

FÖRSÖK MED KVÄVEREDUKTION VID RYAVERKET

P BALMÉR

Institutionen för
vattenförsörjnings- och avloppsteknik

ISSN 0280-4026

Nyckelord: Kvävereduktion, nitrifikation, denitrifikation, halvteknisk skala,
avloppsvatten

FÖRSÖK MED KVÄVEREDUKTION VID RYAVERKET

P BALMÉR

FÖRORD

Denna rapport har utarbetats på uppdrag av Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag.

Försöken har genomförts vid Ryaverket av GRYAAB:s personal. Arnold Arntsson har svarat för driften av anläggningen och Lennart Melin har svarat för analysuppföljningen.

Rapporten är utarbetad vid Institutionen för VA-teknik, Chalmers Tekniska Högskola. Doug Lumley har härvid svarat för datahantering och framställning av datorbearbetade figurer.

Göteborg den 8 mars 1985

Peter Balmér

SAMMANFATTNING

Under perioden juni-december 1984 har försök med kvävereduktion utförts vid Ryaverket. Försöken har utförts i halvteknisk skala med avloppsvattenflöden på 3-5 m³/h.

Den metod som prövats är biologisk oxidation-reduktion, anordnad med reduktionsdelen före oxidationsdelen och med stor recirkulation från oxidationsdelen till reduktionsdelen. Metoden har prövats dels i en kontaktstabiliseringsversion dels med en "konventionell utformning". Försöken visar att det är möjligt att uppnå kväveoxidation (nitrifikation) vid slamåldrar på ca 6 dygn (vid 15°C) och däröver. Viss kvävereduktion har uppnåtts då totalkvävehalterna var 5-10 mg/l lägre än i utgående vatten från Ryaverket under motsvarande tid.

Det bedöms inte möjligt att uppnå någon väsentligt ökad kvävereduktion inom ramen för befintliga bassängvolymen. Om en väsentlig kvävereduktion skall uppnås under hela året bedöms bassängvolymerna behöva utökas med ca 200 000 m³. Om kvävereduktion bara skall uppnås under de sex månaderna med högst avloppsvattentemperatur så behöver bassängvolymen utökas med ca 120 000 m³.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
FÖRORD	i
SAMMANFATTNING	ii
1. BAKGRUND	1
1.1 Allmänt	1
1.2 Principer för kvävereduktion	1
1.3 Processtekniska förutsättningar	2
2. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	6
2.1 Allmänt	6
2.2 Utförda försök	6
2.3 Provtagning och analyser	9
3. RESULTAT OCH DISKUSSION	11
4. MÖJLIGHETER ATT GENOMFÖRA KVÄVEREDUKTION PÅ RYAVERKET	15
4.1 Möjligheter inom det befintliga verket	15
4.2 Möjligheter till kvävereduktion med utökade byggnadsvolymer	17
5. SLUTSATSER	21
6. REFERENSER	22

FÖRSÖK MED KVÄVEREDUKTION VID RYAVERKET

1. BAKGRUND

1.1 Allmänt

I samband med koncessionsbehandlingen av utsläppet från Göteborgsregionens Ryaverks AB:s (GRYAAB) reningsverk Ryaverket har Statens Naturvårdsverk (SNV) yrkat på att möjligheterna för att genomföra kvävereduktion skall utredas.

Vid samråd mellan Länsstyrelsen i Ö-län, SNV och GRYAAB beslöts att det erforderliga underlaget för att bedöma förutsättningarna för kvävereduktion skulle inhämtas genom försök i halvteknisk-skala. Försöken har lagts upp i samråd mellan SNV, Länsstyrelsen, GRYAAB och CTH.

1.2 Principer för kvävereduktion

Det finns olika tekniska möjligheter att öka kvävereduktionen vid avloppsreningsverk. Det är enbart biologiska metoder baserade på mikrobiell oxidation av ammonium till nitrat och mikrobiell reduktion av nitrat till kvävgas som har bedömts som realistiska för tillämpning på Ryaverket.

Det har sedan slutet av 1970-talet utvecklats ett antal olika tekniska förfaranden för att genomföra biologisk kvävereduktion. Den metod som förefaller ge de bästa resultaten i förhållande till kostnaderna är i princip uppbyggd som i figur 1.1.

Inkommande avloppsvatten leds in i en icke luftad (anoxisk bassäng). Inkommande avloppsvattens kväveföreningar påverkas ej i denna bassäng. Den efterföljande bassängen är luftad. Under förutsättning att belastningen är tillräckligt låg sker i denna en oxidation av avloppsvattnets kväveföreningar till nitrat. Genom returslampumpningen och genom en internrecirkulation från den luftade bassängen till den icke luftade, förs nitrathaltigt

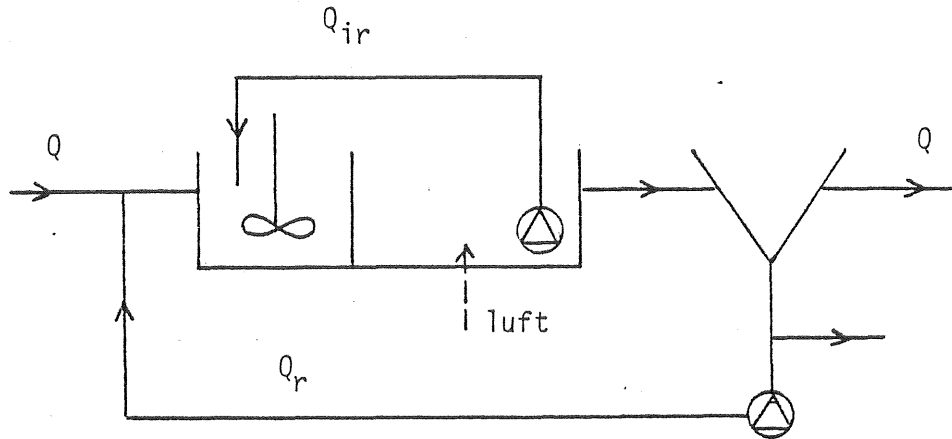


Fig 1.1. Flytschema för en anläggning för biologisk oxidation-reduktion av kväve.

vatten tillbaka till den anoxiska bassängen. Nitraterna kan nu här tjäna som oxidationsmedel vid mikrobiell oxidation av det organiska materialet i inkommande avloppsvatten. Nitraterna reduceras härvid till kvävgas.

1.3 Processtekniska förutsättningar

I en anläggning av den typ som är skissad i fig 1.1 kommer det vid låg belastning att finnas såväl kväveoxiderande bakterier (nitrifikationsbakterier) som bakterier vilka oxiderar organiskt material, här kallade koloxiderande bakterier.

De koloxiderande bakteriernas tillväxt bestäms i huvudsak av hur mycket nedbrytbart organiskt material som kommer in till anläggningen. Bakteriernas specifika tillväxthastighet, μ , bestäms sedan av hur mycket bakterieslam som finns i anläggningen. Mängden bakterieslam beror av bassängernas volym och slamhalten i dessa.

Den specifika tillväxthastigheten, μ , är alltså

$$\mu = \frac{\text{daglig tillväxt av slam i anläggningen}}{\text{slammängd i anläggningen}}$$

I stället för specifik tillväxthastighet använder man ofta begreppet slamålder, G , vilket är bakterieslammets nominella uppehållstid i anläggningen. Slamåldern är

$$G = \frac{\text{slammängd i anläggningen}}{\text{daglig tillväxt av slam i anläggningen}}$$

För att hålla slammängden konstant måste man ta ut lika mycket slam som det bildas. Uttag av slam sker huvudsakligast som sk överskottsslam men en del slam följer också med utgående vatten.

Slamåldern blir då

$$G = \frac{V \cdot C_{SS_L}}{Q_{\text{ö}} \cdot C_{SS_{\text{ö}}} + Q \cdot C_{SS_{\text{ut}}}}$$

där

- G = slamålder, d
- V = bassängvolym, m^3
- Q = utgående flöde \cong tillrinning, m^3/d
- $Q_{\text{ö}}$ = överskottsslamuttag, m^3/d
- C_{SS_L} = slamhalt i bassängerna, kg/m^3
- $C_{SS_{\text{ö}}}$ = slamhalt i överskottsslam, kg/m^3
- $C_{SS_{\text{ut}}}$ = slamhalt i utgående vatten, kg/m^3

De kväveoxiderande bakteriernas specifika tillväxthastighet, μ_N beror främst av temperaturen. De kväveoxiderande bakterierna kan emellertid enbart tillväxa under aeroba betingelser.

Den mängd kväveoxiderande bakterier som tillväxer per tidsenhet blir då

$$\mu_N \cdot C_{SS_L}^N \cdot V_L$$

där μ_N = de kväveoxiderande bakteriernas specifika tillväxthastighet, d^{-1}

$C_{SS_L}^N$ = konc av kväveoxiderande bakterier i bassängen, kg/m^3

V_L = den luftade bassängens volym, m^3

Den totala tillväxten av bakterier är

$$\frac{1}{G} \cdot C_{SS_L} (V_A + V_L)$$

där V_A = den anoxiska bassängens volym, m

Denna mängd bakterieslam måste då dagligen tas ut ur anläggningen. Den mängd kväveoxiderande bakterier som tas ut blir då

$$\frac{1}{G} \cdot C_{SS_L} (V_A + V_L) \frac{C_{SS_L}^N}{C_{SS_L}}$$

En förutsättning för att kunna behålla de kväveoxiderande bakterierna i anläggningen är att uttaget ej är större än tillväxten d v s

$$\mu_N \cdot C_{SS_L}^N \cdot V_L \geq \frac{1}{G} \cdot C_{SS_L} (V_A + V_L) \frac{C_{SS_L}^N}{C_{SS_L}}$$

$$G \geq \frac{1}{\mu_N} \frac{V_A + V_L}{V_L}$$

För att man skall kunna få kväveoxidation (nitrifiering) får alltså slamåldern ej understiga ett värde som ges av de kväveoxiderande bakteriernas specifika tillväxthastighet under de aktuella betingelserna och av förhållandet mellan total bassängvolym och luftad bassängvolym.

Den biologiska denitrifieringen kan genomföras av många koloxiderande organismer. Det innebär att dessa kan utnyttja såväl syre som nitrat som oxidationsmedel (elektronacceptor). Syre är det oxidationsmedel som föredras och denitrifikation kan därför påräknas enbart under syrefria förhållanden eller då syrehalten är låg. En förutsättning för denitrifikation är också att det finns tillgång på lätt oxiderbart organiskt material.

Vid system baserade på intern recirkulation av nitrat begränsas den möjliga denitrifikationen av recirkulationen. En materialbalansbetraktelse visar att maximal uppnåelig procentuell denitrifikation är, med beteckningar enligt figur 1.1:

$$\frac{Q_r + Q_{ir}}{Q + Q_r + Q_{ir}} \cdot 100$$

2. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

2.1 Allmänt

Försöken skulle enligt de ursprungliga planerna läggas upp så att man i en första period gjorde försök under de betingelser som råder vid Ryaverket vid torrväderstillrinning. I en andra period skulle sedan försöken utföras under de betingelser som råder vid medeltillrinning.

Vid Ryaverket finns möjligheter att driva verket dels som en konventionell aktivt slamanläggning dels som en kontaktstabiliseringsanläggning, d v s returslammet luftas separat innan det återförs. Då försöksanläggningen består av två parallellt arbetande linjer ansågs det lämpligt att prova bägge dessa varianter.

Under den första försökseperioden visade det sig att hög kvävereduktion ej kunde uppnås. De försök med högre hydraulisk belastning som var planlagda för period II kunde då förväntas ge än sämre kvävereduktion speciellt som vattentemperaturen också skulle bli lägre under period II. Det beslöts därför att period II istället skulle genomföras vid lägre belastning än period I.

2.2 Utförda försök

Försöken har utförts i den vid Ryaverket befintliga försöksanläggningen. I denna går vattnet först in i en försedimenteringsbassäng. Försedimenterat vatten tillförs därefter två lika aktivtslamlinjer. Vardera linjen består av en luftningstank på 25 m^3 indelad i 10 lika stora fack och en konformad sedimenteringsbassäng med arean $7,0 \text{ m}^2$ och volymen $12,7 \text{ m}^3$. Försöksanläggningens utformning framgår av figur 2.1.

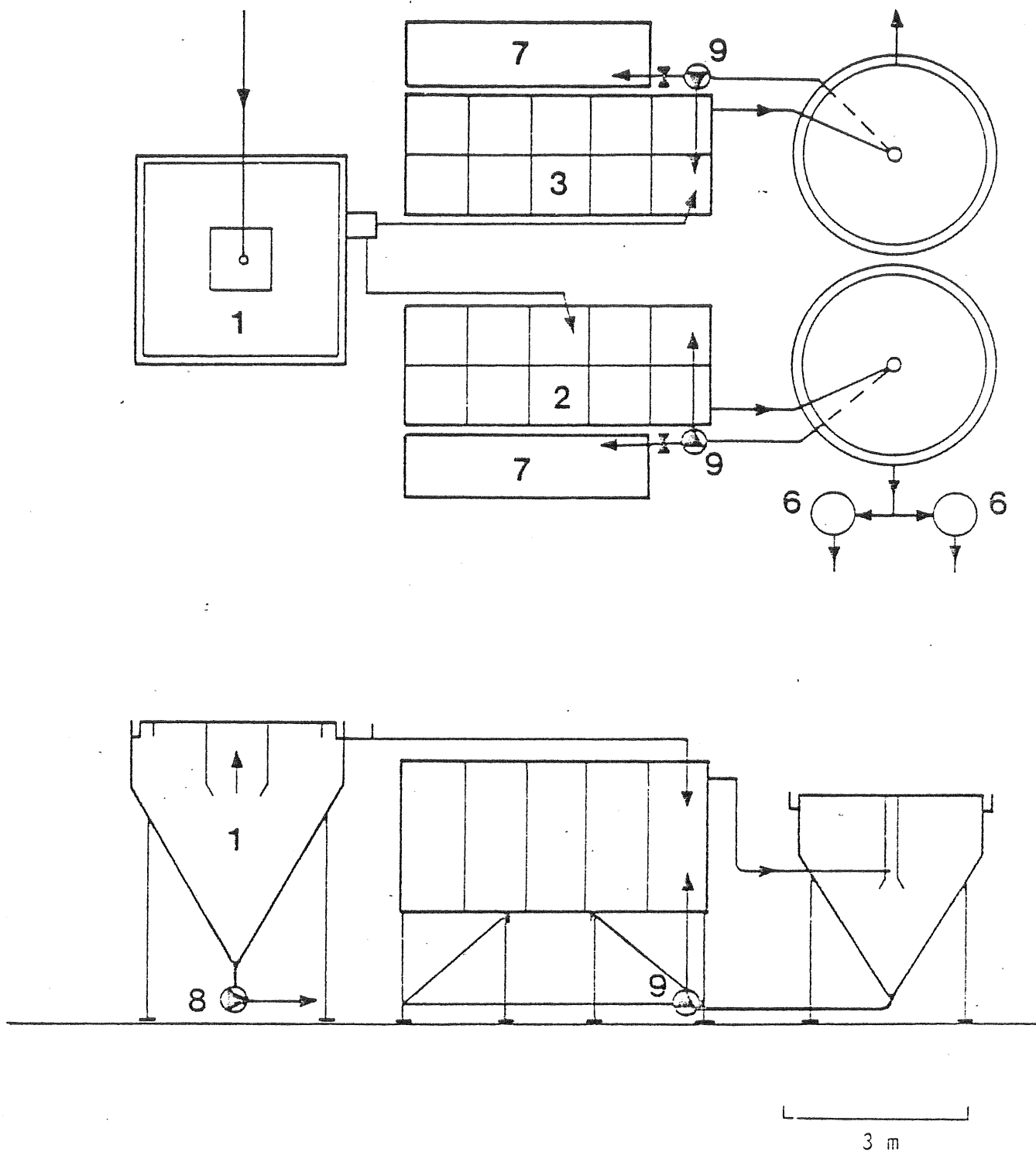


Fig 2.1. Försökanläggningens utformning.

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Försedimentering | 6. Filter (ej använda i detta försök) |
| 2. Luftningsbassäng linje A | 7. Behållare för överskottslam |
| 3. Luftningsbassäng linje B | 3. Primärslampump |
| 4. Eftersedimentering linje A | 9. Returslampumpar |
| 5. Eftersedimentering linje B | |

Under försöken var linje A utformad på följande sätt:

Tank 1-2 Returslamluftning

Tank 3-6 Icke luftade, omröring med hjälp av dränk-
bara pumpar

Tank 7-10 Luftade

Inkommande vatten in till tank 3

Returslam in till tank 1

Interncirkulation från tank 10 till tank 3

Under försöken var linje B utformad på följande sätt:

Tank 1-4 Icke luftade, omröring med hjälp av dränk-
bara pumpar

Tank 5-10 Luftade

Inkommande vatten in till tank 1

Returslam in till tank 1

Interncirkulation från tank 10 till tank 1

Flytschema för de bägge linjerna framgår av fig 2.2.

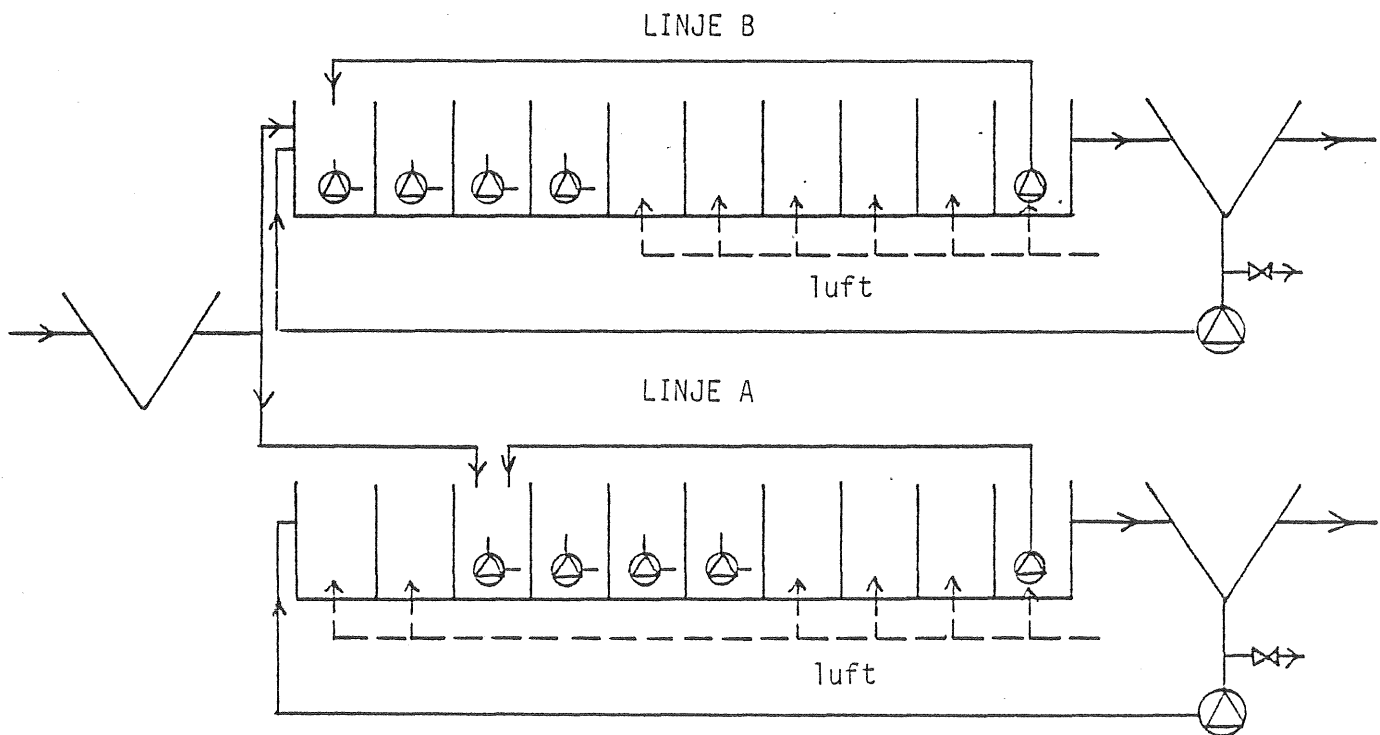


Fig 2. Flytschema för försöksanläggningen.

Försöksbetingelserna vid de försök som utförts framgår av tabell 2.1.

Tabell 2.1. Genomsnittliga driftsbetingelser vid kvävereduktionsförsök i pilotskala vid Ryaverket.

	Linje A		Linje B	
	Period I	Period II	Period I	Period II
Flöde, m ³ /h	5,4	2,9	5,4	2,8
Returslamflöde, m ³ /h	2,8	1,3	2,8	1,3
Nom. uppehållstid ¹ i luftade bassänger, h	1,8	3,4	2,8	5,4
Nom. uppehållstid ¹ i anoxiska bassänger, h	1,8	3,4	1,8	3,6
Nom. uppehållstid ¹ i slamluftningsbass, h	1,8	3,8	-	-
Överskottsslam, m ³ /d	0,72	0,53	0,73	0,54
Slamhalt i luftningsbassänger, kg/m ³	3,5	2,1	3,4	1,9
Slamålder ² , totalt, d	12,2	15,2	8,6	10,4
Slamålder ² , beräknat enbart på luftade bass	8,6	11,0	5,2	6,2

1) Recirkulationsflöden ej medräknade

2) Slamåldern kan ej säkert beräknas då suspenderade ämnen bestämts enbart 2 ggr per vecka. Till uttagen överskottsslam mängd har lagts suspenderade ämnen i utgående vatten schablonmässigt satt till 20 mg/l.

2.3 Provtagning och analyser

Prov på försedimenterat vatten och utgående vatten från de båda försökslinjerna har tagits som dygnsblandprov med automatiska provtagare av skedtyp. Uppsamlingskärlen har ej varit kylda. Flertalet analyser har utförts vid Ryaverket samma dygn som provet togs. Kväveföreningen har analyserats vid Göteborgs VA-verks laboratorium. Prover för ammonium-, och nitratanalyser har centrifugerats omedelbart efter provtagning.

På grund av att laboratoriekapaciteten ej var tillräcklig kunde analyser utföras enbart 2 gånger per vecka. Analysprogrammet framgår av nedanstående uppställning.

Parameter	Provpunkt			
	Försedimenterat vatten	Utgående vatten	Luftnings tank 10	Returslam
pH	x	x		
alkalinitet	x	x		
susp ämnen	x	x	x	x
slamvolym			x	
total fosfor	x	x		
fosfat fosfor	x	x		
COD	x	x		
Kjeldahl kväve ¹⁾	x	x		
ammonium kväve	x	x		
nitrat kväve	x	x		

¹⁾ utfördes ej under etapp 1

Utöver analyserna ovan har alla flöden kontrollerats varje vardag. Syre mättes vardagar i samtliga tankar.

3. RESULTAT OCH DISKUSSION

Alla primärvärden framgår av datorutskriften i bilaga 1.

I figur 3.1 har ammonium och i figur 3.2 nitratvärdena i utgående vatten lagts in under den tid försöken löpte. I figur 3.2 finns alkaliniteten för samma tid.

Av figurerna framgår tydligt att man under första delen av period I hade en avsevärd nitrifikation men att denna sjönk markant mot slutet av perioden. Den försämrade nitrifikationen vecka 33-34 initierades av mekaniska störningar i försöksutrustningen. Efter det att störningarna åtgärdats återkom dock ej nitrifikationen.

Från och med vecka 40 drevs linje B och från och med vecka 42 även linje A med den lägre hydrauliska belastningen. Under vecka 40 till 42 var även de anoxiska bassängerna luftade. Syftet härmed var att snabbt få igång nitrifikationen. Vecka 43 stängdes luften till de anoxiska bassängerna och period II startades. Härvid erhålls en god nitrifikation. Den goda nitrifikationen kan i början av perioden ha påverkats positivt av det förhållandet att alla bassängerna varit luftade de närmaste föregående veckorna.

Mot slutet av period II sjunker nitrifikationen.

Ser man på figurerna för summan av ammonium-, nitrit, och nitratkväve, figur 3.4 och jämför med motsvarande data för utgående vatten från Ryaverket så bör man kunna få en bild av vilken kvävereduktion som erhållits på det undersökta driftsättet. Man kan då konstatera att under period I var summan av ammonium-, och nitratkväve 2-8 mg/l lägre i linje A jämfört med Ryaverket.

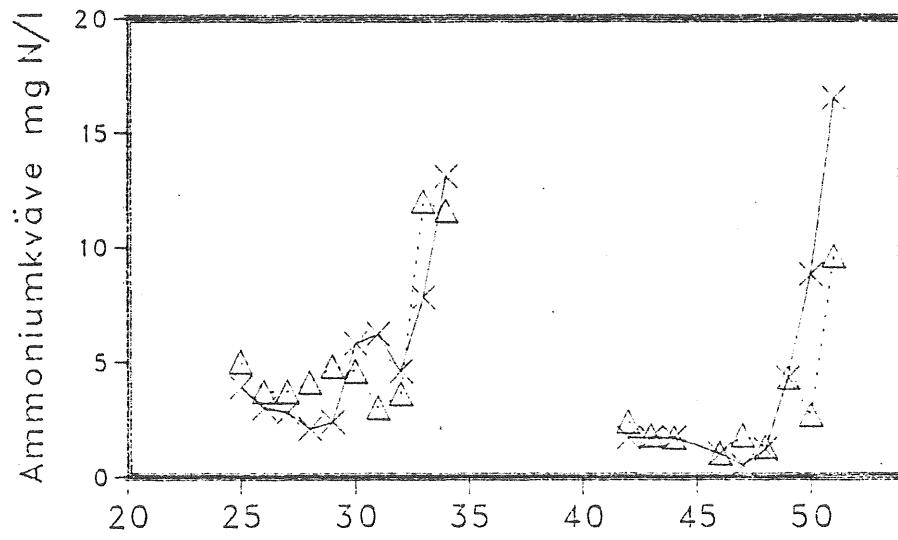


Fig 3.1 Ammoniumkoncentrationer i utgående vatten från försökslinje A (△) och B (×) vecka 25-34 och 42-51 1984.

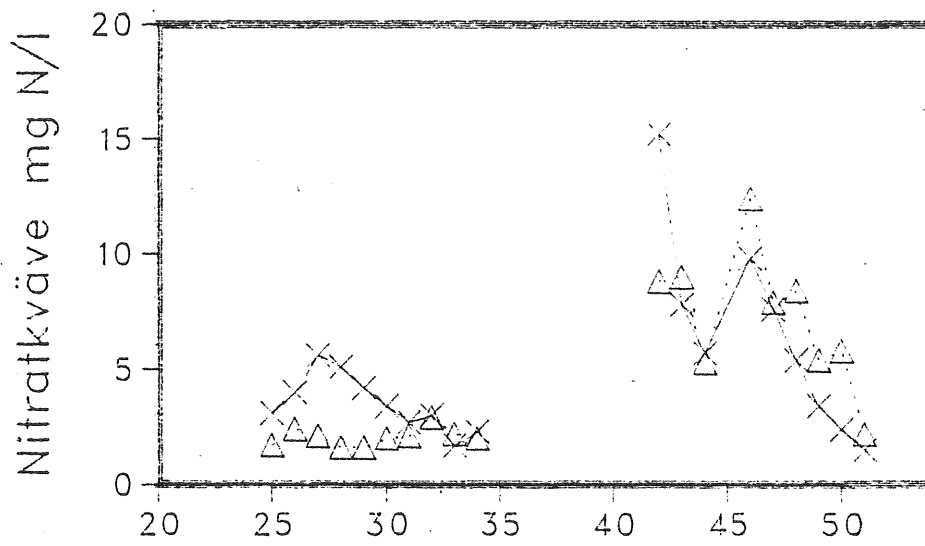


Fig 3.2 Nitratkoncentrationer i utgående vatten från försökslinje A (△) och B (×) vecka 25-34 och 42-51 1984.

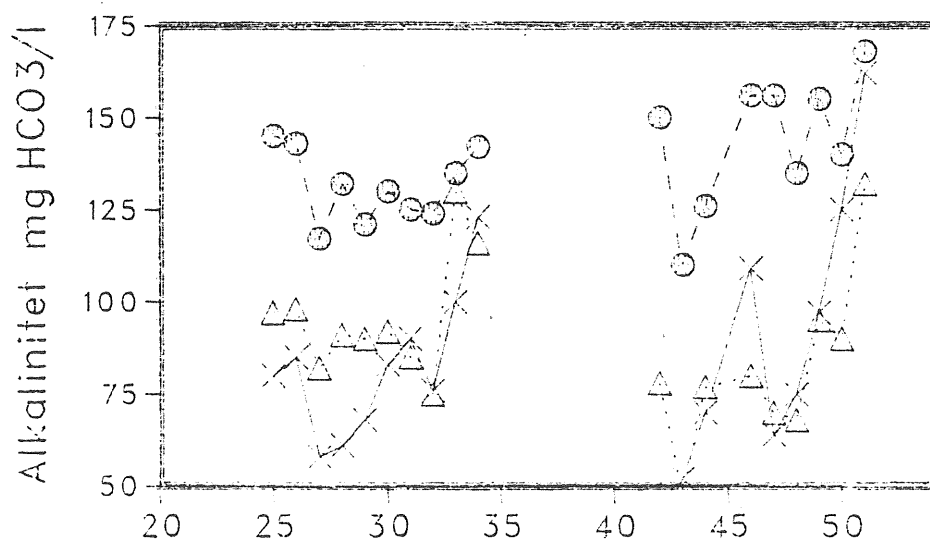


Fig 3.3 Alkalinitet i försedimenterat vatten (○) och i utgående vatten från försökslinje A (△) och B (×) vecka 25-34 och 42-51 1984.

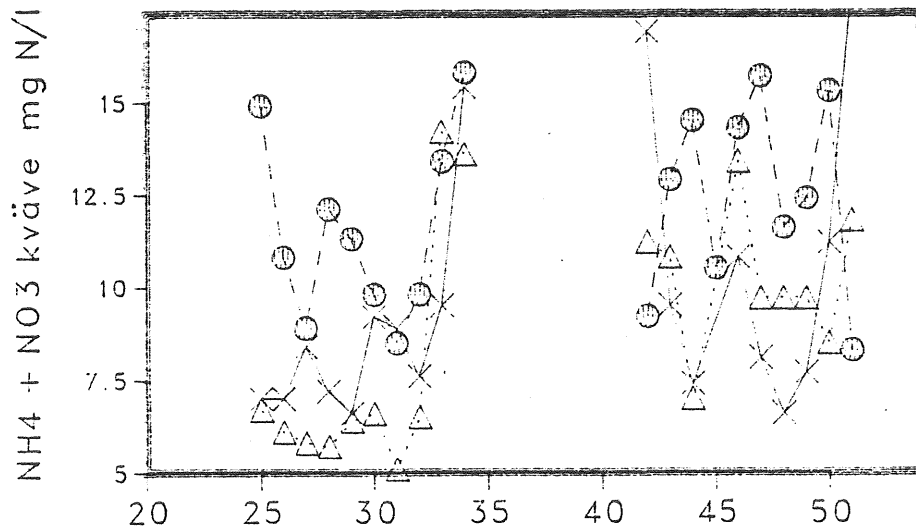


Fig 3.4 Summan av ammonium-, och nitratkväve i utgående vatten från Ryaverket (○) och från försökslinje A (△) och B (×) vecka 25-34 och 42-51 1984.

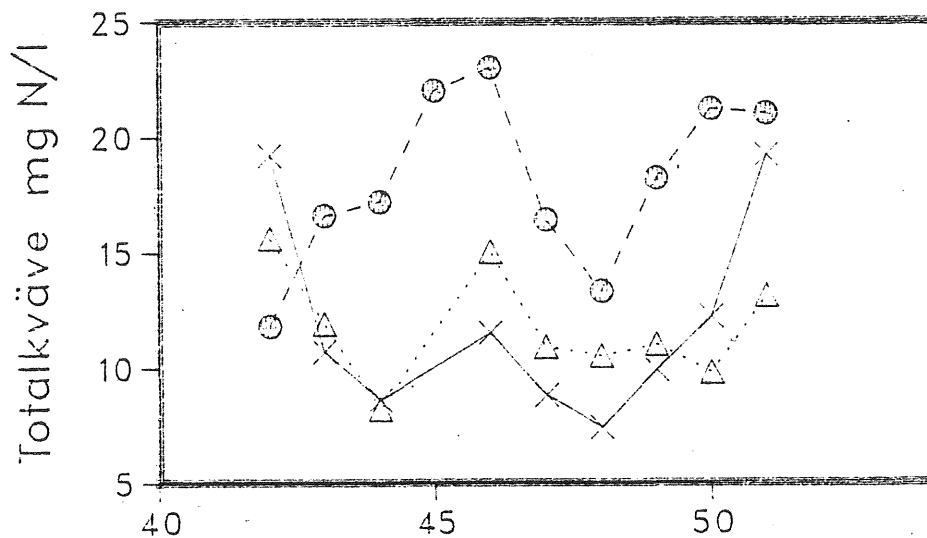


Fig 3.5 Totalalkväve i utgående vatten från Ryaverket (○) och från försökslinje A (△) och B (×) vecka 42-51 1984.

Under period II var skillnaderna tidvis mindre. Här finns dock också möjlighet att jämföra totalkvävekoncentration. Såväl linje A som B ligger 5-10 mg/l lägre än utgående vatten från Ryaverket vilket motsvarar 25-50% högre kvävereduktion.

Jämför man linje A (separat luftning av returslam) med linje B (ingen separat luftning av returslam) så borde förutsättningarna för nitrifikation varit bättre i linje A genom att det här är större mängd slam (ca 30% mer) i systemet och dessutom så befinner sig en större andel (70% gentemot 60%) av slammet i

luftade bassänger där de kväveoxiderande bakterierna har möjlighet att tillväxa.

Någon klar skillnad i nitrifikation mellan de bägge linjerna kan dock ej påvisas. En möjlig förklaring härtill kan vara att tillgången på ammonium kan bli begränsande i slamluftningsbassängerna. Det föreliggande datamaterialet ger ej möjlighet till några närmare bedömningar. En detaljstudie som gjordes under period II styrker dock ej denna förklaring.

Vad gäller denitrifikation skulle ej någon skillnad kunna påräknas mellan linje A och linje B.

Nitrathalterna är dock under period I lägre i linje A än i linje B. Den troliga förklaringen härtill är syrekoncentrationerna i det recirkulerade vattnet. Vid flertalet mätningar har syrekoncentrationerna i bassäng 10 varit klart högre i linje B jämfört med motsvarande mätpunkt i linje A. Den större syretillförseln till de anoxiska tankarna i linje B kan ha medfört dels en högre redoxpotential dels att en större andel av det för denitrifikationen nödvändiga nedbrytbara organiska materialet förbrukades.

4. MÖJLIGHETER ATT GENOMFÖRA KVÄVEREDUKTION PÅ RYAVERKET

En diskussion om möjligheterna att förbättra kvävereduktionen vid Ryaverket kan lämpligen föras dels från förutsättningen att åtgärderna skall genomföras i huvudsak inom de befintliga byggnadsvolymerna dels från förutsättningen att ytterligare volymer kan byggas till.

4.1 Möjligheter inom det befintliga verket

Sedan Ryaverket byggdes till med försedimentering och luftning finns det nu erfarenhet från 2,5 års drift.

Då en förutsättning för en väsentligt förbättrad kvävereduktion är en långtgående nitrifiering, kan det vara lämpligt att se i vilken utsträckning nitrifiering skett under denna tid. Om man studerar driftdata på Ryaverket kan man konstatera att såväl under 1983 som 1984 har en viss nitrifikation skett under 4-6 veckor sommartid. Möjligheterna för nitrifikationsbakterierna att utvecklas beror av slamåldern.

Den tillväxthastighet nitrifikationsbakterierna kan uppnå är starkt temperaturberoende. Därför har som ett mått på förutsättningarna för nitrifikation tagits $G * e^{0,098(T-15)}$ där T är temperaturen i °C (EPA 1975) och G är slamåldern i dygn. I figur 4.1 illustreras hur nitrifikationen beror av "temperaturkorri-gerad" slamålder.

Av figuren framgår att för en långtgående nitrifikation (ammiumkväve ut <15% av totalkväve in) så krävs det en "temperaturkorri-gerad" slamålder på minst ca 15 dygn. En slamålder på 15 dygn rekommenderas också i flera handböcker och dimensionerings-råd.

Om kvävereduktion skall erhållas måste en del av luftningsbas-sängvolymen byggas om till denitrifikationsbassänger d v s till bassänger som är omrörda men ej luftade. En ombyggnad av 30-40%

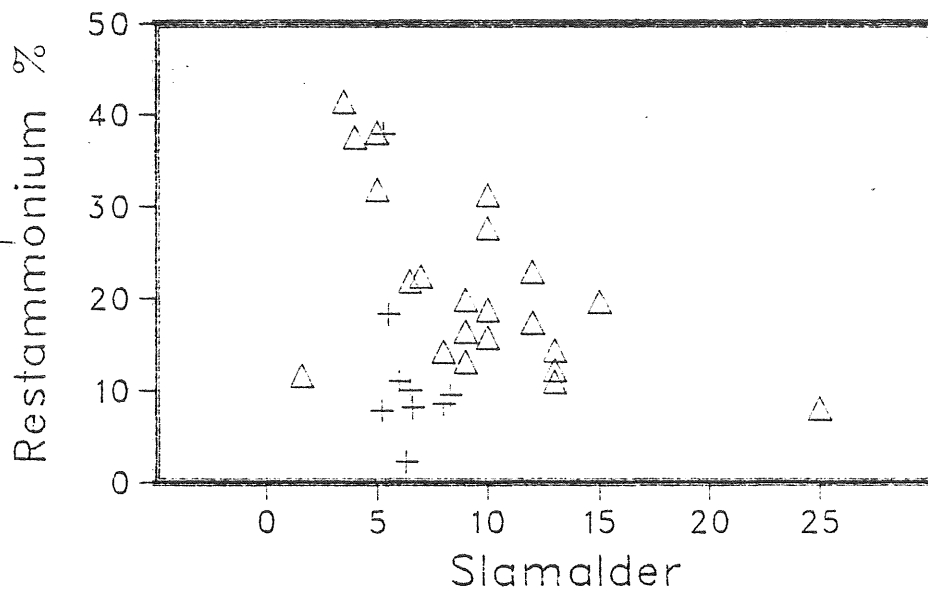


Fig 4.1 Nitrifikation (uttryckt som ammoniumkväve i utgående vatten i procent av totalkväve i ingående vatten) mot slamåldern gånger faktorn $e^{0,098(T-15)}$. Data från Ryaverket (Δ) sommaren 1983 och 1984 och från försöksanläggningen (+) period II. Slamåldern för försöksanläggningen är angivet som slamåldern gånger förhållandet luftad volym/(luftad volym+anox volym).

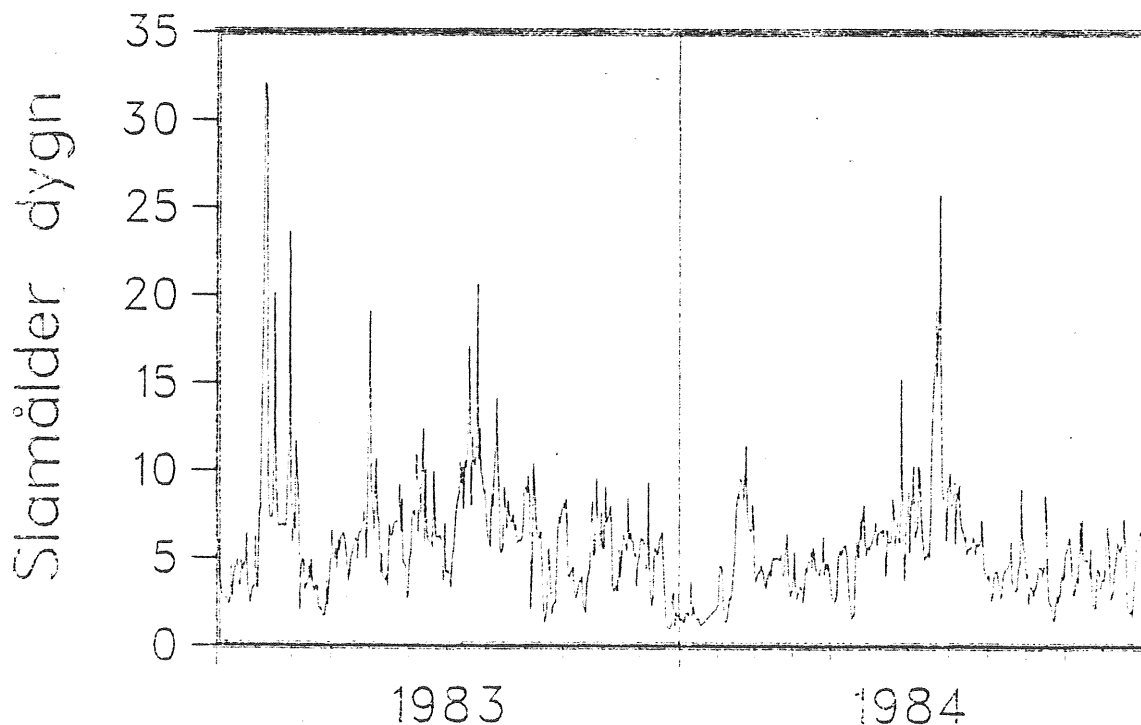


Fig 4.2 Slamålder vid Ryaverket 1983-1984. Slamåldern är beräknad som ett 5-dygn glidande medelvärde där de ingående 5 dygnen viktats i förhållandet 0,70:0,21:0,063:0,019:0,006.

av luftningsbassängvolymen till denitrifikationsbassänger kommer att medföra en minskning av möjligheterna till nitrifikation. Mängden slam som har förutsättning att nitrifiera kommer att minska med 15-40% beroende på driftsätt.

De slamåldrar som man klarat upprätthålla i Ryaverket under praktisk drift är 4-8 dygn, figur 4.2. Om en del av bassängvolymerna byggs om till anoxiska bassänger bör denna slamålder nedräknas med 15-40%.

Det är från ovanstående resonemang och från den nitrifikation som erhållits i praktisk drift åren 1983-1984 uppenbart att en modifiering av det befintliga verket för kvävereduktion ej är meningsfull. Möjligen kan man under någon vecka med hög vattentemperatur och låg hydraulisk belastning uppnå en viss förbättring av kvävereduktion men under resten av året är åtgärden meningslös.

4.2 Möjligheter till kvävereduktion med utökade byggnads- volym

En förbättrad kvävereduktion genom biologisk oxidation och reduktion har kunnat uppnås vid flera anläggningar såväl under försöksdrift som under praktisk drift i full skala. Det finns ingenting som indikerar att detta inte också skulle vara möjligt på Ryaverket bara volymerna för nitrifikation och denitrifikation är tillräckligt stora.

Om man önskar uppnå nitrifikation under hela året så måste man utgå från att avloppsvattentemperaturen under perioden december - mars under stor del av tiden ligger under 10⁰C, se figur 4.3.

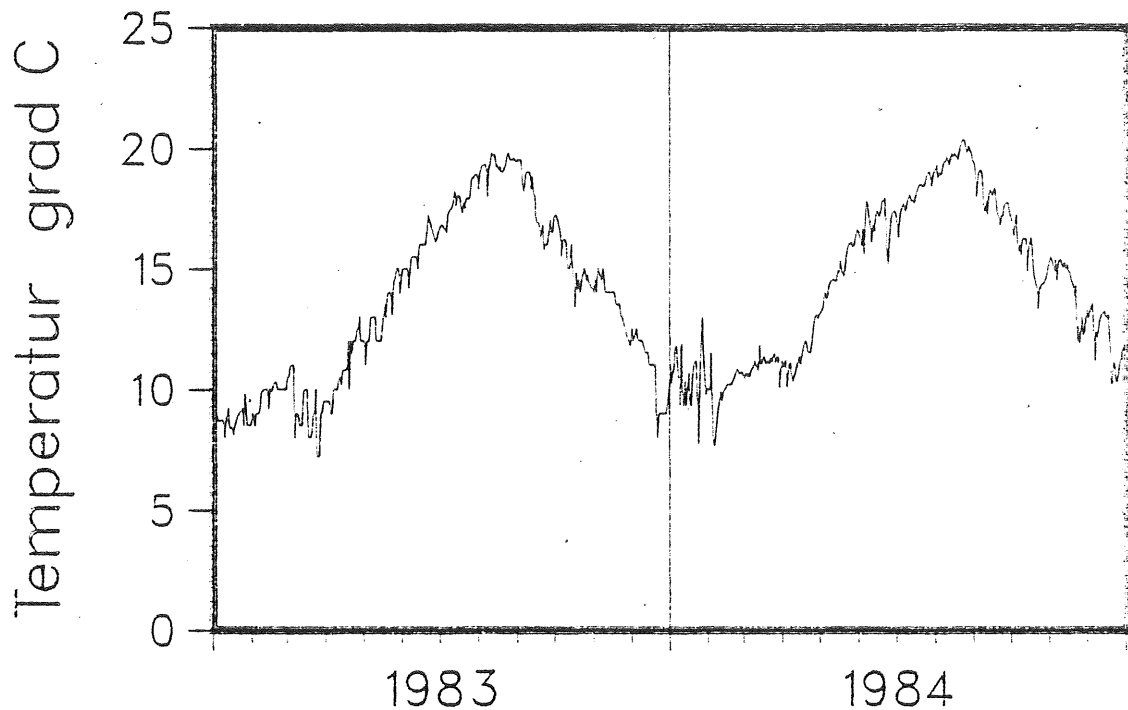


Fig 4.3 Avloppsvattentemperatur vid Ryaverket 1983-1984.

Lämplig dimensionerande temperatur torde vara omkring $9,0^{\circ}\text{C}$. Om man nöjer sig med nitrifikation under halva året blir den dimensionerande temperaturen ca 14°C . Om man sedan dessutom förutsätter följande

- nödvändig slamålder vid 15°C är 15 dygn
- de kväveoxiderande bakteriernas tillväxthastighet förändras med 10% per grad C
- anoxbassängerna är hälften så stora som luftningsbassängerna
- slamhalt i luftningsbassängerna är den vid Ryaverket normala ca $2,5 \text{ kg/m}^3$
- överskottsslammängd inkl suspenderade ämnen i utgående vatten är 31,5 ton TS/dygn

så kan nödvändig volym för luftningsbassänger och anoxbassänger beräknas. Volymerna blir

vid 9°C som dim temperatur - 510 000 m³

vid 14°C som dim temperatur - 310 000 m³

Detta skall jämföras med Ryaverkets nuvarande luftningsbassängvolym som är ca 40 000 m³.

De beräknade volymerna är mycket stora. Flera faktorer kan göra att de nödvändiga bassängvolymerna minskar. Några sådana förhållanden diskuteras kortfattat nedan.

I försöksanläggningen gick det att uppnå i de närmaste fullständig nitrifikation vid en slamålder ned till ca 6 dygn vid en temperatur av 14°C, figur 4.1. Detta stämmer mycket bra med litteraturdata (EPA 1975). En dimensionering med denna utgångspunkt skulle minska luftningsbassängvolymen till ca 40% av volymerna ovan. Förklaringen till att bättre resultat uppnåddes i försöksanläggningen är troligen att denna under period II gick störningsfritt med jämn hydraulisk belastning och i det närmaste konstant slamålder. Ryaverket mottar en starkt växlande tillrinning och en genomgång av driftdata visar stora fluktuationer i slamåldern. Genom olika åtgärder kan dessa förhållanden säkert förbättras men det är mycket tveksamt om man kan påräkna lika goda driftbetingelser som i försöksanläggningen.

Genom att hålla högre slamhalter kan också volymerna sänkas. Nödvändig volym för luftningsbassänger och anoxbassänger är omvänt proportionell mot slamhalten. Om slamhalten skall ökas måste dock sedimenteringsbassängerna utökas. Grovt sett kan man utgå från att en fördubblad slamhalt ger en fördubblad sedimenteringsbassängvolym. Totalt sett är det därför likväl gynnsamt att öka slamhalten.

Genom t ex kontaktstabilisering kan man höja genomsnittlig slamhalt i luftningsbassängen utan att detta negativt inverkar på sedimenteringen. De utförda försöken var speciellt inriktade

på detta men någon förbättrad nitrifikation kunde ej påvisas.

Genom s k förfällning kan en del av avloppsvattnets suspenderade material avlägsnas innan det når luftningsbassängen. Med samma bassängvolym bör man då kunna uppnå längre slamålder. De försök som gjordes i fullskala med förfällning medförde emellertid inte någon väsentligt längre slamålder. Under förfällningsperioden erhöles också ett slam som hade dåliga sedimenteringsegenskaper. Det är därför mycket tveksamt om man vid Ryaverket kan påräkna någon reell förbättring av betingelserna för nitrifikation genom förfällning.

Om man på bakgrund av ovanstående diskussion skulle göra en uppskattning av minsta tänkbara bassängvolym som Rya-verket måste utökas med så blir det

vid 9°C som dimensionerande temperatur - 200 000 m³
vid 14°C som dimensionerande temperatur - 120 000 m³

Vad gäller denitrifikation är det avsevärt mycket svårare att kvantifiera volymsbehovet. Vid försöksdriften har någon långtgående denitrifikation ej uppnåtts. I vilken utsträckning detta berott på otillräcklig denitrifikationsvolym eller om begränsningarna utgjorts av tillgången på oxiderbart material är ej möjligt att utläsa från försöksresultaten. Det är dock väl klarlagt att inkommande avloppsvatten till Ryaverket har ovanligt låg koncentration av löst, lättnedbrytbart organiskt material. Förutsättningarna för denitrifikation torde därför vara förhållandevis ogynnsamma. Det är därför ett rimligt antagande att denitrifikationsvolymen ej bör vara väsentligt mindre än i försöksanläggningen d v s 2/3 av den luftade volymen. (Vid beräkningarna som lett till volymsangivelserna ovan sattes anoxbassängvolymen till hälften av den luftade volymen.

Det måste bestämt understrykas att om det skulle bli aktuellt att bygga om Rya-verket för kvävereduktion så måste med tanke på de stora investeringarna, ett avsevärt mycket säkrare dimensioneringsunderlag framskaffas.

5. SLUTSATSER

1. Det är inte möjligt att genom ombyggnad inom befintliga volymer vid Ryaverket uppnå någon förbättrad kvävereduktion.
2. Genom tillbyggnader till verket är det möjligt att förbättra kvävereduktionen. Vilka volymer som krävs kan ej säkert beräknas på grundval av de begränsade försök som utförts. Försök till uppskattningar pekar på att det rör sig om ca 200 000 m³ bassängvolym om kvävereduktion skall uppnås hela året och om ca 120 000 m³ om man nöjer sig med att uppnå en kvävereduktion under årets 6 varmaste månader.

6. REFERENSER

- Environmental Protection Agency (1975). Process Design Manual for Nitrogen Control. EPA Technology Transfer Design Manuals No. 1007.

PRIMÄRDATA

I efterföljande tabeller används följande förkortningar:

FFS:	Utgående vatten från försöksanläggningens försedimentering.
FAU:	Utgående vatten från försöksanläggningens linje A.
FBU:	Utgående vatten från försöksanläggningens linje B.
FAL:	Försöksanläggningen, linje A, luftningsbassäng.
FBL:	Försöksanläggningen, linje B, luftningsbassäng.
FAR:	Försöksanläggningen, linje A, returslam.
FBR:	Försöksanläggningen, linje B, returslam.
PH:	pH-värde
ALK:	Alkalinitet, mg HCO_3^- /l.
PTO:	Totalfosfor, mg P/l.
P04:	Fosfatfosfor, mg P/l.
COD:	Kemisk syreförbrukning mg O/l.
NH4C:	Ammoniumkväve, centrifugerat prov mg N/l.
NORC:	Organiskt kväve, centrifugerat prov, mg N/l.
NO3C:	Nitratkväve, centrifugerat prov, mg N/l.
SS:	Suspenderade ämnen, mg/l.
GR:	Suspenderade ämnens glödrest, mg/l.
SV:	Slamvolym, ml/l.
FOPAQ:	Flöde till linje A, m^3/h .
FOPBQ:	Flöde till linje B, m^3/h .
FOPARETQ:	Returslamflöde, linje A, m^3/h .
FOPBRETQ:	Returslamflöde, linje B, m^3/h .
FOPAQQ:	Överskottsslam, linje A, m^3/d .
FOPBQQ:	Överskottsslam, linje B, m^3/d .
A:	Värde saknas.

OBS	D A T U M	F F S P H	F A U P H	F B U P H	F F S A L K	F A U A L K	F B U A L K	F A U P T O	F B U P T O	F A U P O 4	F B U P O 4	F F S C O D	F A U C C O D	F B U C C O D	F F S N H 4 C	F A U N H 4 C	F B U N H 4 C	F F S N O R C	F A U N O R C	F B U N O R C	F F S N O 3 C
1	15JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	16JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	17JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
4	18JUN84	A	A	A	140	87	70	3.00	3.70	2.60	3.00	A	A	A	17.40	4.45	5.00	A	A	A	0.10
5	19JUN84	A	A	A	150	107	91	3.80	4.10	3.90	3.60	230	220	45	15.00	5.60	2.75	A	A	A	0.05
6	20JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
7	21JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
8	22JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9	23JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10	24JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
11	25JUN84	A	A	A	138	84	73	3.40	3.50	3.00	2.90	152	33	33	9.70	3.60	2.50	A	A	A	0.05
12	26JUN84	A	A	A	148	113	97	4.00	3.60	3.30	3.00	193	40	40	11.35	3.75	3.40	A	A	A	0.07
13	27JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
14	28JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
15	29JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16	30JUN84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
17	01JUL84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
18	02JUL84	7.2	7.2	7.2	99	65	46	2.70	3.20	2.40	2.60	120	22	22	10.44	3.13	3.81	A	A	A	0.25
19	03JUL84	7.3	7.6	7.5	135	98	69	3.80	3.40	3.50	3.00	150	33	33	11.81	4.25	1.69	A	A	A	0.06

OBS	F A U N O 3 C	F B U N O 3 C	F F S S S	F A U S S	F B U S S	F A U G R	F B U G R	F A R S S	F B R S S	F A L S S	F B L S S	F A L S V	F B L S V	F O P A Q	F O P B Q	F O P A R E T Q	F O P B R E T Q	F O P A O Q	F O P B O Q
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
4	1.92	4.03	95	8.0	5.0	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.10	0.08
5	1.45	2.22	111	164.0	6.0	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.15	0.08
6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.24	0.21
7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.24	0.21
8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
11	5.17	4.61	87	17.0	20.0	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.39	0.65
12	1.54	3.51	79	10.0	11.0	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.50	0.69
13	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.39	0.61
14	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.57	0.61
15	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	A	A
16	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
17	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
18	2.77	6.34	74	15.0	20.0	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.39	0.72
19	1.41	4.82	44	5.0	0.0	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.53	0.69

OBS	DATE	FFSPH	FAUPH	FUPH	FSALK	FAUALK	FUALK	FAUPTO	FBUPTO	FAUPO4	FBUPO4	FSCOD	FAUCOD	FBUCOD	FFSNH4C	FAUNH4C	FBUH4C	FFSNORC	FAUNORC	FBUORC	FFSN03C
39	23JUL84	7.4	7.4	7.4	130	84	76	3.4	2.4	3.1	2.1	170	40	37	14.4	4.2	4.3	A	A	A	0.05
40	24JUL84	7.5	7.6	7.6	130	100	90	4.4	3.1	3.9	2.7	200	42	55	14.6	4.9	7.2	A	A	A	0.06
41	25JUL84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
42	26JUL84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
43	27JUL84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
44	28JUL84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
45	29JUL84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
46	30JUL84	7.2	7.2	7.2	120	76	80	3.5	4.0	3.2	3.6	160	40	39	13.4	3.0	6.2	A	A	A	0.05
47	31JUL84	7.3	7.6	7.7	130	94	100	4.1	3.2	3.7	2.8	180	33	43	A	A	A	A	A	A	A
48	01AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
49	02AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
50	03AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
51	04AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
52	05AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
53	06AUG84	7.3	7.4	7.4	110	53	53	3.9	3.8	3.6	3.4	280	27	29	9.8	2.1	2.0	A	A	A	0.13
54	07AUG84	7.8	7.9	7.6	138	97	99	5.3	4.4	4.8	4.0	170	23	22	11.4	5.2	7.1	A	A	A	0.09
55	08AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
56	09AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
57	10AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

OBS	FAUN03C	FBU03C	FFSS	FAUS	FBUS	FAUGR	FBUOR	FARS	FBRSS	FALS	FBLSS	FALSV	FBLSV	FOPAQ	FOPBQ	FOPRETQ	FOPBRETQ	FOPAORQ	FOPBORQ
39	2.7	4.2	89	14.0	14.0	9.2	9.6	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.69	0.50
40	1.4	2.6	77	12.0	11.0	5.0	5.0	11.0	10.0	3.4	3.5	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.61	0.57
41	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	0.84	0.72
42	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.40	5.40	2.80	2.80	A	A
43	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.54	4.68	2.52	2.52	A	A
44	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
45	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
46	2.1	2.7	46	8.0	7.8	5.0	5.0	11.0	11.0	3.7	3.5	A	A	4.54	4.68	2.59	2.52	A	A
47	A	A	76	9.4	11.0	5.0	5.0	11.0	11.0	4.0	3.8	A	A	A	A	A	A	A	A
48	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
49	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.43	4.57	2.52	2.52	A	A
50	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4.39	4.43	A	A	A	A
51	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
52	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
53	3.6	3.9	31	14.0	13.0	5.0	5.0	11.0	11.0	4.5	5.2	A	A	4.68	4.32	2.52	2.52	0.57	0.50
54	2.2	2.1	31	11.0	9.1	5.0	5.0	A	A	A	A	A	A	4.68	4.68	A	A	0.60	0.50
55	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.04	5.04	2.52	2.52	0.65	0.50
56	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.69	5.58	2.88	2.88	1.00	0.60
57	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.69	5.47	2.88	2.88	A	A

OBS	DATE	FFSPH	FAUPH	FBU PH	FFSALK	FAUALK	FBUALK	FAUPTO	FBUPTO	FAUPU4	FBUPO4	FFSCOD	FAUCOD	FBU COD	FFSNH4C	FAUNH4C	FBU NH4C	FFSNORC	FAUNORC	FBU NORC
77	30AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
78	31AUG84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
79	01SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
80	02SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
81	03SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
82	04SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
83	05SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
84	06SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
85	07SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
86	08SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
87	09SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
88	10SEP84	7.0	7.5	7.6	99	80	91	0.7	0.2	0.5	0.1	200	25	28	8.6	8.6	10.3	.	.	.
89	11SEP84	7.2	7.6	7.5	102	95	104	1.6	1.1	1.4	0.9	270	33	46	8.3	7.8	11.0	.	.	.
90	12SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
91	13SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
92	14SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
93	15SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
94	16SEP84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
95	17SEP84	7.3	7.6	7.7	143	118	127	5.1	1.1	4.6	0.9	230	37	44	14.7	11.1	15.7	.	.	.

OBS	FFSNOSC	FAUNOSC	FBU NOSC	FFSSS	FAUSS	FBUSS	FAUGR	FBUGR	FARSS	FRRSS	FALSS	FBLSS	FALSV	FBLSV	FOPAQ	FOPBQ	FOPAREIQ	FOPBRETIQ	FOPAQQ	FOPBQQ
77	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
78	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
79	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
80	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
81	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
82	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
83	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.72	5.65	2.56	2.56	0.82	1.52
84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.58	5.83	2.77	2.77	1.11	1.36
85	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.76	5.94	2.77	2.77	1.34	1.55
86	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.76	6.01	2.77	2.77	1.34	1.55
87	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
88	0.05	2.20	1.20	108	5.5	5.0	5.5	5.00	8.7	7.8	2.8	2.4	A	A	5.76	.A	.A	.A	.A	.A
89	0.73	1.70	1.10	199	5.5	5.0	5.5	.A	8.5	7.8	2.9	2.5	A	A	5.83	.A	.A	.A	.A	.A
90	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.76	.A	.A	.A	.A	.A
91	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.69	.A	.A	.A	.A	.A
92	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5.87	.A	.A	.A	.A	.A
93	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.A	.A	.A	.A	.A
94	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.A	.A	.A	.A	.A
95	0.07	2.51	1.64	72	5	6.5	5	.A	8.6	7.7	2.8	2.5	A	A	5.94	.A	.A	.A	.A	.A

OBS	DATUM	FSPH	FUPH	FUPH	FSA LK	FAU LK	FBU LK	FAU PTO	FBU PTO	FAU P04	FBU P04	FFSCOD	FAUCOD	FBU COD	F SNH4C	FAUNH4C	FBNH4C	F SNORC	FAUNORC	FBNORC
115	05OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
116	06OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
117	07OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
118	08OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
119	09OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
120	10OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
121	11OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
122	12OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
123	13OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
124	14OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
125	15OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
126	16OCT84	7.4	7.3	6.9	15.0	75	35	2.4	2.9	2.2	2.5	170	42	49	3.60	3.10	2.30	13.20	3.20	2.00
127	17OCT84	7.4	7.3	7.0	15.0	81	43	2.3	2.5	2.1	2.2	180	34	39	7.70	1.80	1.10	14.20	5.50	2.60
128	18OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
129	19OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
130	20OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
131	21OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
132	22OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
133	23OCT84	7.3	7.1	7.2	10.0	40	43	1.7	1.4	1.2	0.9	110	40	45	5.55	1.90	1.50	2.95	0.52	1.44

OBS	F SN03C	FAUN03C	FBUH03C	FSSS	FAUSS	FBUSS	FAUGR	FBUGR	FARSS	FDRSS	FALSS	FBLSS	FALSV	FBLSV	FOPAQ	FOPBQ	FOPARETQ	FOPBRETQ	FOPA0Q	FOPB0Q
115	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
116	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
117	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
118	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	6.60	3.30	2.80	1.30	0.96	0.44
119	A	4.0	5.10	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	6.60	3.30	2.80	1.30	0.97	0.47
120	A	5.7	7.60	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	6.30	3.40	2.80	1.30	0.72	0.46
121	A	6.2	10.70	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	6.20	2.90	2.80	1.30	1.39	0.51
122	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.9	2.5	A	A	6.00	2.90	2.80	1.30	0.86	0.44
123	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
124	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
125	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0.88	0.38
126	0.11	9.4	16.20	49	5.0	5.8	5.0	5	10.6	7.4	3.3	2.7	260	180	4.70	2.50	3.00	1.30	1.05	0.43
127	0.11	8.3	14.20	77	5.0	5.9	5.0	5	.	.	.	.	.	.	5.60	2.80	3.00	1.30	0.46	0.43
128	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
129	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.60	2.70	1.30	1.30	.	.
130	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
131	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
132	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.80	2.90	1.30	1.30	0.46	0.18
133	2.02	9.9	8.10	20	15.0	13.0	6.0	5	9.2	6.9	2.9	2.0	130	220	28.00	2.80	1.30	1.30	0.50	A

OBS	DATE	FSPH	FAPH	FUPH	FSAK	FUALK	FUALK	FUPTO	FUPTO	FUP04	FUP04	FSCOD	FUCOD	FUCOD	FBNH4C	FUNH4C	FBNH4C	FSNORC	FANORC	FBNORC
134	24OCT84	7.2	7.1	7.2	120	57	61	1.8	1.4	1.2	1.0	90	44	50	5.65	1.75	1.80	5.79	1.75	0.95
135	25OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
136	26OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
137	27OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
138	28OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
139	29OCT84	7.2	7.0	7.0	122	80	71	2.1	1.8	1.5	1.3	140	41	34	8.80	2.00	2.90	8.30	1.20	1.20
140	30OCT84	7.3	7.2	7.2	130	74	70	1.9	1.6	1.5	1.3	90	23	14	5.80	1.40	0.50	7.90	1.20	1.20
141	31OCT84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
142	01NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
143	02NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
144	03NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
145	04NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
146	05NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
147	06NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
148	07NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
149	08NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
150	09NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
151	10NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
152	11NOV84	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

OBS	F S N O 3 C	F A U N O 3 C	F B U H O 3 C	F F S S	F A U S S	F B U S S	F A U G R	F B U G R	F A R S S	F B R S S	F A L S S	F B L S S	F A L S V	F B L S V	F O P A Q	F O P B Q	F O P A R E T Q	F O P B R E T Q	F O P A O Q	F O P B O Q
134	1.35	8.20	7.50	35	21.0	15.0	5.0	6	8.6	5.8	2.9	1.9	200	120	2.80	2.80	1.30	1.30	0.46	A
135	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
136	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
137	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
138	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.74	2.60	1.30	1.30	0.58	0.58
139	0.10	5.10	5.70	48	20.0	13.0	11	5	7.4	4.4	2.4	1.3	170	100	2.70	2.52	1.30	1.30	0.60	0.60
140	0.10	5.50	5.70	42	11.0	7.3	5	5	7.4	7.1	2.2	1.4	170	100	2.70	2.50	1.30	1.30	0.59	0.59
141	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
142	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
143	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.70	2.60	1.30	1.30	0.53	0.53
144	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
145	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
146	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.66	2.52	1.30	1.30	0.57	0.57
147	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
148	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.70	2.63	1.30	1.30	0.59	0.59
149	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
150	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
151	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
152	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	2.66	2.56	1.22	1.30	0.59	0.59

