

Infiltration av avloppsvatten i öppna dammar i kallt norrlandsklimat

Ulf Wiklund



VA-Forsk

VA-Forsk är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-Forsk initierades gemensamt av Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-Forsk styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Ola Burström, ordförande
Roger Bergström
Bengt Göran Hellström
Staffan Holmberg
Pär Jönsson
Peeter Maripuu
Stefan Marklund
Peter Stahre
Jan Söderström

Skellefteå
Svenskt Vatten AB
Stockholm Vatten AB
Haninge
Östersund
Vaxholm
Luleå
VA-verket Malmö
Sv kommunförbundet

Asle Aasen, adjungerad
Thomas Hellström, sekreterare

NORVAR, Norge
Svenskt Vatten AB

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Infiltration av avloppsvatten i öppna dammar i kallt norrlandsklimat
Title of the report:	Infiltration of sewage to open basins in a cold climate
Rapportens beteckning	
Nr i VA-Forsk-serien:	2003-4
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-89182-68-5
Författare:	Ulf Wiklund, KM Miljöteknik AB
VA-Forsk projekt nr:	91-129
Projektets namn:	Infiltration av avloppsvatten i kallt norrlandsklimat
Projektets finansiering:	VA-Forsk
Rapportens omfattning	
Sidantal:	28
Format:	A4
Sökord:	Avlopp, infiltration, öppna dammar
Keywords:	Sewage, infiltration, open basins
Sammandrag:	Rapporten beskriver ett projekt för att klarlägga funktionen hos en befintlig anläggning för infiltration av avloppsvatten i kallt norrlandsklimat. Under fältförsök studerades samband mellan reningsresultat, marktemperatur och hydraulisk belastning på denna typ av anläggning i kallt klimat.
Abstract:	The report describes a project aimed at assessing the function of an existing sewer system for infiltration of sewage in a cold climate. The relationship between nutrient reduction, temperature of the ground and hydraulic load to the system was studied.
Målgrupper:	Kommuner, länsstyrelser, statliga verk, konsulter
Omslagsbild:	Foto Krister Carlsson, Svenskt Vatten AB
Rapporten beställs från:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida, www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2003
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Sammanfattning

Avloppsanläggningar med öppna infiltrationsdammar har av olika skäl ifrågasatts en hel del, inte minst i kallt klimat. I föreliggande projekt har målsättningen i första hand varit att klarlägga funktionen hos en befintlig anläggning i kallt norrlandsklimat.

Den aktuella anläggningen betjänar ett hundratal personer. Anläggningen utgörs av en äldre, väl fungerande slamavskiljare, en pumpstation och en markbehandlingsanläggning med två öppna infiltrationsdammar. Infiltrationsdammarna har arbetat intermittent med en veckas drift följd av en veckas paus. Jordarten under dammarna utgörs av grusig sand. Grundvattentytan ligger ca 5 m under dammarnas botten.

Grundvattennivån inom området mättes i 7 vattenståndsrör. Marktemperaturen mättes på olika nivåer ned till 2,45 m djup i tre punkter; under resp. damm samt i en referenspunkt. Prov på sjunkvattnet under en av dammarna togs ut med en specialkonstruerad, enkel provtagningsanordning.

Flödet till anläggningen visade sig vara betydligt lägre än det dimensionerande sedan ett par stora inläckage till ledningsnätet åtgärdats. Räknat på dammarnas hela bottenyta har medelbelastningen under maxmånad varit så låg som ca 100 l/m²,d. Beskickningen av dammarna har dock visat sig vara olämpligt vald med alltför liten pumpkapacitet och alltför liten vattenmängd per pumptillfälle. Detta har inneburit att endast en del av bassängernas bottenytor har utnyttjats.

Tjäle har förekommit under dammarna under 5–6 månader per år och som mest ned till mer än 2,5 m djup. Trots den djupa och långvariga tjälen har det inte förekommit några problem med kvittblivning av vattnet.

pH-värdet i inkommande vatten till slamavskiljaren har mätts vid 8 tillfällen och alltid varit ” normalt”. pH-värdet på sjunkvattnet under damm 2 har däremot varierat mycket kraftigt med helt osannolika värden ned till 3,8. Någon anledning till de extrema pH-värdena har inte kunnat finnas.

BOD- och COD- reduktionerna under dammarna har varit god om än kraftigt varierande. Detta har sannolikt ett samband med de extrema pH-värden som förekommit. En tydlig försämring av resultatet har kunnat märkas vintertid. Dock inte så stor att den ses som ett hinder för anläggningsprincipen.

Fosforreduktionen har också varierat mycket kraftigt. Om detta har haft något att göra med de varierande pH-värdena har inte närmare studerats. Fosforfastläggningen i marken under en av dammarna har kontrollerats vid ett tillfälle, då dammarna varit i drift drygt fyra år. Beräkningar tyder på att bara ca 14 % av den tillförda fosfor fastlagts de översta 30 centimetrarna i jordprofilen. Kostnaden för att få in denna fosfor i ett kretslopp har i dagsläget beräknats bli ca 8–35 gånger så hög som kostnaden för handelsgödsel. En återföring av fosfor till kretsloppet från den aktuella anläggningen är således knappast försvarbar f.n.

Summary

The use of sewer systems with open infiltration basins has been a topic for discussion, especially those located in a cold climate. The primary goal of the project was to assess the function of existing sewer systems located in the North of Sweden.

The sewer system studied serves approximately one hundred persons. It consists of an old sludge-separator, a pumping-station, and two open infiltration basins. These basins work intermittently, one week of operation followed by a one week break. The soiltype under the basins is coarse gravel. The level of the water table is located some 5 meters below the bottom of the basins.

The groundwater level in the area was measured in seven waterlevel pipes. The temperature of the ground was measured at different levels down to a depth of 2,45 meters at three sampling points: under each basin and at a reference site. The percolating water was sampled by a specially constructed simple sampling device.

After having repaired some leakage of the sewerage the incoming flow proved to be much lower than calculated. The mean hydraulic load to the basins was only 100 litres/m² and day during the month with the maximum load. The pumping capacity proved to be too low, resulting in only a minor part of the basin area being utilized.

During a period of five to six months yearly the ground was frozen, down to a maximum depth of 2,5 meters. In spite of the extended time of frozen soil at deeper layers the water ran away without problems.

The pH of the incoming water to the sludge separator was measured at eight occasions and proved to be within a normal range. PH of the percolating water under basin number 2 however, varied drastically down to pH 3,8. These extreme variations in pH could not be explained.

BOD- and COD reduction under the basins was good even though the magnitude varied. This can most likely be explained by the extreme fluctuations of pH. In spite of the reduction of BOD and COD being lower during winter, this was not believed to be a cause for not constructing these sewer systems.

The reduction of phosphorous also fluctuated substantially. If this was related to the variations of pH was not concluded. The reduction of phosphorous in the ground under one of the basins was studied at one occasion, when the basins had been in operation for a period of four years. Only 14 % of the phosphorous was fixed within the upper 30 cm layer of the soil-profile. To extract and re-use this phosphorous, would imply costs 8–35 times higher than the cost of using commercial fertilizers. To recycle the phosphorous trapped in the soil from this sewer system can hardly be justified.

Förord

Denna rapport har utarbetats av Ulf Wiklund vid KM Miljöteknik AB, Umeå (tidigare VAB Väg & Järnväg). Värdefulla synpunkter har under projektets genomförande främst erhållits av Jan-Ola Wirth, Vindelns kommun, Olle Jonsson, VAB, och Jörgen Haneus, Luleå Tekniska Universitet.

Rapporten innehåller huvudsakligen en beskrivning och utvärdering av praktiska fältförsök som genomförts vid avloppsanläggningen för byn Strycksele inom Vindelns kommun. Försöken har genomförts med varierande intensitet under tidsperioden 1992–97.

Förhoppningen är att resultaten från försöken kan bidra med ytterligare underlag och kunskaper när nya kretsloppsanpassade naturnära avloppslösningar skall tillämpas i norrländskt klimat.

Umeå mars 2001

Ulf Wiklund

Innehållsförteckning

<u>1</u>	<u>BAKGRUND OCH SYFTE</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>AKTUELL AVLOPPSANLÄGGNING</u>	<u>2</u>
<u>3</u>	<u>FÄLTFÖRSÖK</u>	<u>4</u>
3.1	ALLMÄNT	4
3.2	GENOMFÖRANDEBESKRIVNING	5
<u>4</u>	<u>RESULTAT OCH UTVÄRDERING</u>	<u>7</u>
4.1	FLÖDE	7
4.2	MARKTEMPERATUR	7
4.3	GRUNDVATTENNIVÅER	8
4.4	PROVTAGNING AVLOPPSVATTEN	8
<u>5</u>	<u>RESULTATDISKUSSION</u>	<u>12</u>
	<u>LITTERATURFÖRTECKNING</u>	<u>13</u>

Bilagor

1. *Figur 3. Principskiss över provtagningsanordningen*
2. *Tabell 1. Flöde till dammarna*
Tabell 2. pH-värden i inkommande och utgående avloppsvatten
3. *Diagram 1. Grundvattennivåer*
Diagram 2. Marktemperatur, punkt A
Diagram 3. Marktemperatur, punkt B
Diagram 4. Marktemperatur, punkt C
Diagram 5. Totalfosforhalter, under damm 2
Diagram 6. Totalkvävehalter, under damm 2
Diagram 7. Kemisk syreförbrukning, under damm 2
Diagram 8. Biologisk syreförbrukning, under damm 2
4. Jordarter under damm 2, 0–30 cm
5. Jordarter under damm 2, 30–120 cm
6. Infiltrationsdammarnas utformning

1 Bakgrund och syfte

Under 1991 utgavs Naturvårdsverkets Allmänna Råd 91:2 ”Rening av hushållsspillvatten – Infiltrationsanläggningar och markbäddar för fler än 25 personer”. I råden sägs att damminfiltration är en avloppslösning som kan komma ifråga i första hand i uttalad glesbygd, där det dessutom finns mycket goda mark- och recipientförhållanden. I Övre Norrland och i fjälltrakterna avråds från denna avloppslösning eftersom låga temperaturer minskar den biologiska aktiviteten och sänker reningseffekten drastiskt.

Under senare år har dessutom avloppslösningar med öppna dammar och öppna markbäddar (även kallade filterbäddar) börjat ifrågasättas alltmer, främst av följande orsaker:

- Reningsresultaten, främst avseende fosfor, har vid flera anläggningar i norra Sverige aldrig uppnått förväntade nivåer eller försämrats betydligt tidigare under den aktuella anläggningens livslängd än man trott förut. Orsakerna till detta kan vara felaktigt markbäddsmaterial (öppna markbäddar), otillräcklig vattenvolym vid pumpning (öppna dammar), stor tillförsel av ovidkommande vatten, alltför kallt klimat m.m.
- Svårt att utföra provtagningar som ger en rättvisande utsläppskontroll. Vid öppna dammar är det inte ovanligt att definitionen av vad som är ”utgående behandlat avloppsvatten” diskuteras mellan huvudmannen och tillsynsmyndigheten. Utgörs recipienten av grundvattnet, ett ytvattendrag eller t.ex. ett öppet dike?
- Anläggningarnas lämplighet ur kretsloppssynpunkt. Hur skall den sand-fosforprodukt som erhålls i en öppen damm eller markbädd kunna återföras på ett effektivt sätt till jordbruket?

För att öka kunskapen om funktionen och reningseffekten vid öppna infiltrationsanläggningar i kallt norrlandsklimat har VA-Forsk uppdragit åt VAB att genomföra en utredning inkluderande praktiska försök vid någon lämplig anläggning. Under en utredningsperiod omfattande åren 1992–97 har därför funktionen och reningseffekten vid Strycksele avloppsanläggning, som utgörs av öppna infiltrationsdammarna, noggrant studerats och utvärderats.

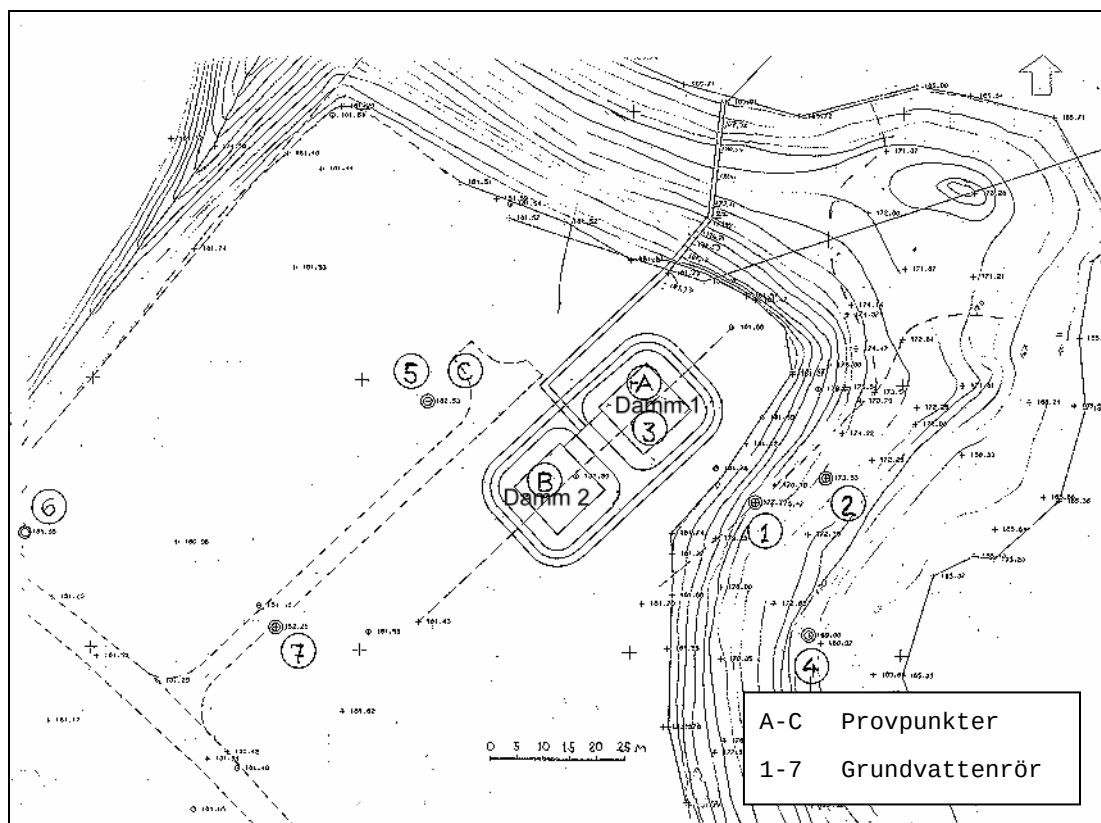
Projektet har främst omfattat studier av sambanden mellan reningsresultat, marktemperaturer och hydrauliska belastningar samt massbalansberäkningar avseende organiskt material, fosfor och kväve. Dessutom har olika provtagningsmetoder för sjunkvatten i markens omättade zon utprovats. Slutligen har synpunkter givits dels avseende ytterligare kunskapsbehov inom området och dels avseende reningsmetodens berättigande ur ett långsiktigt kretsloppsperspektiv.

2 Aktuell avloppsanläggning

I projektet har en befintlig avloppsanläggning för byn Strycksele i Vindelns kommun, Västerbottens län, använts som försöksanläggning.

I Strycksele bodde under den aktuella perioden ca 115 personer och byn ligger lokaliserad vid Vindelälven ca 30 km uppströms Vindelns samhälle. Fram till 1989 bestod byns avloppsrening endast av en slamavskiljare som var utförd som en platsgjuten trekammarbrunn. Slamavskiljarens totala våta volym är 65 m³. Erforderlig total våt volym vid dimensionerande belastning enligt nedan är enligt gängse beräkningsmetoder och slamtömning en gång per år ca 48 m³. Slamavskiljaren är således rikligt dimensionerad. Utformningen är något udda men ingenting tyder på att den inte skulle kunna ge ett fullgott reningsresultat. Det avslammade vattnet leddes till Vindelälven.

Under vintern och våren 1990/91 byggdes anläggningen ut med en avloppspumpstation efter slamavskiljaren och två öppna infiltrationsdammar på motsatt sida om Vindelälven. Dammarnas läge framgår av situationsplanen, *Figur 1*. Anläggningen togs i drift 1991-06-26.



Figur 1 *Situationsplan över Strycksele avloppsanläggning*

Anläggningen är dimensionerad för 125 personer, ett specifikt spillvattenflöde av 200 l/p,d och en ovidkommande vattenmängd av 150 l/p,d. Dimensionerande flöde till slamavskiljaren, Q_{dim} , beräknades till 3,9 m³/h.

Avloppspumpstationen har två dränkbara avloppspumpar, där varje pump är dimensionerad för beräknad maxtillrinning, 5,6 m³/h. Pumparna är försedda med separata tryckledningar för att medge en säker överpumpning och en enkel möjlighet att växla damm genom pumpväxling. Pumpdriften växlas automatiskt en gång per vecka. Pumpdriften styrs normalt över nivån i pumpsumpen. För att undvika överbelastning av dammarna vid eventuell extrem tillrinning är pumpstationen försedd med en enkel automatikutrustning, som begränsar den totala pumptiden per dygn, så att dammarna aldrig kan överbelastas. Bräddning av eventuellt överskjutande slamavskild vattenmängd sker via bräddavlopp till slamavskiljarens tidigare utloppsledning.

Infiltrationsdammarna är dimensionerade enligt Naturvårdsverkets Allmänna Råd 91:2 ”*Rening av hushållsspillvatten. Infiltrationsanläggningar och markbäddar för fler än 25 personer*”.

Dammarnas dimensionerande ytbelastning är vald till 150 l/m² d vid medeldygnslöde under max-månad, räknat på hela infiltrationsytan.

Eftersom anläggningen utgörs av två lika stora dammar blir den maximala dimensionerande ytbelastningen 300 l/m² d, räknat på den damm, som är i drift. Medeldygnslödet under maxmånaden har beräknats som specifikt spillvattenflöde plus dubbla medeldygnsinläckaget vilket innebär 62,5 m³/d. Den totala dammytan är ca 400 m² med två delar om vardera ca 200 m² med infiltrationsarean 14 x 14 m. Som framgår av Bilaga 6 är den plana bottenytan 12 x 12 m. Infiltrationsytan är således beräknad som en bit upp på sidoytorna.

För att förhindra frysning av inloppsledningarna till dammen har dessa utförts av eluppvärmda, självreglerande s.k. Polarrör.

Jordarterna under damm 2 har analyserats med resultat enligt Bilaga 4 och Bilaga 5. Som framgår av diagrammen utgörs jordarten ned till 1,2 m djup av ett närmast idealiskt material för infiltration.

Avloppsanläggningen i Strycksele har varit i drift sedan sommaren 1991.

3 Fältförsök

3.1 Allmänt

För att studera sambanden mellan reningsresultat, marktemperaturer och hydrauliska belastningar vid avloppsinfiltration i kallt norrlandsklimat har praktiska fältförsök utförts vid Strycksele avloppsanläggning under varierande delar av åren 1992–97. Totalt har 10 st. mätstationer med planlägen enligt *Figur 1* utnyttjats.

Följande mätningar har utförts vid de olika stationerna:

- Stationerna 1–2 och 4–7; Mätningar av grundvattennivåer.
- Station 3; Mätningar av grundvattennivå och provtagning av sjunkvatten i den omättade zonen på djupen 0,5, 1, 2 och 3 m.
- Stationerna A–C; Mätningar av marktemperaturer med hjälp av temperatursonder med mätgivare på varje 0,25 m inom djupintervallet 0–2,5 m ("Tjåldjupsmätning").

Under projektets inledningsskede utarbetades ett provtagnings- och mätprogram där målsättningen var följande:

En gång per vecka

Mätning och journalföring av grundvattennivåerna i stationerna 1–7 samt mätning och journalföring av marktemperaturerna vid stationerna A–C.

En gång per månad

Provtagning och analys av sjunkvatten i den omättade zonen vid station 3. Analyser utförs avseende följande parametrar:

- Kemisk syreförbrukning, COD_{Cr}
- Biokemisk syreförbrukning under sju dygn, BOD_7
- Totalfosfor, P-tot
- Totalkväve, N-tot.

En gång varannan månad

Provtagning och analys av inkommande avloppsvatten till dammarna, d.v.s. utgående vatten från pumpstationen

Analysomfattning enligt ovan.

Någon gång under projektperioden

Provtagning och analys av innehållet av P-tot, N-tot, och organiskt material samt utförande av siktanalyser för jordprover tagna på varierande djup under infiltrationsdammarna.

3.2 Genomförandebeskrivning

Flöde

Tillförda vattenmängder har kontrollerats genom avläsning av tillslags- och gångtidsmätare vid pumpstationen. Pumpstationen, som är av typ prefabricerad station med konventionella avloppsvattenpumpar, har vållat kommunen omfattande driftproblem av olika slag. Under perioden 1994-10-04 till 1995-11-13 har stationen dock fungerat tillfredsställande varför pumpresultatet här nedan redovisats för denna period.

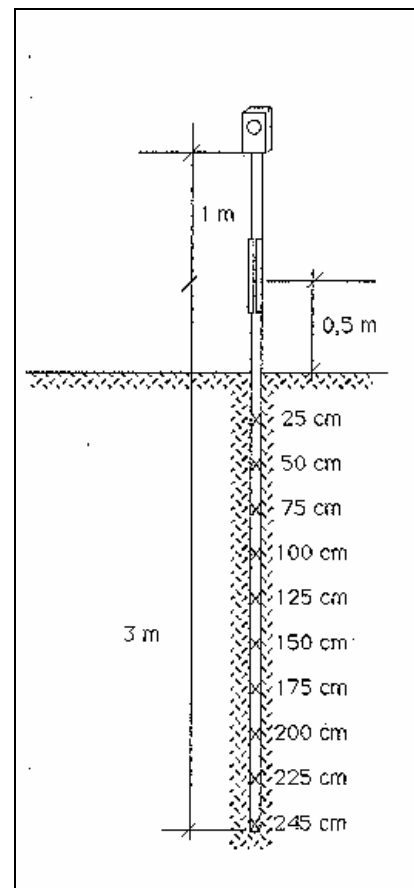
Marktemperatur

Vid stationerna A-C har mätning av marktemperaturer utförts av fältpersonal från Vindelns kommun under tiden 1992–95. Under vintersäsongen 94/95 genomfördes mätningarna med relativt täta intervall varför vi valt att redovisa resultatet för denna period.

Mätningarna har utförts med hjälp av mätsonder som grävts ned till ca 2,5 m djup vid respektive station.

Temperatursonderna var försedda med mätgivare vid varje 0,25 m inom djupintervallet 0,25–2,5m. Avläsning av aktuell temperatur utfördes efter anslutning av mätinstrument till vridomkopplare som byggts in i mätlåda på toppen av sonden enligt *Figur 2*. Temperatursonderna tillverkades av Geotekniska Institutionen vid Luleå Universitet.

Temperaturmätningarna har fungerat utan problem.



sond som använts vid mätstationerna A–C.

Figur 2 Principskiss över temperatur-

Grundvattennivåer

För kontroll av grundvattennivåerna inom området sattes 7 konventionella vattenståndsrör inom området, nr 1–7 enligt fig. 1 ovan. Mer eller mindre täta nivåmätningar har gjorts under åren 1992–1995.

Provtagning på sjunkvatten

Inledningsvis grävdes fyra s.k. lysimetrar ned på varierande djup under botten på damm 1 för provtagning på sjunkvattnet. En lysimeter är i princip en provkopp med ett keramiskt lock och en vakuumslang ansluten för provuppsugning. Under 1992 och 1993 gjordes en serie försök att ta ut prover på sjunkvattnet med lysimetrarna. I de flesta fall erhöles dock så obetydliga provvattenmängder att några korrekta analyser inte kunde utföras.

Vårvintern 1993 installerades därför in ny utrustning för provtagning på sjunkvattnet under damm 2. Anordningen, som illustreras i Bilaga 1, kan beskrivas enligt följande: En ø 400 mm PVC-brunn utan botten grävdes ned vertikalt till 3,5 m djup under botten på damm 2, i anslutning till inloppet. Till det vertikala röret anslöts fyra plaströr ø 20 mm på olika nivåer. Längst ut på dessa rör monterades ø 250 mm provtagningskoppar i form av enkla aluminiumformar på nivåerna 0,5, 1,0, 2,0, och 3,0 m under gropens botten. I plan placerades provkopporna ut i solfjäderform enligt illustration på Bilaga 1. Det sjunkvatten som når provkopporna avleds på så sätt till uppsamlingsbrunnen och infiltreras sedan vid brunnens botten. Vid provtagning hängde man ned provtagningshinkar av plast under respektive utloppsledning. Denna provtagningsanordning har av allt att döma fungerat utmärkt. Sedan 1993-04 har kommunen tagit ut prover på sjunkvattnet med denna anordning

4 Resultat och utvärdering

4.1 Flöde

Som tidigare nämnts har man haft betydande tekniska problem med pumpstationen. Vi har därför valt att i *Bilaga 2* (Tabell 1) redovisa pumpresultatet för perioden 1994-10-04 till 1995-11-13, då anläggningen fungerat problemfritt.

Av tabellen framgår att:

- Båda pumparna i medel startat 14 gånger per dygn. Med hänsyn till att pumpdriften växlat automatiskt en gång per vecka har den bassäng, som varit i drift således beskickats ungefär 28 gånger per dygn.
- Medeltillrinningen till anläggningen under maxmånad tycks vara ca 30 m³/dygn, vilket är knappt hälften av dimensioneringsvärdet 62,5 m³/dygn.
- Maximala belastningen på anläggningen tycks vara så låg som ca 100 l/m², dygn. (Perioden 95-04-05–95-05-05).

P.g.a. alltför korta pumpperioder har bottenytan på dammarna aldrig varit täckt med vatten. Det normala har snarare varit att endast ca 25–50 % av bottenytan har täckts med vatten efter en pumpperiod. Den verkliga belastningen har därför varit betydligt högre än som anges i tabellen.

4.2 Marktemperatur

I punkterna A, B och C, dvs. under damm 1 och 2, samt i opåverkad skogsmark i anslutning till dammarna (se *Figur 1*, ovan), har marktemperaturmätningar utförts från hösten 1992 till sommaren 1995. Någorlunda frekventa mätningar utfördes endast under hösten 1994 till sommaren 1995. Mätresultaten från denna period redovisas i bilagorna 6 till 8. Av bilagorna framgår att...

- Tjäle förekom i marken under dammarna under så mycket som 5–6 månader.
- Marken var tidvis tjälad ned till mer än 2,5 m djup under dammarnas botten.

Trots att marken uppenbarligen varit frusen i flera månader till betydande djup under dammarnas botten har infiltrationen, definierad som kvittblivning av vatten, fungerat utmärkt.

4.3 Grundvattennivåer

Uppmätta grundvattennivåer redovisas i *Bilaga 3* (Diagram 1). Helt horisontella linjer innebär i de flesta fall att nivåören varit torra. I diagrammet är röret principiellt illustrerat med en vertikal linje. Markytan vid rören ligger normalt ca 2–3 decimeter under rörens överkant. Några nivåmätningar från tiden innan dammarna togs i drift finns tyvärr inte. Grundvattenytan under damm 1 har under hela mätperioden legat stabilt på ca 5 m under dammens botten.

Som framgår av nivåkurvorna är de båda dammarna placerade på en grundvattendelare så, att det infiltrerade vattnet sannolikt avleds i nästan alla riktningar utom mot sydväst.

4.4 Provtagning avloppsvatten

Från det att den nya provtagningsanordningen för sjunkvattnet tagits i bruk och fram till våren 1995 togs totalt 10 representativa vattenprov ut från de olika provtagningsnivåerna under bädd 2. Försök gjordes också vid ett antal tillfällen att med en liten dränkbar pump ta ut prov från rör 4 för analys. Provmängderna som gick att få upp var dock i regel mycket små och sannolikt följde en hel del bottenslam med från röret. Analysresultaten varierade kraftigt och föroreningshalterna var i regel osannolikt höga. Vi har därför valt att inte redovisa dessa resultat. Uttagna vattenprov har analyserades av Miljölaboratoriet i Umeå (senare Svelab och nu ALcontrol) med avseende på COD_{Cr}, BOD₇, P-tot, N-tot och pH. Resultaten redovisas i *Bilaga 3* (Diagram 5–8) samt för pH i *Bilaga 2* (Tabell 2).

pH-värdet i sjunkvattnet mättes på olika nivåer 94-09-06. Sedan dess har pH-värdet på inkommande och utgående vatten kontrollerats vid ytterligare 8 tillfällen. ”Inkommande” vatten är därvid taget på inloppsledningen till slamavskiljaren. ”Utgående” vatten är taget i utloppsbrunnen, damm 2, i huvudsak på 3,0 m djup. I vissa fall, om man inte fått ut tillräckligt vatten från 3-metersnivån, kan vatten från 2-, och eventuellt även 1-metersnivån finnas med. Mätresultaten är sammanställda i *Bilaga 2* (Tabell 2).

pH- värdena på inkommande vatten är helt normala. Värdena för utgående vatten är däremot minst sagt förbryllande. Vid provtagningen 94-09-06 på olika nivåer under damm 2 sjönk pH-värdet från 5,9 på 0,5 m djup till 3,8 på 3 m djup. pH-värdet i marken brukar snarare stiga mot djupet (Peter Nilsson, 1986, 1990). Slamavskiljarens våta volym är 65 m³. Slamavskiljaren har hittills tömts var tredje månad. Med 110 personer anslutna kan maximala slamvolymen beräknas uppgå till ca 110 x 0,28 = 31 m³. Avsättningsvolymen blir därmed minst 65 - 31 = 34 m³, vilket ger en teoretisk uppehållstid av ca 2 dygn vid aktuell medeltillrinning. En betydande fördröjning erhålls således i slamavskiljaren. Den enda förklaring vi kan finna till de tidvis mycket låga pH-värdena i sjunkvattnet är att någon, vid vissa tillfällen, dock inte dagligen tillför avloppsnätet ganska stora mängder syra. Vem, och av vilken anledning är fullkomligt okänt. Den enda industri som finns i byn är en paltfabrik, som enligt egen uppgift inte släpper ut någon syra. De få bönder som finns i byn kan möjligen diska mjölkningsutrustningen med max 1 dl syra någon gång per vecka men detta skulle inte kunna ge de effekter, som konstaterats.

Det avslammade vattnet har genomgående hållit höga till mycket höga halter av såväl organiskt material som fosfor och kväve. Den tillförda vattenmängden har dock varit

mycket låg – i medel ca 160 l/p,d, – varför tillförda föroreningsmängder bedöms som låga eller normala.

Resultaten från **COD_{Cr}**- analyserna redovisas i bilaga 3. Resultaten visar mycket kraftiga variationer. Man kan dock se att reduktionen varit mycket god den första halvmeteren under infiltrationsnivån. Värdena på 2- och 3-metersnivåerna har däremot genomgående varit jämförbara. Man kan också se en markant försämring av resultatet på alla nivåer under vinterhalvåret. Mängden COD_{Cr} uttryckt i g/p,d har i medel varit mycket låg på 3 m djup.

BOD₇-diagrammet, bilaga 3, har inte oväntat ett utseende som är snarlikt COD_{Cr}-diagrammet. Även här kan man konstatera att värdena i sjunkvattnet uttryckt i g/p,d är mycket låga på 3 m djup. Om mängderna i inkommande vatten till slamavskiljaren antas vara ca 70 g/p,d är reduktionen på 3 m djup normalt ca 97 %. Även här kan man dock se en tydlig försämring under vinterhalvåret. Det sämsta värdet uppmättes 95-04-05 med 78 mg/l på 3 m djup. Med största sannolikhet har BOD₇-reduktionen störts av de tidvis mycket låga pH-värden, som uppenbarligen har förekommit. Trots pH-störningar och låga vintertemperaturer anses anläggningen ha gett en fullt acceptabel reduktion av organiska ämnen, inte minst med tanke på att recipienten är den oreglerade, syrerika Vindälven.

Enligt **P-tot**-diagrammet, bilaga 3, har fosforreduktionen den översta halvmeteren i dammarna varierat från –58 till +72 %. Räknat på de översta 3 metrarna är motsvarande siffror 26–52 %.

Man kan möjligen dra den slutsatsen av diagrammet att fosforfastläggningen är störst den översta halvmeteren men resultaten är motsägelsefulla. Proven tagna 95-05-04 och 95-06-15 tyder närmast på att fosfor som lagrats vid ytan under vinterhalvåret frigörs under våren och transporteras nedåt i marken. Provtagningsperioden är för kort för att man ska kunna se om det finns någon tendens till försämrade reduktion med tiden eller någon förskjutning av en fosforfront nedåt med tiden. Hur de tidvis mycket låga pH-värdena påverkat fosforfastläggningen har inte studerats. Enligt Naturvårdsverket (1985) har man funnit en negativ korrelation mellan fosforbindningen och pH, d.v.s. ett lägre pH-värde skulle ge en bättre fastläggning. Samtliga värden är anmärkningsvärda. Ett avslammat avloppsvatten, som inte är industriellt kontaminerat är normalt neutralt eller svagt alkaliskt. Vid markbehandling av ett surt eller alkaliskt avloppsvatten närmar sig vattnet normalt neutralpunkten. Marken är, såvitt känt, aldrig utnyttjad som annat än skogsmark på det aktuella området.

Jordprover har tagits ut och analyserats med avseende på totalfosforhalten vid djupen 0 till 1,2 m under infiltrationsbädd 2. Proverna har tagits vid ett tillfälle, 1995-11-06.

Tabell 3. Totalfosforhalter i infiltrationsbädd 2.

Provtagningsdjup (cm)	Totalfosforhalt (mg/kg TS)
0–5	1800
5–15	650
15–30	510
30–60	510
60–120	420
Medelvärde	530

Av Tabell 3 framgår att man haft en mycket kraftig fosforfastläggning i marken de översta 5 centimetrarna. Tyvärr togs inte något prov på den naturliga fosforhalten i marken inom området. I Tabell 4 redovisas, naturliga bakgrundsvärden, som hämtats ur VA-Forskrapport 1997. 16 torde dock vara relativt representativa även för Strycksele. Proverna har tagits i anslutning till slamlaguner, där jordartsförhållandena varit ungefär jämförbara med de i Strycksele.

Tabell 4. Bakgrundsvärden för fosfor

Ort	Provtagningsdjup (ca m)	Totalfosforhalt (ca mg/kg TS)
Lögdö, Timrå kommun	1,7	270
Rå, Sollefteå kommun	0,4	375
Invik, Kramfors kommun	1,2	270
Tjärned, Kramfors kommun	1,2	210

Om bakgrundsvärdena enligt ovan är någorlunda gällande för Strycksele innebär det att betydande fosformängder är fastlagda på djup under 1,2 m. Om detta har något att göra med de märkliga pH-svängningarna är svårt att säga, eftersom man inte vet vad som tidvis sänkt pH-värdet så kraftigt.

Eftersom bara en del av dammarnas bottenyta infiltrerat vatten är det omöjligt att avgöra hur det tillförda vattnet spridit sig under dammarna. Det är därmed inte heller

möjligt att med någon rimlig noggrannhet beräkna hur mycket fosfor som fastlagts totalt i markprofilen under dammarna.

Ett försök att beräkna hur stor del av den tillförda fosfor som kan återföras till kretsloppet kan dock göras med följande förutsättningar:

- Anläggningens drifttid före provtagning 95-10-17 = 1 573 dygn eller 4,3 år
- Tillförd vattenmängd i medel 17,4 m³/d
- Totalfosforhalt i avslammat vatten = 10 g/m³
- Halva den totala dammytan, d.v.s. totalt 144 m², har belastats
- Markmaterialets densitet = 1,8 ton/m³
- Fosforhalter i jorden under belastade delar av dammarna enligt Tabell 3 ovan
- Den normala ”bakgrundshalten”, antagen till 130 mg P/kg TS är så hårt bunden till markmaterialet att den inte kan tas upp av växter.

Med ovanstående förutsättningar har totalt 270 kg fosfor tillförts dammarna fram till provtagningsdagen. Om de översta 30 centimetrarna avlägsnas från utnyttjade delar av bäddarnas bottenyta innehåller den bortförda jorden 60 kg fosfor, varav 37 kg, eller ca 14 % av den tillförda mängden kan återföras till kretsloppet.

Om kostnaden för schaktning av 30 cm från halva bottenytan, transport till anvisad plats inom 3 mil samt återfyllnad av motsvarandemassor har av den entreprenör som byggde anläggningen beräknats till ca 18 000 kr exkl. moms. Detta motsvarar en kostnad av 486 kr/kg fosfor. Till detta kommer kostnaden för spridning av gruset. Som jämförelse kan nämnas att en 20 %-ig handelsgödsel (P20) kostar 14 kr /kg exkl. moms och spridning. I den vanligaste blandgödseln, NPK 20-4-8, kostar fosfordelen 60 kr /kg + moms. Kostnadsmässigt är det således i dagsläget inte försvarbart att återföra fosfor till kretsloppet i den aktuella anläggningen.

Av Bilaga 3 (Diagram 6) framgår att någon **kvävereduktion** knappast förekommit i anläggningen, vilket är helt normalt.

5 Resultatdiskussion

Pumpstationen i Strycksele har en alltför liten effektiv sumpvolym. För en effektiv fördelning av det avslammade vattnet över infiltrationsdammens hela bottenyta krävs enligt nyare erfarenheter en relativt stor pumpsumpvolym och en relativt hög pumpkapacitet. Vid varje pumptillfälle bör en volym motsvarande ca 3 till 5 cm vattendjup på kort tid, säg ca 5 minuter. Detta skulle för den aktuella anläggningen innebära en pumpning av minst $4,3 \text{ m}^3$ per pumptillfälle mot aktuella ca 1 m^3 . Pumpkapaciteten borde ha varit minst ca $50 \text{ m}^3/\text{h}$, d.v.s. ca 10 gånger den aktuella. Trots en mindre lyckad beskickning har anläggningen ändå fungerat relativt bra, kanske tack vare en oväntat låg hydraulisk belastning.

Den under punkt 3.2 beskrivna provtagningsanordningen har visat sig vara billig att tillverka och installera. Den är också enkel att hantera och ger av allt att döma en korrekt provtagning.

Infiltrationen och perkolationen tycks ha fungerat utan problem trots att marken varit tjälad ned till över 2,5 m djup under båda bäddarna och trots att vattnet inte tillförts under ett isolerande is- och snötäcke.

Mycket tyder på att reningsprocessen i marken störts på ett ej kontrollerbart sätt genom en ej känd tillförsel då och då av någon stark syra. En markant försämring av BOD_7 - och COD_{Cr} - reduktionen kan tydligt konstateras under vinterhalvåret. Reduktionen har trots den tidvis låga marktemperaturen och trots vattenkvalitetsstörningarna aldrig varit speciellt dålig.

Trots ett stort antal störningar, som förekommit i detta projekt kan man konstatera att en stor del av fosfor i avloppsvattnet fastläggs i de översta 5 centimetrarna av markprofilen. Ekonomiskt är det i dagsläget långt ifrån försvarbart att återföra fosfor som fastläggs under dammarna till kretsloppet.

Litteraturförteckning

Andersson, M och Nyberg, F (1982). *Markbäddar och infiltrationsanläggningar. Slutrapport*. KTH, VA-teknik. Trita-VAT 1821.

Brydolf E och Rönnols E (1997) *Avvattningslaguner för slam från enskilda brunnar. VA-forsk Rapport 1997.16*.

Englöv P, Lind A och Nilsson K (1985). *Större infiltrationsanläggningar och markbäddar (anläggningar för mer än 25 personer). En bearbetning av en enkätundersökning ställd till landets kommuner*. SNV Rapport 1968.

Haneus, J (1995). *Naturnära teknik – en är den bra? Infiltrationsdammar för avloppsvatten*. Artikel i tidsskriften Cirkulation nr 5 1994.

Larsson, A och Rindeskog, S (1993). *Avloppsvatten i öppna infiltrationsanläggningar – en funktionsstudie*. Examensarbete 1993:104E, Avdelningen för VA-teknik, Tekniska Högskolan i Luleå.

Naturvårdsverket (1980). *Infiltration av hushållspillvatten*. SNV Meddelande M4/1980.

Naturvårdsverket (1984). *Avloppsvatteninfiltration – Förutsättningar, funktion, miljökonsekvenser*. Nordisk Samproduktion – Naturvårdsverket, Nordiska ministerrådet. Naturvårdsverket Informerar.

Naturvårdsverket (1987). *Små avloppsanläggningar. Hushållspillvatten från högst fem hushåll*. Naturvårdsverket Allmänna Råd 87:6.

Naturvårdsverket (1989). *Anläggningskontroll enligt miljöskyddslagen*. SNV Allmänna Råd 89:2

Naturvårdsverket (1991). *Rening av hushållspillvatten. Infiltrationsanläggningar och markbäddar för fler än 25 personer*. Naturvårdsverkets Allmänna Råd 91:2.

Naturvårdsverket (1995). *Vad innehåller avlopp från hushåll?* Naturvårdsverket Rapport 4425.

Nilsson, P (1983) *Infiltration av behandlat avloppsvatten. Förbättrad fosforavskiljning genom tillsatsmedel*. Lunds Tekniska Högskola, VA-teknik. Serie VA 44. Lund.

Nilsson, P., Stuanes, A. (1987) *Investigation of Soil Treatment Systems for Septic Tank Effluent. I Design, Function, Hydraulic Properties, input and Output*. Vatten nr 43–1, sid 26–37.

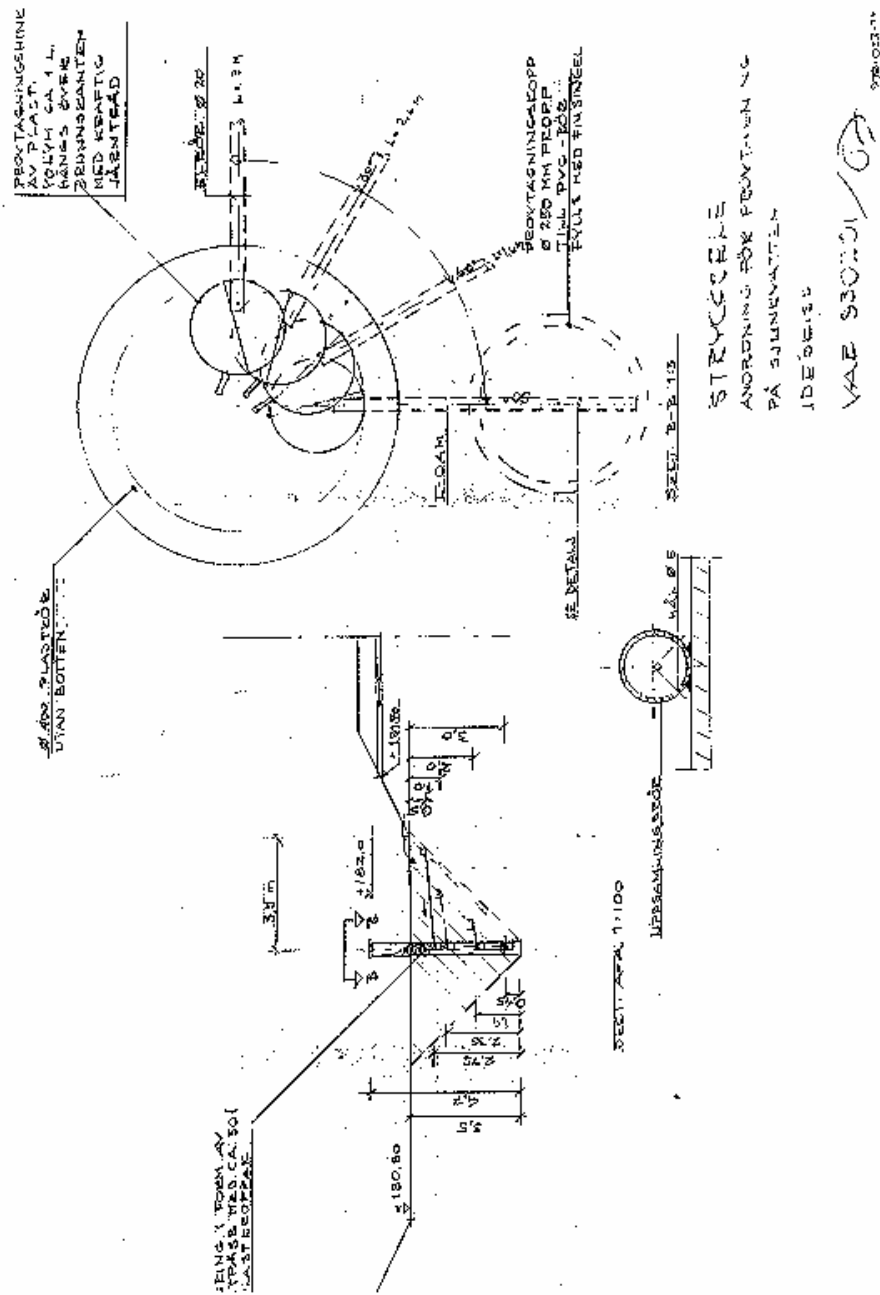
Nilsson, P (1990). *Infiltration of wastewater– An Applied Study on Treatment of Wastewater by Soil Infiltration*. Lunds Institute of Technology University of Lund. Report No 1002.

Standardiseringskommissionen, SIS (1982). *Avloppsvattenrening. Slamavskiljare för 26–500 pe. Allmänna fordringar*. Svensk Standard SS 82 56 21.

Stenström, T (1985). *Infiltration i mark. Mikroorganismers transport och överlevnad*. SNV Rapport 3051.

Svenska Vatten- och Avloppsverksföreningen (1995). *VA-teknik idag och i morgon – hygien, funktion och uthållighet*.

Wiklund U (1995). *Tillståndsansökan och miljökonsekvensbeskrivning enligt miljöskyddslagen för Vindelns avloppsreningsverk och tillhörande ledningsnät*. VAB Arkitekter&Ingenjörer, unr 200–175.



Figur 3 *Principskiss över provtagningsanordningen*

Tabell 1. Flöde till dammarna

Datum	Pump 1 (till damm 1)				Pump 2 (till damm 2)				Totalt m ³ /d	Belastn. l/m ² ,d (288 m ²)
	Pump- tid, h/d	Till- slag/d	Liter/ tillslag	m ³ /d	Pump- tid, h/d	Till- slag/d	Liter/ tillslag	m ³ /d		
941004										
941025	1,4	14	571	8,0	1,1	13	460	6,0	14,0	49
941130	1,1	11	578	6,4	1,1	13	481	6,1	12,5	43
941215	1,3	12	617	7,3	1,1	12	481	5,9	13,2	45
950103	0,3	14	566	7,7	1,0	12	484	5,6	13,3	45
950405	1,2	11	591	6,5	1,1	12	516	7,9	14,4	49
950505	2,8	19	850	15,8	2,4	18	753	13,2	29,0	99
950531	2,1	17	693	11,9	2,3	20	638	12,8	24,7	84
950615	2,3	19	698	13,1	2,1	18	671	11,9	25,0	85
950629	2,1	17	696	11,6	2,1	18	671	11,9	23,5	80
950728	2,2	18	685	12,6	2,2	18	712	12,6	25,2	86
950815	1,9	16	651	10,5	1,7	15	637	9,5	20,0	68
950908	1,5	14	608	8,0	1,7	15	630	9,1	17,1	58
951010	1,7	14	682	9,7	1,4	13	611	7,8	17,5	60
951113	0,8	8	600	4,7	1,4	13	602	7,6	12,3	42

Tabell 2. pH-värden i inkommande och utgående avloppsvatten.

Datum	Klockan	pH, inkommande	pH, utgående	Provtagningsdjup, m
940906	-	-	5,9	0,5
940906	-	-	5,1	1,0
940906	-	-	5,6	2,0
940906	-	-	3,8	3,0
951009	-	7,0	6,5	3,0
961001	-	7,2	4,2	3,0
970526	-	7,4	7,0	3,0
970916	14.50	7,1	3,6	3,0
980610	08.00	7,3	6,1	3,0
981005	08.00	6,8	4,2	3,0
990617	08.30	7,1	5,2	3,0
990929	08.50	7,4	3,8	3,0

Grundvattennivåer

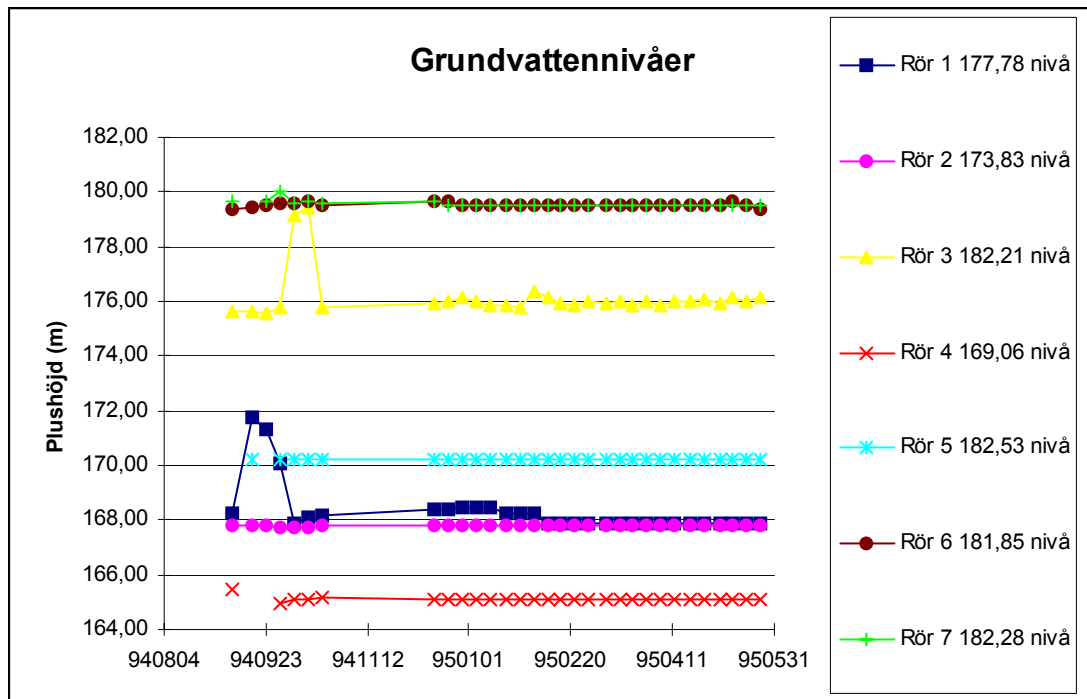


Diagram 1 Grundvattennivåerna i de 7 mätpunkterna.

Marktemperaturer

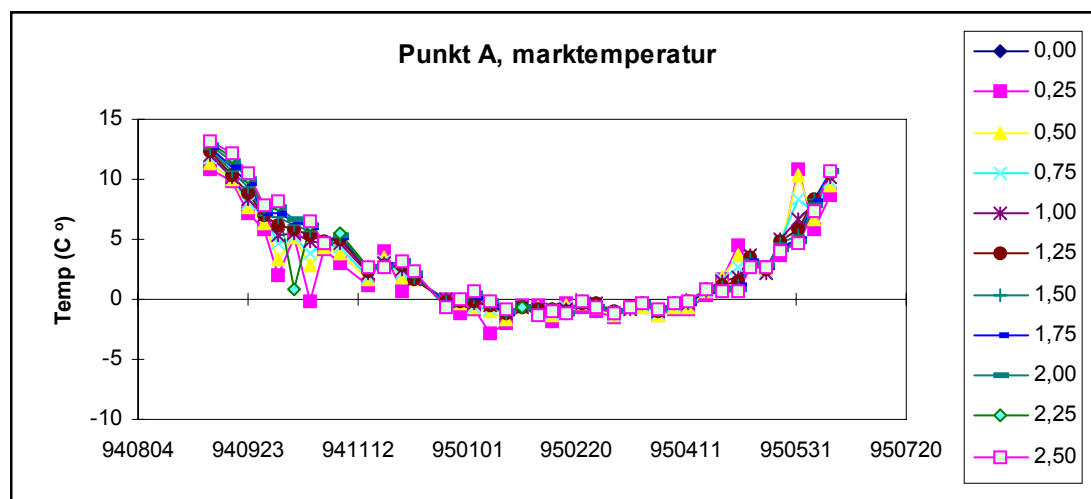


Diagram 2 Marktemperatur vid olika djup, 0 till 2,5 m, i punkt A

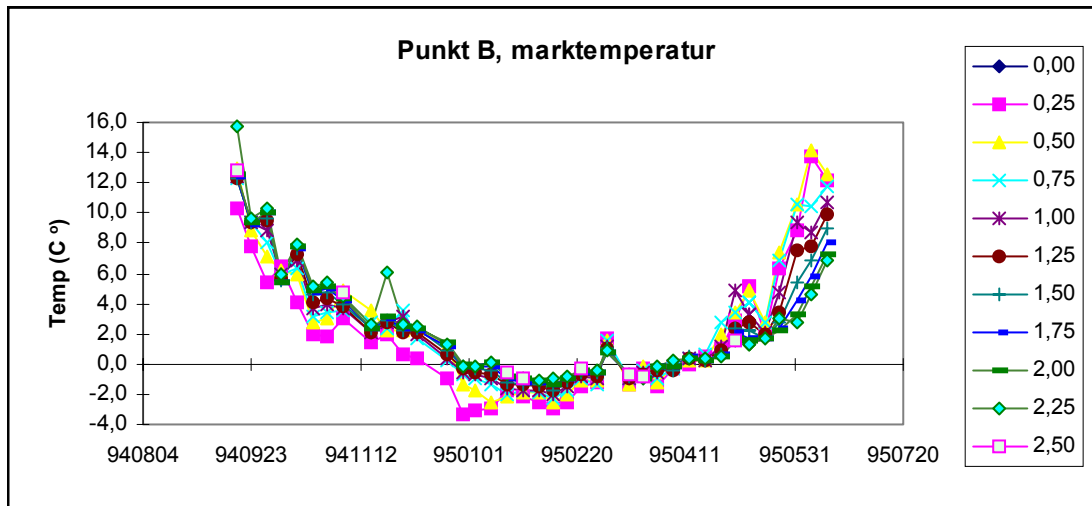


Diagram 3 Marktemperatur vid olika djup, 0 till 2,5 m, i punkt B

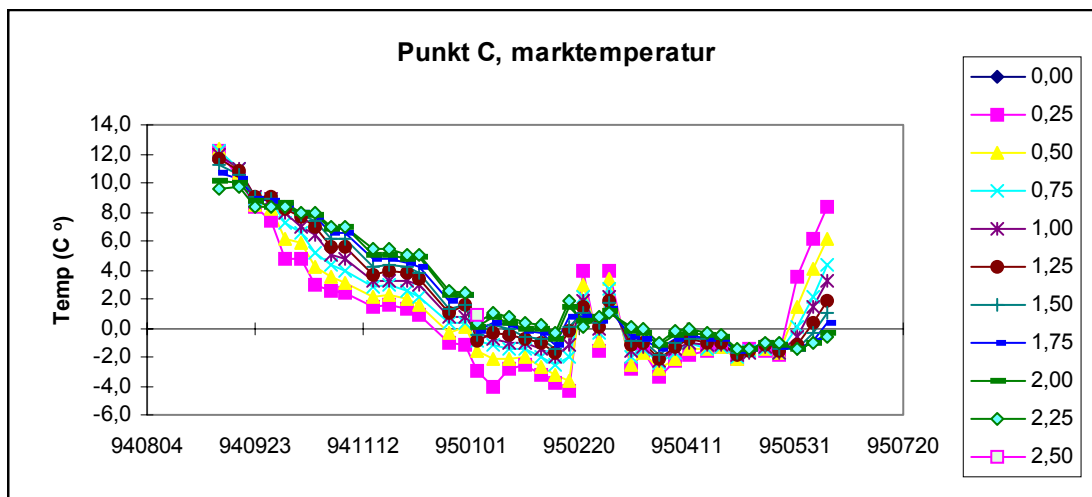


Diagram 4 Marktemperatur vid olika djup, 0 till 2,5 m, i punkt C

Provtagning avloppsvatten

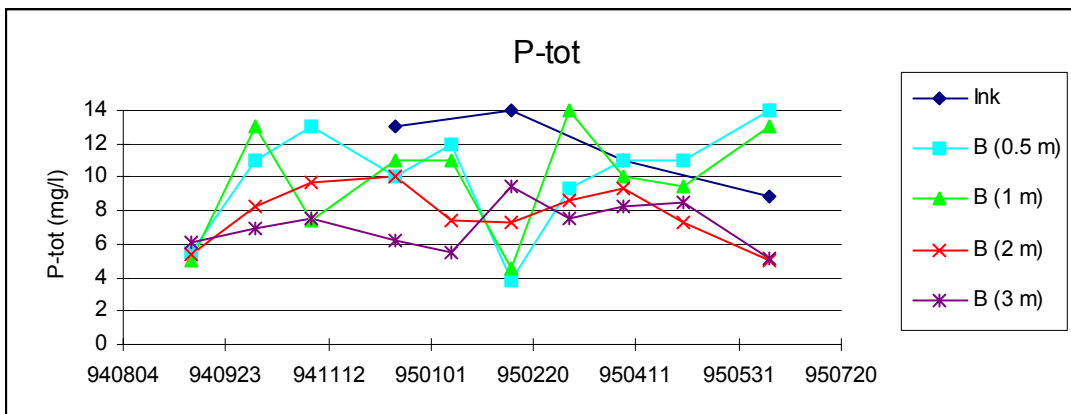


Diagram 5 Totalfosforhalter i inkommande avloppsvatten och i infiltrerande avloppsvatten vid olika djup, 0,5 till 3 m, vid punkt B.

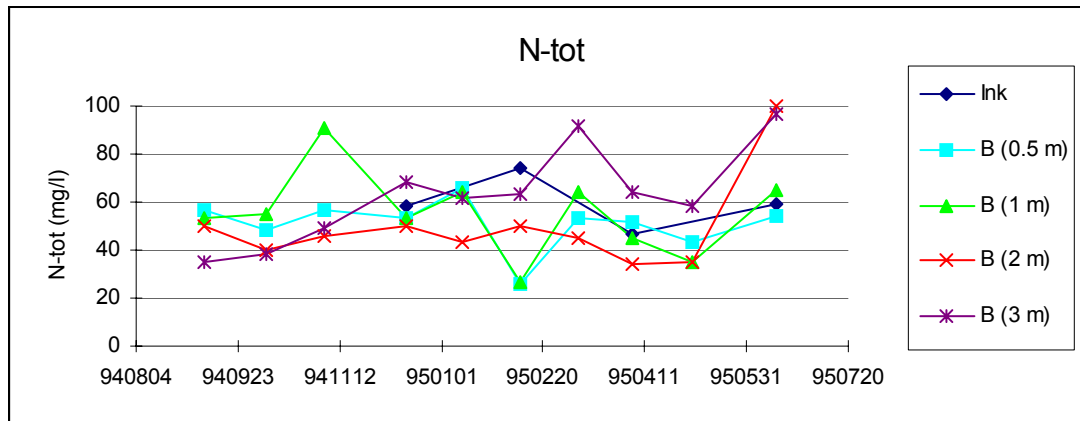


Diagram 6 Totalkvävehalter i inkommande avloppsvatten och i infiltrerande avloppsvatten vid olika djup, 0,5 till 3 m, vid punkt B.

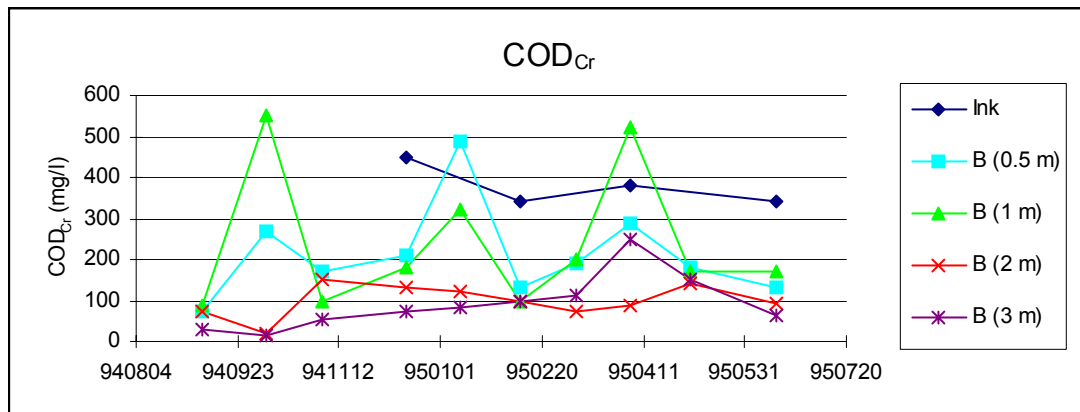


Diagram 7 Kemisk syreförbrukning i inkommande avloppsvatten och i infiltrerande avloppsvatten vid olika djup, 0,5 till 3 m, vid punkt B.

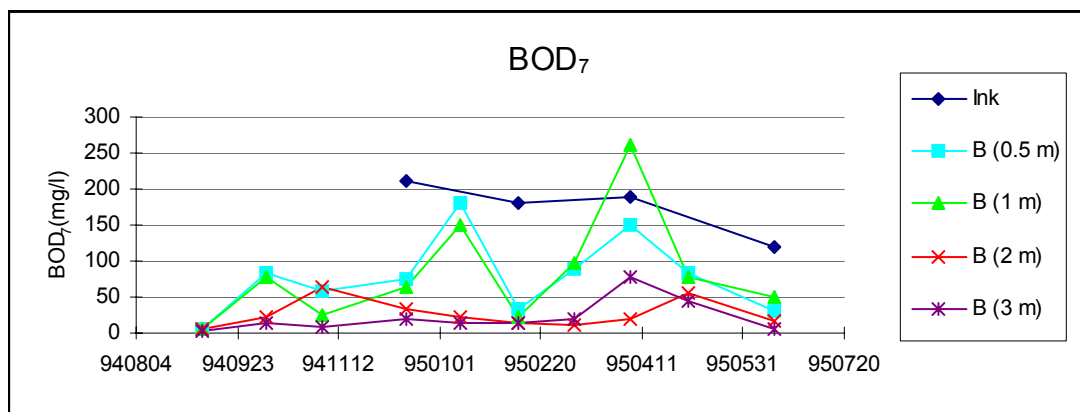
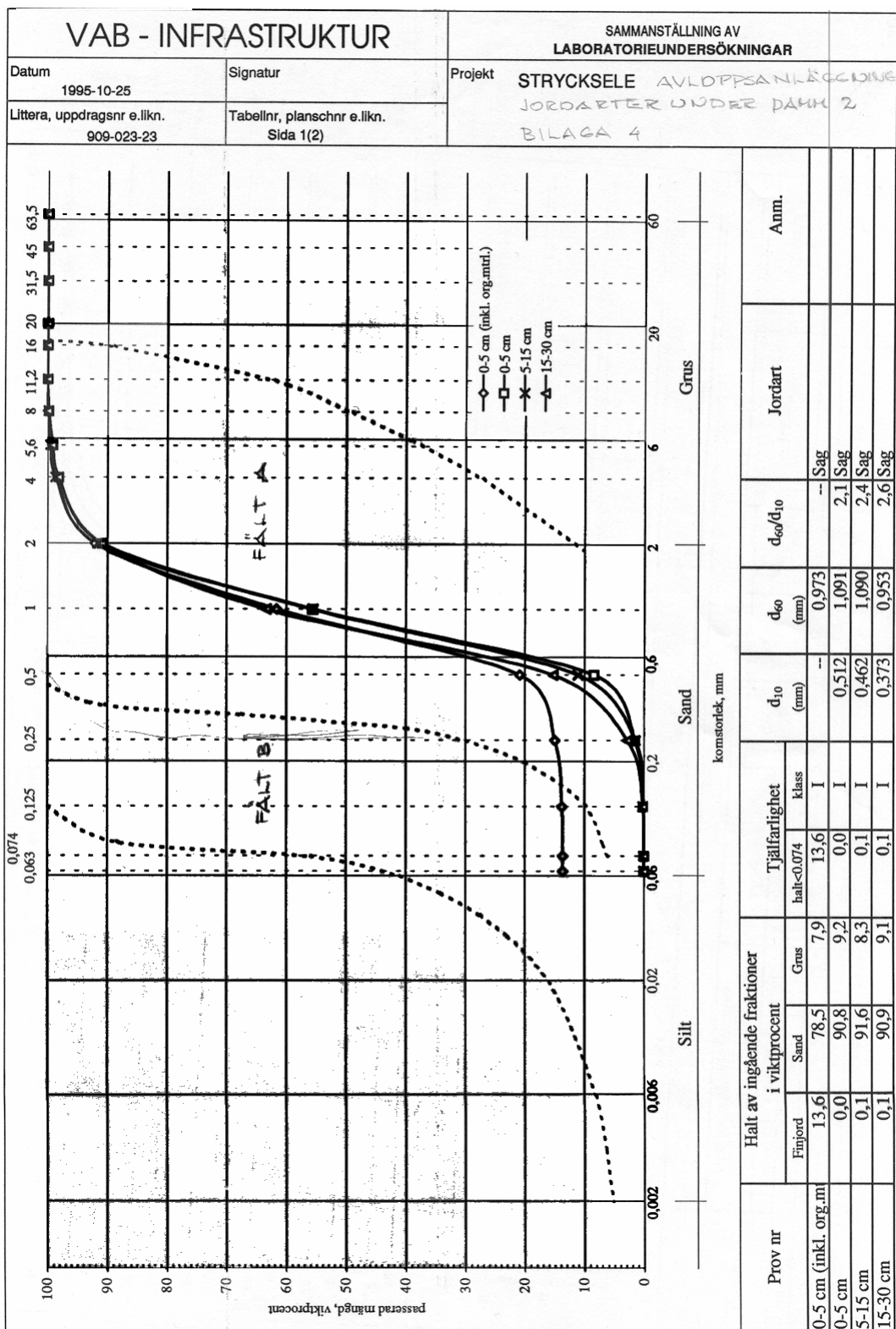
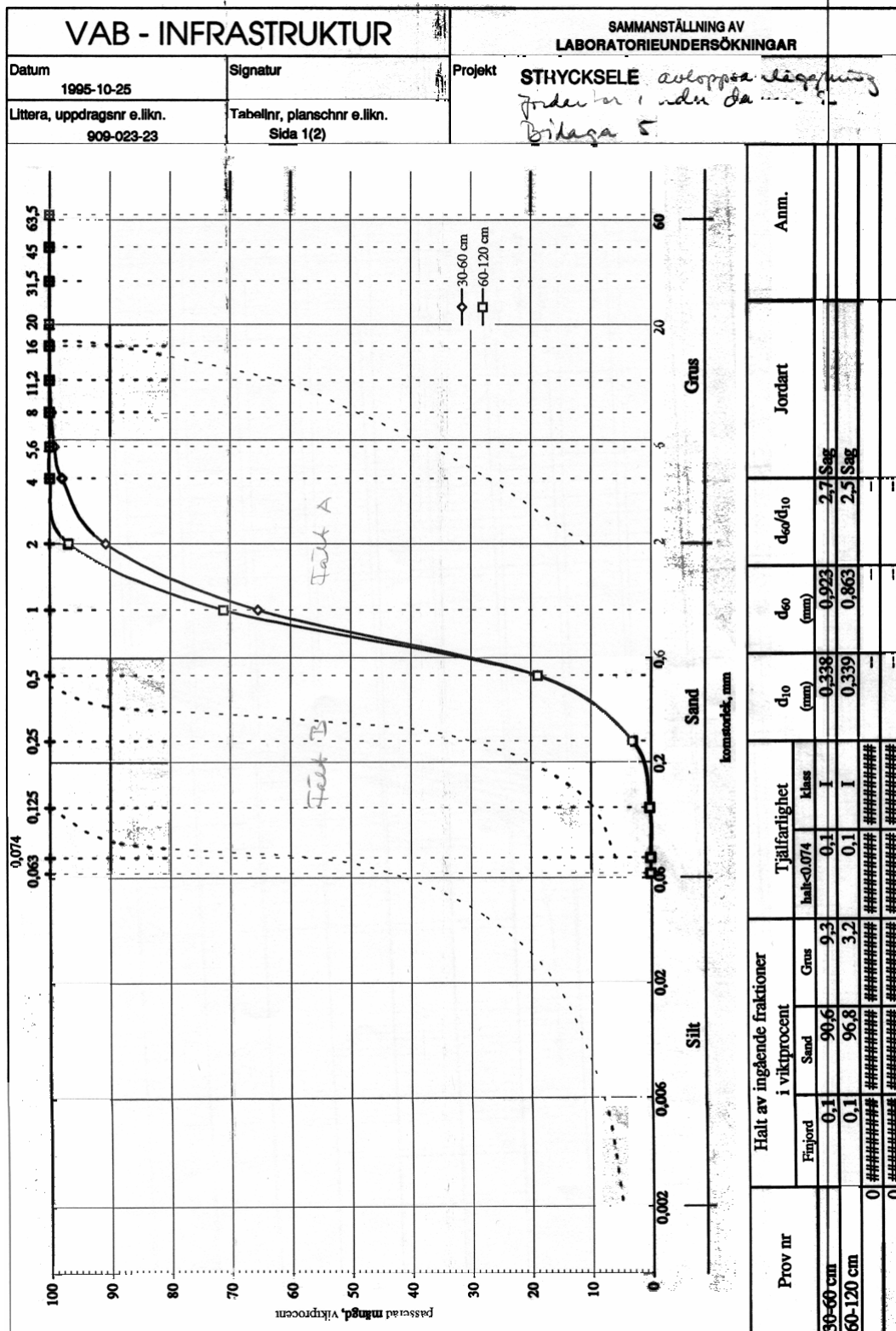


Diagram 8 Biologisk syreförbrukning i inkommande avloppsvatten och i infiltrerande avloppsvatten vid olika djup, 0,5 till 3 m, vid punkt B.





VINDELNS KOMMUN, STRUCKSELE
AVLOPPSANLÄGGNING
ÖPPNA INFILTRATIONS DAMMAR
PLAN OCH SEKTION

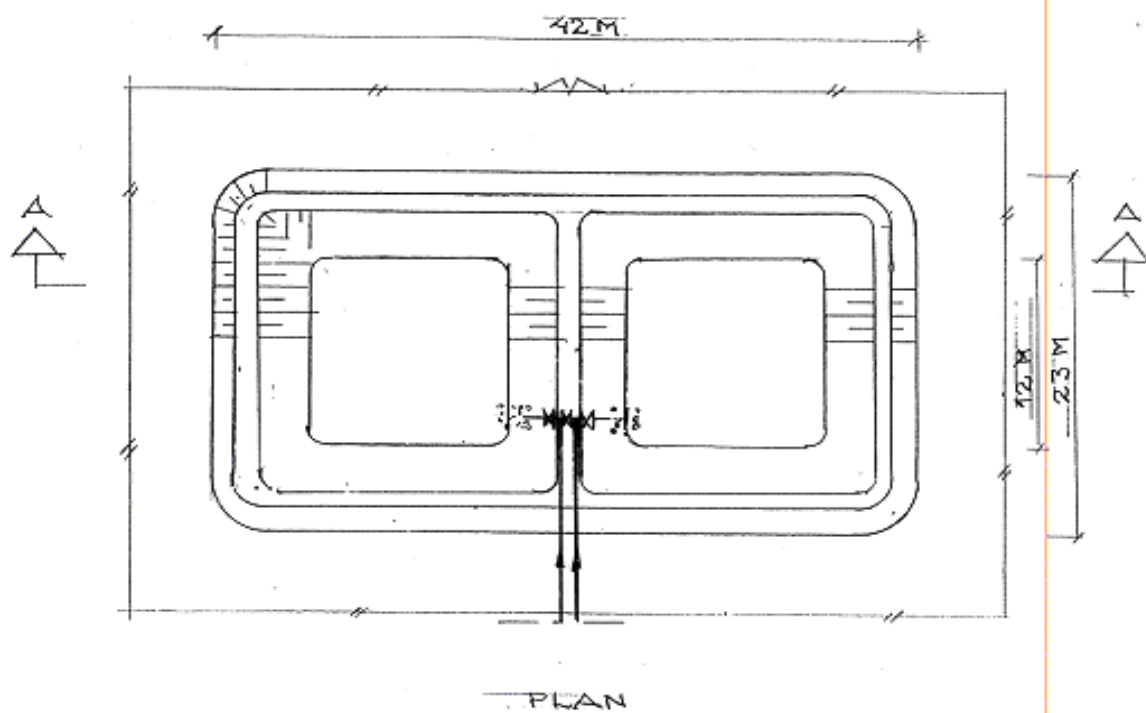
SKALA 1:400

BILAGA 3

TILL VAB:s

PRINCIPFÖRSLAG

DAT 1989-05-24



LINE 200-103-32/8



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08-506 002 00

Fax 08-506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se