan. Befintliga mellansedimenterings-, flocknings- och eftersedimenteringsbassänger används som i nuvarande drift. En ny anox- och luftningsvolym byggs utanför, men nära, befintlig byggnad.



Figur 1 Utformning av en aktiv slam-process med fördenitrifikation, där befintliga volymer utnyttjas som i nuvarande drift (Tyréns, 2011).

För att uppnå en reduktion på 8 ton N_{tot} /år krävs en ny luftningsvolym på 1 800 m³ och en ny anoxvolym (omrörd) på 660 m³. Volymerna anläggs förslagsvis i en större cirkulär bassäng med en mindre cirkulär bassäng inuti. Bassänghöjden blir ca 6 m och den större bassängen har en diameter på ca 23 m. För utförligare beskrivning hänvisas till bilaga, kap 8: Översiktlig design.

4.2 Kostnadsbedömning

I bilagans kap 9: Kostnader, presenteras en grov kostnadsberäkning, baserad på priser år 2010. Nedan presenteras den översiktligt.

Den totala projekteringskostnaden bedöms uppgå till 6 Mkr och inkluderar ny bassäng med tillhörande utrustning, nya blåsmaskiner, nödvändiga åtgärder på befintlig anläggning, projektering, byggherrekostnader och oförutsätt.

Driftkostnaden ökar med ca 60 kkr/år och består av den elenergi som går åt för det ökade luftningsbehovet, som krävs för att erhålla nitrifikation.

Med avskrivningstider på 33 år på bygginvesteringen och 15 år på maskininvesteringen och med en ränta på 5 % blir årskostnaden för projektet, inklusive drift- och underhållskostnad, 560 kkr. Om 8 ton N avskiljs per år blir den specifika kväveavskiljningskostanden **70 kr/kg N**.

4.3 Slutsats

Utredningen visar att verket relativt enkelt kan byggas ut för kväverening, till en kostnad på ca 70 kr/kg N.

Kostnaderna är dock en bedömning, baserad på 2010 års kostnader, och osäkerhetsfaktorerna är många. Den utpekade platsen för en ny bassäng ligger i anslutning till en nedlagd deponi. För att utforma processen med självfall krävs att den nya bassängen grävs ned men rådande markförhållanden kan få fördyrande konsekvenser, om ens tillstånd ges för att gräva. Alternativt kan bassängen placeras ovan mark och processen utformas med pumpning. Detta ger dock en högre driftkostnad och den nya bassängen kommer att bli mer påtaglig för allmänheten.

Driftkostnaden påverkas även av ett antal faktorer som inte tagits med i bedömningen ovan. Behovet av luftning utgår ifrån ett antaget alfa-värde på 0,7, ett lägre värde ökar behovet av luftning proportionellt. Eventuellt krävs extern kolkälla, i vilket fall bör det installeras som reserv. Dessutom kommer troligen doseringen av fällningskemikalie att öka när verket optimeras för reduktion av kväve (och inte fosfor). Även om verket kan byggas ut för kväverening blir inverkan på driften av anläggningen stora och det kommer troligen krävas mer personal för att sköta processen.

Utbyggnad för att nå 50 % kvävereduktion enligt förslaget ovan kommer troligen att kosta något mer än de bedömda 70 kr/kg N. Siffran kan dock jämföras med de 160 kr/kg N som Naturvårdsverket presenterar för att bygga ut verk i storleksordningen 2001-10 000 pe för 70 % kvävereduktion.¹ Observera att denna siffra gäller 70 % kvävereduktion, och inte 50 % som denna utredning bygger på. Att bygga ut Bergkvara reningsverk för att säkerställa 70 % kvävereduktion skulle innebära betydligt större kostnader än de som presenterats här, dels på grund av att nitrifikationen måste säkerställas även under vinterhalvåret, dels på grund av behovet av extern kolkälla.

¹ Naturvårdsverket (2009), *Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan, Konsekvensanalys*, Rapport 5984

5 Förslag till villkor

Utredningen visar att Bergkvara reningsverk kan byggas ut för 50 % kvävereduktion, på ett sätt som motsvarar verksamhetens förväntningar, till en kostnad på ca 70 kr/kg N vid fullt utnyttjande av tillstånd. VA-avdelningen i Torsås kommun föreslår därför att följande villkor ska gälla för verksamheten:

50 % reduktion av totalkväve på årsbasis

Villkoret bör gälla från jan 2015. Detta motiveras av att ett projekt i denna storleksordning kräver politiska beslut och fördjupad utredning innan byggstart. Rimligen kan byggstart ske under 2013, följt av igångkörning och provdrift under 2014.



Definitiv

**Åtgärder och kostnader för att uppnå
50 % kväveavskiljning vid Bergkvara
RV**

2011-04-11

Uppdragsnummer: 225620

Uppdragsansvarig: Hans Carlsson

Handläggare

Hans Carlsson
010-4522157



Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

Sammanfattning

Tyréns AB har av Torsås kommun fått uppdraget att utreda hur man bäst uppnår 50 % kväveavskiljning vid Bergkvara RV. Med bäst menas det sätt som ger låg total årskostnad, helst lägst, och samtidigt är enkelt, robust och flexibelt. Således ska olika processtyper belysas vid framtida belastningar och krav, under beaktande av befintliga anläggningsdelar och nuvarande förhållanden. Slutligen ska kostnaden bedömas för den lösning som tycks mest förmånlig. Denna utredning behandlar endast åtgärder vid reningsverket, inte t ex musselodlingar eller våtmarker.

Efter en genomgång av olika alternativ valdes en process baserad på aktivt slam med fördenitrifikation. Denna lösning innebär att en ny anläggningsdel måste byggas intill befintliga byggnader.

Den totala projektkostnaden har grovt beräknats till ca 6 Mkr, vilket med valda och/eller beräknade värden på avskrivningstider, ränta, underhållskostnader och driftkostnader gav en total årskostnad för projektet om 560 kkr.

Den kvävemängd som avskiljs extra är ca 8 ton N per år. Den specifika kväveavskiljningskostnaden blir då 70 kr/kgN.

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

Innehållsförteckning

1	Uppdraget.....	4
2	Underlag.....	4
3	Allmänt om nuvarande anläggning.....	4
4	Krav	5
5	Indata för design	5
6	Processval	7
6.1	Huvudalternativ	7
6.2	Aktivt slam	8
6.3	SBR	8
6.4	MBBR	9
6.5	Slutbedömning.....	9
7	Flöde och flödesbegränsning	9
8	Översiktlig design	11
8.1	Nya bassänger.....	11
8.2	Luftbehov	12
9	Kostnader	13
9.1	Investeringskostnad	13
9.2	Driftkostnad	14
9.3	Årskostnad	14
9.4	Specifik kväveavskiljningskostnad.....	14

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

Åtgärder och kostnader för att uppnå 50 % kväveavskiljning vid Bergkvara RV

1 Uppdraget

Tyréns AB har av Torsås kommun fått uppdraget att utreda hur man bäst uppnår 50 % kväveavskiljning vid Bergkvara RV. Med bäst menas det sätt som ger låg total årskostnad, helst lägst, och samtidigt är enkelt, robust och flexibelt. Således ska olika processtyper belysas vid framtida belastningar och krav, under beaktande av befintliga anläggningsdelar och nuvarande förhållanden. Slutligen ska kostnaden bedömas för den lösning som tycks mest förmånlig. Denna utredning behandlar endast åtgärder vid reningsverket, inte t ex musselodlingar eller våtmarker.

2 Underlag

Underlaget har utgjorts av miljörapporter, driftinstruktioner, driftdata och tidigare utredningar. Möten och diskussioner med personal från Torsås kommun har också legat till grund.

3 Allmänt om nuvarande anläggning

Nuvarande reningsverk är byggt omkring 1975 och ersatte då ett enklare aktivslamverk (efter kommunalt beslut skulle även fosfor renas och då krävdes även kemiskt fällningssteg). Kommunala beslut om effektiviserad reningsprocess omkring 2005 medförde en ombyggnation till s k *biologisk fosforreduktion*, som färdigställdes under 2006.

Reduktionen av kväve har successivt blivit sämre sedan biologisk fosforreduktion infördes och för att utreda möjligheten att uppnå 50 % kvävereduktion (U1 i tillstånd) uteslöt slamhydrolyssteg 2010-10. Verket drivs nu med traditionellt aktiv-slamsteg, utan försedimentering, med kemisk efterfällning.

Byggnaden är utförd i två bassängblock, det ena med slamhantering och rens/sandhantering, det andra med bio- och kemsteg (luftning, mellan- och eftersedimentering). Separat byggnad inhyser kontor och övervakningsutrustning.

De för denna utredning viktigaste anläggningsdelarna listas nedan:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| • Inloppspumpstation (Skällenäs), 3 pumpar | 0-500 m ³ /h |
| • Sandfång | 40 m ³ |
| • Försedimenteringsbassänger, 2 st (avställda)
(tidigare användes en som slamhydrolysbassäng) | 150 m ³ /st |
| • Luftningsbassänger, 2 st | 145 m ³ /st, djup = 3,5 m |

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

- | | |
|-----------------------------|--|
| • Blåsmaskiner, 2 st | 2 x 1 000 m ³ /h |
| • Biosedimentering, 2 st | 260 m ³ /st, 75 m ² /st |
| • Flockningsbassänger, 2 st | ca 50 m ³ /st |
| • Kemsedimentering, 2 st | ca 280 m ³ /st, 90 m ² /st |

4 Krav

Den erforderliga ytterligare kväveavskiljningen som måste uppnås i processen för att den totala kväveavskiljningen vid reningsverket ska bli 50 % varierar beroende på val av process, eftersom olika processer medför olika stor spontan kväveavskiljning. Med "spontan" menas den avskiljning som blir följden av att kväve byggs in i slammet, som tas ut från processen. Med nuvarande processtyp krävs att ungefär 8 ton N per år måste avskiljas extra med hjälp av nitrifikation och denitrifikation vid fullt utnyttjat tillstånd.

Utsläppskraven för fosfor och organiskt material är 10 mgBOD₇/l och 0,3 mgP-tot/l som kvartalsmedelvärden och riktvärden.

5 Indata för design

Nedan görs en genomgång av data för att komma fram till designvärden. Inkommande flöde behandlas i separat avsnitt.

- 7500 PE → maximal genomsnittlig veckobelastning = 525 kgBOD₇/d
- Årsmedelbelastningar för 5900 fysiska personer
 - MR 2009
 - 218 kgBOD₇/d → 36,9 gBOD₇/p×d
 - 58 kgN-tot/d → 9,8 gN-tot/p×d
 - 7,8 kgP-tot/d → 1,3 P-tot/p×d
 - Analysresultat 2010
 - 101 kgBOD₇/d → 17,1 gBOD₇/p×d
 - 60 kgN-tot/d → 10,2 gN-tot/p×d
 - 5,3 kgP-tot/d → 0,90 P-tot/p×d
- Generellt lite låga siffror, särskilt för BOD₇, men det kan finnas flera förklaringar.
- Slamproduktion:
 - 114 tonTS för 2009 (119 för 2008) → 312 kgTS/d
 - Enligt MR 2009 åtgick 30,36 ton PAX XL-36A under året. Denna kemikalie innehåller 2,6 molMe³⁺/kg → ca 70 gAl/kg → ca 70×30/365 = 5,75 kgAl/d, ca 5 gSS/gAl → 29 kgSS/d → (312-29)/218 = 1,3 kgTS/kgBOD₇, vilket är rimligt för denna typ av process utan försedimentering.
 - För designändamål (som gäller framtiden) är det nog mera rimligt att anta lite högre belastning per person, 50 gBOD₇/p×d, och något lägre slamproduktion,

U:\Bergkvara\Bka\NRapp_definitiv.docx

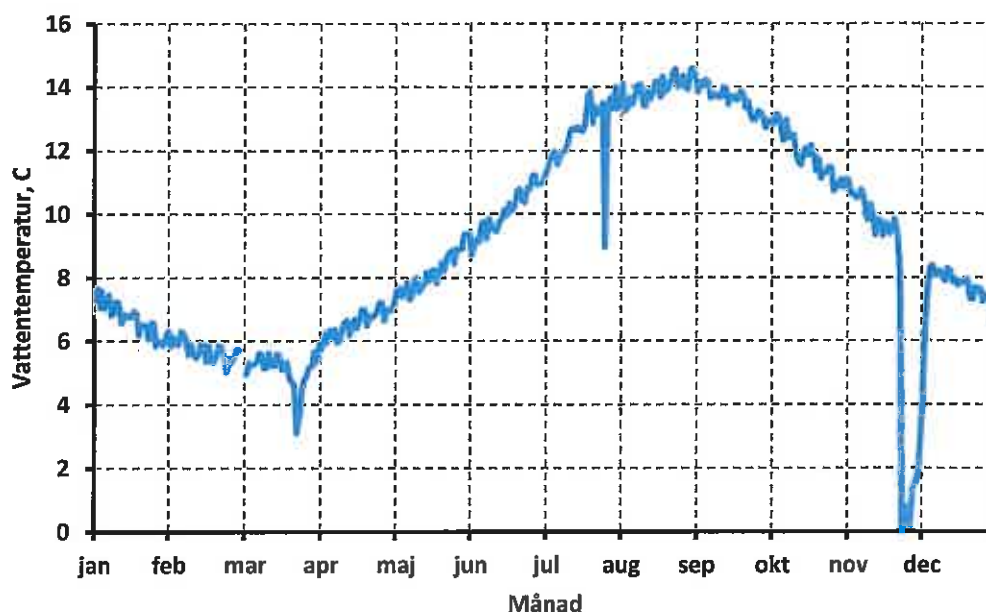
Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

1,2 kgSS/kgBOD₇. (Slamproduktionen kommer bli lägre till följd av högre slamålder). Försedimentering kommer inte tillämpas i framtiden heller.

- Medeltal för design:
 - Organiskt material. $7500 \times 0,05 = 375 \text{ kgBOD}_7/\text{d}$
 - Kväve: $7500 \times 0,012 = 90 \text{ kgN-tot/d}$
 - Fosfor: $7500 \times 0,0015 = 11 \text{ kgP-tot/d}$
 - Slamproduktion: $1,2 \text{ kgSS/kgBOD}_7$

Vattentemperaturen är en mycket viktig parameter i samband med biologisk kväveavskiljning. Figuren nedan visar temperaturen i inkommande vatten under 2010.



- 5 månader om året är temperaturen lägre än 8 C
 - Kväveavskiljning under 7 mån/år kräver $8000/(7 \times 30) = 38 \text{ kgN/d}$
- 5 månader om året är temperaturen högre än 10 C
 - Kväveavskiljning under 5 mån/år kräver $8000/(5 \times 30) = 53 \text{ kgN/d}$
 - Detta blir svårt med fördenitrifikation m h t hastigheter och mängd lättnedbrytbart i inkommande

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

6 Processval

6.1 Huvudalternativ

För att uppnå erforderlig kväveavskiljning, ca 8 ton N per år, kan några huvudalternativ urskiljas:

1. att behandla hela flödet under hela året och avskilja $8000/365 = 22 \text{ kgN/d}$ i medeltal
2. att behandla ett delflöde under hela året och avskilja $8000/365 = 22 \text{ kgN/d}$ i medeltal från detta delflöde.
3. att behandla hela flödet under en del av året, t ex 7 mån/år, och avskilja $8000/(7 \times 30) = 38 \text{ kgN/d}$ i medeltal.
4. att behandla ett delflöde under en del av året, t ex 7 mån/år, och avskilja $8000/(7 \times 30) = 38 \text{ kgN/d}$ i medeltal från detta delflöde.

För varje huvudalternativ finns sedan flera varianter att välja bland. Nästa frågeställning av principiell betydelse är om processen ska baseras på fördenitrifikation eller efterdenitrifikation.

En process baserad på efterdenitrifikation tar mindre plats, men har högre driftkostnad. Driftkostnaden för att denitrifiera 8 ton N per år med extern kolkälla kan skattas till ca 100 kkr per år. Eftersom denna driftkostnad ersätter erforderlig bassängvolym i ett alternativ med fördenitrifikation är det intressant att räkna om 100 kkr till en motsvarande investeringssumma. Med 5 % ränta och avskrivningstiden 33 år motsvarar 100 kkr/år en investering om 1,6 Mkr. I ett system med efterdenitrifikation krävs förstås också en lagringstank för etanol/metanol, invallning, doseringsutrustning och mätutrustning för att kunna dosera rätt, som inte krävs i ett system med fördenitrifikation.

En process baserad på fördenitrifikation utnyttjar det organiska materialet i inkommande vatten för denitrifikationen. Mängden organiskt material i inkommande vatten är i medeltal 375 kgBOD₇/d, varav ca hälften, 190 kgBOD₇/d, kan antas vara av lättnedbrytbar kvalitet (löst). Denna mängd kan antas räcka för denitrifikation av ca 40 kgN/d. Även den återstående fraktionen kan nyttjas för denitrifikation, men vid då vid lägre hastigheter än vad som kan påräknas för den lättnedbrytbara fraktionen.

Eftersom väldigt låga vattentemperaturer råder under stor del av året skulle en process enligt alternativ 1 ovan bli mycket volymkrävande.

En process enligt alternativ 4 skulle bli minst volymkrävande, men är knappast praktiskt intressant eller ens möjlig. Detta till följd av att det skulle krävas behandling av så stor andel av totalflödet under perioden för att komma åt tillräcklig mängd kväve och att fördenitrifikation inte vore tillämpligt för att mängden lättnedbrytbar organiskt material i delflödet inte skulle räcka.

I valet mellan alternativ 2 och 3, kan sägas att alternativ 3 ger fördelar i en enklare drift, eftersom det bara är en process, och att en process som designas för hela flödet under de 7 varmaste månaderna passar bra ihop med att belastningen är högre under sommarperioden.

Hans Carlsson 010-4522157

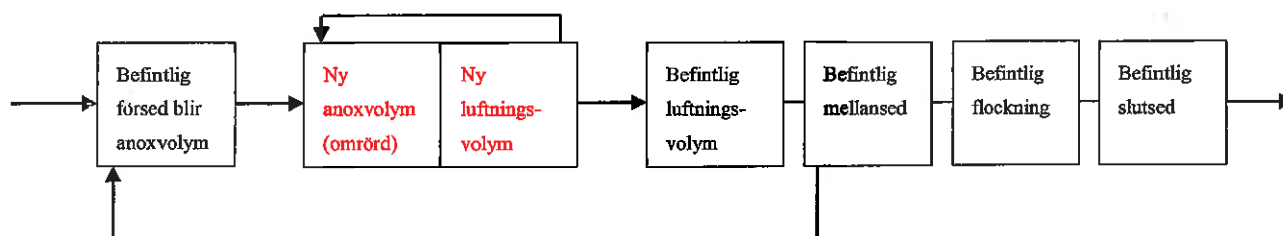
2011-04-11

Även alternativ 3 (d v s kväveavskiljning på hela flödet under 7 månader per år) kan utformas på flera olika sätt. Det ska här påpekas att en process som designas för att klara erforderlig kväveavskiljning under 7 månader per år på hela flödet kommer högst troligt att avskilja kväve under mer än 7 månader per år, men det betraktas som säkerhetsmarginal. Följande system jämförs översiktligt:

- Fördenitrifikation med aktivt slam (kontinuerlig)
- Fördenitrifikation med SBR
- Efterdenitrifikation med MBBR

6.2 Aktivt slam

En process baserad på fördenitrifikation med aktivt slam skulle inte få plats i befintliga bassängvolym, utan kräver betydande utbyggnad av bassängvolym (ca 2200 m³). Dock skulle utbyggnaden bli ganska enkel, eftersom befintliga mellansedimenterings-, flocknings- och eftersedimenteringsbassänger skulle kunna användas som i nuvarande drift. En sådan process skulle se ut enligt nedan:



Den erforderliga nya bassängvolymen anläggs utanför befintliga byggnader. Vattnet leds till och från de nya bassängvolymerna med självfall. En fördel med denna lösning är att hela den nya anläggningsdelen kan byggas utan att driften i den befintliga anläggningen påverkas.

6.3 SBR

En process baserad på fördenitrifikation med SBR skulle inte heller få plats i befintliga bassängvolym. Den totala erforderliga byggvolymen blir större än för alternativet med aktivt slam, eftersom sedimentering ingår i SBR-cykeln och därmed tar plats, i jämförelse med alternativet ovan där befintlig sedimentering utnyttjas. Vidare kan sägas att SBR har varierande vätskeyta, vilket innebär att vattnet antingen måste pumpas in till eller ut från SBR, eller både in och ut. Dessutom kräver SBR minst två enheter, vilket innebär dubbel utrustning av pumpar, dekanteringsystem, omrörare, luftarsystem, rördragning, syremätare etc. Sammantaget bedöms SBR bli dyrare än alternativet ovan med aktivt slam.

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

6.4 MBBR

En process baserad på efterdenitrifikation med rörligt bärmaterial (MBBR) skulle möjligen kunna få plats under följande förutsättningar:

- att försedimenteringen förses med nya skrapor och tas i drift igen för att minska mängden organiskt material till biosteget, vilket bl a innebär att det uppstår ett primärslam som riskerar sprida lukt (eftersom rötning inte finns).
- att befintliga luftningsbassänger fylls (till ca 60 %) med bärmaterial och förses med silanordningar som utlopp och nytt luftningssystem.
- att befintliga mellansedimenteringsbassänger görs om till nitrifikations- och denitrifikationsbassänger med bärmaterial (fylls till ca 60 %), förses med silanordningar som utlopp, nytt luftningssystem, omrörare och niträtmätare.
- att luftningen drivs så att höga syrehalter uppnås (5-6 mg/l).
- att etanoltank och doseringsutrustning införskaffas.
- att befintlig kemsedimentering byggs om till flotation för att säkerställa 0,3 mgP/l i utgående vatten (eftersom befintlig mellansedimentering har tagits i anspråk för andra ändamål).

Utöver dessa åtgärder erfordras även t ex nya blåsmaskiner, men det krävs oavsett alternativ. Investeringskostnaden för åtgärderna ovan bedöms grovt ligga i intervallet 4-5 Mkr.

Driftkostnaderna blir betydligt högre för detta alternativ än för alternativet med aktivt slam, framför allt när det gäller etanolkostnad men även kostnaden för elenergi till luftning, omrörning och flotation blir betydligt större.

Driften under ombyggnadstiden blir betydligt mer problematisk för detta alternativ än för alternativet med aktivt slam, eftersom i detta alternativ omfattas samtliga befintliga bassänger av åtgärder.

6.5 Slutbedömning

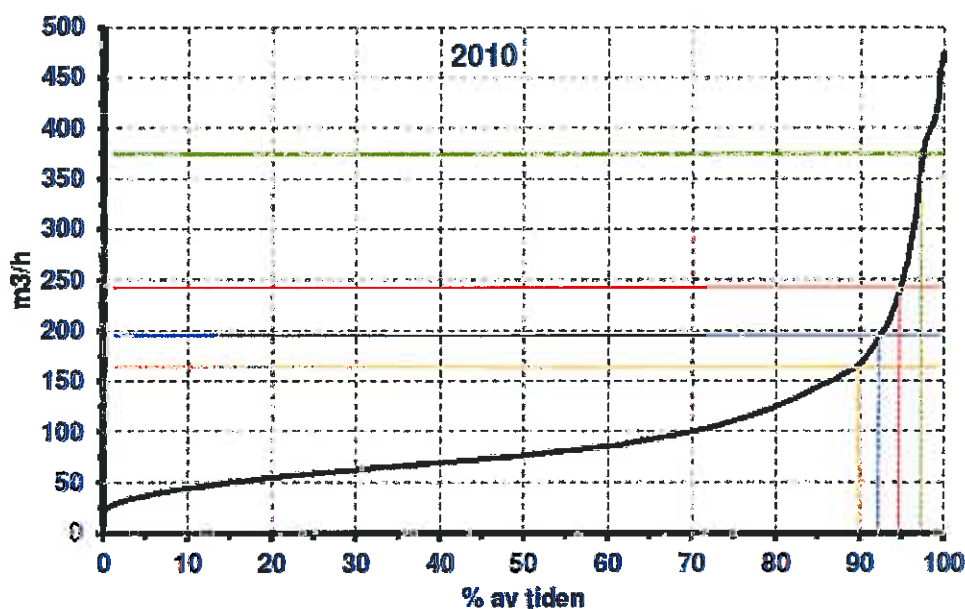
Totalt sett bedöms alternativet med fördenitrifikation i en process baserad på aktivt slam som mest förmånligt, och väljs därför.

7 Flöde och flödesbegränsning

Inkommande flöde varierar i tiden, och de olika sedimenteringsstegen behöver skyddas mot överbelastning vid de högsta inkommande flödena. Figuren nedan visar ett varaktighetsdiagram för 2010, som var ett flödesmässigt besvärligt år.

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11



Genom bearbetning av kurvan i varaktighetsdiagrammet kan den andel av årsvolymen som flöden upp till ett visst flöde utgör beräknas. Exempelvis kan beräknas att flöden upp till 165 m³/h (som föreligger under 90 % av tiden) motsvarar 88,7% av årsvolymen. Beräkningar som motsvarar de färgade linjerna ger:

Q>X, m ³ /h	% av tiden	% av årsvolym
165	10	11,3
195	7,5	8,9
240	5	5,9
375	2,5	1,0

Om man antar att höga flöden i stort sett fungerar som utspädning blir koncentrationerna i inkommande vatten vid olika flöden enligt nedan:

Q	BOD	N	P
m ³ /h	mg/l	mg/l	mg/l
100	156	37,5	4,6
150	104	25,0	3,1
200	78	18,8	2,3
250	63	15,0	1,8
300	52	12,5	1,5
350	45	10,7	1,3
400	39	9,4	1,1

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

Tabellen kan användas som underlag till att beräkna vad det icke förbileda vattnet måste uppfylla för att det haltmedelvärdet av förbilet och icke förbilet vatten ska motsvara utsläppskravet.

- Biosedimenteringen bör skyddas för flöden större än $200 \text{ m}^3/\text{h}$, dessa överskjutande flöden leds till flockning och kemsedimentering
 - om ca hälften av 78 mgBOD_7 är löst, d v s ca 40 mg/l , kommer dessa 40 mg/l med i utgående vatten, därtill kanske hälften av återstoden, d v s ytterligare ca $20 \text{ mg/l} \rightarrow 0,09 \times (40 + 20) = 5,4 \text{ mg/l} \rightarrow$ huvudflödet får då högst ha medelhalten: $0,91 \times X = 4,6 \rightarrow X = 5,1 \text{ mgBOD}_7/\text{l}$
- Kemsedimenteringen bör skyddas för flöden större än $300 \text{ m}^3/\text{h}$
 - $\rightarrow$ ca 3 % av årsvolymen innehåller $1,5 \text{ mgP/l} \rightarrow$ ger bidrag med ca $0,05 \text{ mgP/l} \rightarrow$ huvudflödet får då högst ha medelhalten: $0,97 \times X = 0,25 \rightarrow X = 0,26 \text{ mgP/l}$

I utredningen "Förslag till ny utformning av bräddning" finns förklarat hur flödesbegränsning enligt ovan kan ske.

8 Översiktlig design

8.1 Nya bassänger

För att upprätthålla nitrifikation vid 8°C krävs en aerob slamålder om ca 14 dygn. Slamproduktionen i biosteget beräknas till ca 450 kgSS/d . Under antagande att man klarar att hålla slamhalten i biosteget vid 3 kgSS/m^3 blir erforderlig luftad reaktorvolym 2100 m^3 . Utöver de befintliga luftningsbassängerna krävs då ca 1800 m^3 ny luftningsvolym.

Mängden kväve som måste denitrifieras per timme under de 7 kväveavskiljningsmånaderna blir $38 \times 1000 / 24 = 1583 \text{ gN/h}$. Om man räknar med en denitrifikationshastighet av $0,8 \text{ gN/kgSS} \times \text{h}$ krävs en 660 m^3 stor anoxvolym (omrörd). Om de befintliga försedimenteringsbassängerna med en volym av 300 m^3 tillsammans används som anoxvolym krävs ytterligare 360 m^3 , säg 400 m^3 för att få ytterligare lite säkerhetsmarginal.

Inkommande vatten och returslammet från biosedimenteringen måste då pumpas till dessa nya (befintliga) anoxbassänger. Från dessa anoxbassänger leds vattnet med självfall till en ny anläggningsdel med 400 m^3 anoxvolym och 1800 m^3 luftad volym. Från den nya anläggningsdelen leds vattnet med självfall till de befintliga luftningsbassängerna, och därifrån sedan till biosedimentering, flockning och kemsedimentering, som tidigare.

De erforderliga volymerna kan anläggas utanför, men nära, befintliga byggnader. Förslagsvis utförs volymerna i en större cirkulär bassäng med en mindre cirkulär bassäng inuti. Dessa nya bassänger ges ett vätskedjup av $5,5 \text{ m}$ (6 m höga väggar), och grävs ned 5 m för att möjliggöra självfall (därmed kommer bassängerna knappast heller att synas för allmänheten). Diametrarna blir $22,6 \text{ m}$ för den stora betongringen och $9,6 \text{ m}$ för den mindre betongringen.

Transporten av vatten till och från de nya bassängerna föreslås utföras som kommuniserande kärl m h a rör med diametern 500 mm så att tryckfallet endast blir någon cm. Ett rör leder

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

vattnet från de befintliga anoxbassängerna till den nya anoxbassängen i innerringen. Öppningar i botten av innerringen leder vattnet till den nya luftningsbassängen i ytterringen. Ett rör leder vattnet från ytterringen till de befintliga luftningsbassängerna.

Eftersom returslammet inte leder tillräckligt mycket nitrifierat kväve till anoxbassängerna krävs en recirkulationspump som pumpar vatten från ytterringen till innerringen. Denna pump behöver ha kapaciteten 50-200 m³/h.

Både de befintliga och nya anoxbassängerna förses med omrörare, och den nya luftningsbassängen förses med luftarsystem och syrehaltsmätare.

8.2 Luftbehov

I den framtida processen kommer ca 90 % av luftbehovet att föreligga i den nya luftningsbassängen med vätskedjupet 5,5 m.

Under nitrifikationsperioden beräknas det totala luftbehovet till 900 Nm³/h i medeltal och till 1500 Nm³/h maximalt.

Under den kallaste perioden då nitrifikation inte sker beräknas det totala luftbehovet till 600 Nm³/h i medeltal och till 1000 Nm³/h maximalt.

De två befintliga luftningsbassängerna har en bottenarea om ca 42 m² per bassäng. För att slammet inte ska sedimentera krävs ca 1,5 Nm³/h×m², vilket betyder att det krävs minst ca 60 Nm³/h totalt för de två bassängerna.

De beräknade luftbehoven ovan baserar sig på erfarenhetsvärden för några parametrar, framför allt alfa-värdet. Skulle alfa-värdet vara t ex 0,5 istället för antagna 0,7 ökar luftbehovet proportionellt, d v s med 40 % i detta exempel. Den framtida processen kommer att arbeta med en mycket högre slamålder och längre uppehållstid i luftningsbassängen än dagens process, vilket innebär att de organiska ämnena i inkommande vatten kommer att brytas ned mer i framtiden än idag. Detta borde innebära att alfa-värdet snarare förbättras än försämras jämfört med idag – givet att inkommande vatten inte ändrar karaktär på ett betydande sätt.

Nuvarande blåsmaskiner, som i princip har tjänat ut, klarar inte det mottryck som erfordras i den nya bassängen. För framtida situation krävs tre blåsmaskiner, förslagsvis enligt nedan:

- En ny frekvensstyrd maskin för de befintliga luftningsbassängerna med kapaciteten 100-200 Nm³/h.
- Två frekvensstyrda maskiner, varav en är reserv, för den nya luftningsbassängen med kapaciteten 500-1400 Nm³/h.

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

9 Kostnader

9.1 Investeringskostnad

För att kunna beräkna investeringskostnaden i grova drag har priser på de dominerande posterna tagits in från branchföretag. Dessa kostnader listas nedan:

Ny bassäng, inkl arbete:

	<u>kkkr</u>
• Grundvattensänkning	50
• Schaktning*	200
• Återfyllning	100
• Bottenplatta	550
• Yttering	1200
• Innerring	600
• Gångbrygga med räcke	100
• Omrörare	100
• Syrehaltsmätare	100
• Luftarsystem	350
• Recirkulationspump	100
• Totalt	3450

* Det har antagits att överblivna massor kan läggas i närheten.

Övriga åtgärder, inkl arbete:

	<u>kkkr</u>
• Omrörare	100
• Ledningar till och från ny bassäng*	450
• Blåsmaskiner, 3 st	300
• Luftledningar och ventiler	100
• Totalt	950

* Ledningarna är DN500 i material SS2348, 2x20 m har antagits, läggs i schakt.

Den totala entreprenadkostnaden beräknas således till 4,4 Mkr. Utöver denna kostnad tillkommer viss projektering, byggherreomkostnader och oförutsett. Här ska påpekas att befintliga el- och styr/regler-installationer antagits vara tillräckliga, samt att flödet kan ledas så som föreslagits ovan.

När det gäller möjligheterna att styra förbiledning och bräddning av flödet så som antagits här, har det gjorts en annan utredning som beräknade de totala kostnaderna för de erforderliga åtgärderna till ca 0,6 Mkr. Den totala entreprenadkostnaden stiger då till 5,0 Mkr.

Den totala projektkostnaden innehåller även posterna för tillkommande projektering, byggherreomkostnader och oförutsett. Posten oförutsett är naturligtvis svårast att bedöma, men en vanlig siffra är 12 %. Om man också antar att de andra två posterna tillsammans kostar 0,5 Mkr blir den **totala projektkostnaden ca 6 Mkr.**

Hans Carlsson 010-4522157

2011-04-11

9.2 Driftkostnad

Den driftkostnad som är relevant i sammanhanget är den extra förbrukning av elenergi som nitrifikationen kräver. Denna extra energiförbrukning beräknas till ca 60000 kWh per år i medeltal. Med elpriset 1 kr/kWh blir således den extra driftkostnaden 60 kkr/år.

9.3 Årskostnad

För att beräkna projektets årskostnad måste hänsyn tas till ränta, avskrivningstider och underhållskostnader. Dessutom måste driftkostnaden läggas till.

För byggreglaterade respektive maskinrelaterade kostnader används ofta avskrivningstiderna 33 år respektive 15 år. Av den totala summan kan ca 2/3 hänföras till byggkostnader och 1/3 till maskinkostnader, d v s 4 Mkr respektive 2 Mkr.

Med räntan 5 % och avskrivningstiderna 33 år respektive 15 år blir annuitetsfaktorena 0,062 respektive 0,096. Underhållskostnader beräknas ofta som 0,5 % per år av bygginvesteringen och 2 % per år av maskininvesteringen. Den för kväveavskiljningen relevanta extra driftkostnaden har beräknats till ca 60 kkr/år. Nedan visas en uppställning som visar projektets totala årskostnad.

	Annuitet	Underhåll	Årskostnad
Bygg	0,062	0,005	268 kkr
Maskin	0,096	0,02	232 kkr
Drift	-	-	60 kkr
Total årskostnad			560 kkr

9.4 Specifik kväveavskiljningskostnad

Den kvävemängd som avskiljs extra är ca 8 ton N per år. Den specifika kväveavskiljningskostnaden blir då 70 kr/kgN.