

/ Ledningsteknik

Studier av fosfor- och kväveflöden i  
småskaliga avloppsanläggningar

ANDERS GUSTAVSSON

Examensarbete 1995:2

Nyckelord: avloppssystem  
kväve  
fosfor  
slamavskiljare  
biodamm  
separation  
våtmark  
markbädd  
infiltration

/ Ledningsteknik

Studier av fosfor- och kväveflöden i  
småskaliga avloppsanläggningar

ANDERS GUSTAVSSON

Examensarbete 1995:2

# FÖRORD

Detta examensarbete har utförts vid institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik vid Chalmers tekniska högskola.

På institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik genomförs forskning kring bedömningskriterier för avloppssystem. Arbetet utförs av civilingenjör Erik Kärrman med handledning av docent Gilbert Svensson. Avsikten med detta examensarbete var att testa metoder som utvecklats i detta projekt och att komplettera delar i projektet.

Jag vill tacka mina handledare Gilbert Svensson och Erik Kärrman för att de alltid ställt upp och hjälpt mig med nya infallsvinklar då problem uppstått. Jag vill också tacka anställda på Miljö- o hälsokontor som ställt upp till fullo för att sända data till mig. Ett stort tack skickas till Vilmi Aulikki för all hjälp i Åkesta, till Kurt Andersson i Älekulla och Siegfried Fleischer på Länsstyrelsen i Halland. Alla inblandade personer i Ödsmålsmosse har en speciell plats i mitt hjärta då de ställt upp och tagit emot mig på ett mycket trevligt sätt. Jag vill tacka er alla och nämner Morgan Johansson som ett av namnen.

Göteborg i december 1994

Anders Gustavsson



# SAMMANFATTNING

Människor har alltid varit beroende av vatten. Denna självklarhet har gjort att de flesta städer ligger i anslutning till sjöar och vattendrag. Till en början kunde samma vatten användas till både matlagning och tvätt. Problemet med förorenat dricksvatten ledde under 1800-talet till flera allvarliga koleraepidemier.

Då vi började använda fosforhaltiga tvättmedel på 1950- och 60-talen fick vi nya problem i form av eutrofiering (övergödning) av sjöar och vattendrag. Politikerna fattade beslut om att satsa pengar på utbyggnaden av framförallt fosforrening i våra reningsverk. Pengarna satsades framförallt i stora anläggningar. På många ställen i landet bor man inte så tätt att stora reningsverk lönar sig. Det är därför intressant att se hur dessa samhällen löser sin avloppsrening.

Idag har man sett att det inte räcker med att fosfor tas bort. Stora pengar satsas på kvävereningssystem. De mindre samhällena har inga möjligheter att klara dessa investeringar utan försöker på andra sätt få bort kväveinnehållet i sitt avloppsvatten.

Syftet med detta examensarbete är att utvärdera några alternativa anläggningar för avloppsvattenhantering och jämföra avskiljningsresultaten för kväve och fosfor. En anläggning har studerats djupare och här beskrivs processerna som sker mer ingående. Tyngdpunkten har lagts på att omfatta två av huvudnäringssämnena, kväve och fosfor.

Vid valet av anläggning finns flera hänsyn att ta. En synpunkt som är viktig är hur marklager och hydrologiska förhållanden ser ut. Det är inte bra om grundvattnet kommer in i en markbädd. Markbäddar anläggs vanligen där inte infiltration fungerar. Det är oftast på lerjordar. Där det finns lite sand rekommenderas en markbädd som en slags grovrening innan infiltrationen. Detta gäller om sandlagren är för små för att klara reningen på egen hand. Möjligheten att gräva en damm finns på täta jordar och med en viss kemikaliedosering fungerar dessa mycket bra som fosforfällor.

För anläggningar som behöver ordna kväverening är lösningstypen med våtmark ett gott alternativ. Detta alternativ används med fördel efter befintliga små reningsverk. Då man bor så att bönder kan ta hand om urinet och att spridningen av förmultnade fekalier är smidig är alternativet med att själv separera urin och fekalier bra. Urinet kan då ledas till täta tankar för att inte ammonium ska försvinna. BDT-vattnet kan renas på enklare sätt, exempelvis genom en markbädd.



# ABSTRACT

Human beings has always needed water to survive. This is the reason why most cities are placed nearby a lake or a river. In the beginning, the same water could be used both for cooking and washing clothes. The problem with polluted water created cholera epidemics during the nineteenth century.

In 1950th and 60th we could see the results from our washing powder, with lots of phosphorus, in lakes and rivers. Large cities began to take measures against phosphorus in wastewater. In Sweden people often lives with distance between each other. How small villages treat there wastewater is therefore very interesting.

Today we have seen that it is not enough to reduce the phosphorus loads. We have to reduce the nitrogen load also. Large cities spend a lot of money today on new technique to make nitrogengas. Small communities cannot spend the money needed. They have to do something else.

In this graduate work I have evaluated four different systems for wastewater treatment and compared the existing results of nitrogen- and phosphorus reduction. In one place I have made more detailed studies and made some tests myself. The different types of treatment includes stabilization pond, infiltration, wetland and separation.

In the results from this work sampling frequency is one of the things that I discuss. One test a year is not good enough and that is often the demands that private plants have. Another thing that I discuss is how to choose method. If it is clay in the ground it is not possible to use infiltration. Wetlands are a possibility if nitrogen is the problem. In the country side, where farmers can take care of your waste, is the type with separation a good thing and it is also possible to recirculate a lot of the phosphorus and nitrogen.





# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## FÖRORD

## SAMMANFATTNING

## ABSTRACT

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1.</b>	<b>INTRODUKTION</b>	
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Metod	1
<b>2.</b>	<b>KVÄVE OCH FOSFOR</b>	<b>3</b>
2.1	Kväve	4
2.2	Fosfor	6
<b>3.</b>	<b>BESKRIVNING AV OLIKA TYPER AV ANLÄGGNINGAR</b>	<b>8</b>
3.1	Slamavskiljare	8
3.2	Biodamm	9
3.3	Separering av avloppsvatten	9
3.4	Våtmark	10
3.5	Markbädd	10
3.6	Infiltration	11
3.7	Avskiljningsresultat	12
<b>4.</b>	<b>STUDERADE ANLÄGGNINGAR</b>	<b>13</b>
4.1	Älekulla - biodamm	13
4.2	Åkesta - separering, markbädd	16
4.3	Slättåkra - våtmark	19
4.4	Ödsmålsmosse - markbädd, infiltration	21
<b>5.</b>	<b>STUDIER GENOM EGNA MÄTNINGAR I ÖDSMÅLSMOSSE</b>	<b>23</b>
5.1	Motiv för egna mätningar	23
5.2	Egna mätningar utförda i Ödsmålsmosse	23
5.3	Resultat	24
5.4	Utvärdering av resultat	25
5.4.1	Flöde	25
5.4.2	Kväve	26
5.4.3	Fosfor	28
5.4.4	Övrigt om anläggningen	29
<b>6.</b>	<b>JÄMFÖRELSER</b>	<b>30</b>
6.1	Allmän jämförelse	30
6.2	Kväverening	31
6.3	Fosforrening	32
6.4	Slutsats	33
<b>7.</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>35</b>



# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Människor har alltid varit, och kommer också i all framtid att vara, beroende av vatten. Denna självklarhet har gjort att de flesta städer ligger i anslutning till sjöar och vattendrag. Till en början kunde samma vatten användas till både matlagning och tvätt, men efter en tid blev människor sjuka och man skyllde på vattnet. Lösningen blev att hämta rent vatten från andra ställen där ingen förstörde det. Problemet med det lokala förorenade vattnet kvarstod och ledde under 1800-talet till flera allvarliga koleraepidemier enligt Andréasson (1994).

Kring sekelskiftet började de system som finns idag att byggas. Det var också då som vattenklosetten introducerades enligt institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik CTH (1990). Avloppsvattnet leddes fortfarande orenat till vattendragen men stadsfolket behövde inte se det. I vattendragen blev det syrebrist som följde av att för stora mängder syrekrävande material släpptes ut. För att lösa detta anlades de första reningsverken som enkla sedimenteringsanläggningar.

Då vi började använda fosforhaltiga tvättmedel på 1950- och 60-talen fick vi nya problem i form av eutrofiering (övergödning) av sjöar och vattendrag. Debatten började och politikerna fattade beslut om att satsa pengar på utbyggnaden av framförallt fosforrening i våra reningsverk. Det som infördes i reningsverken var oftast ett fällningssteg med hjälp av kemikalier. I sjöarna syntes resultaten fort eftersom fosfor vanligen är det näringsämne som begränsar tillväxten. När det inte kom så mycket fosfor till sjöarna avstannade eutrofieringen. Pengarna satsades framförallt i stora anläggningar. På många ställen i landet bor man inte så tätt att stora reningsverk lönar sig. Det är därför intressant att se hur dessa samhällen löser sin avloppsrening.

Idag har man sett att det inte räcker med att fosfor tas bort. Kustkommunernas reningsverk tvingas därför satsa pengar på kvävereningssystem. Detta är mycket dyrt eftersom nya bassänger måste byggas för att skapa syrefria miljöer. De mindre samhällena har inga möjligheter att klara dessa investeringar utan försöker på andra sätt få bort kväveinnehållet i sitt avloppsvatten.

## 1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utvärdera några alternativa anläggningar för avloppsvattenhantering och jämföra avskiljningsresultaten för kväve och fosfor. En anläggning kommer att studeras djupare. Här kommer processerna som sker beskrivas mer ingående och kväve- och fosforföreningars koncentrationer att följas genom anläggningen. Tyngdpunkten läggs på att omfatta de två huvudnäringsämnena, kväve och fosfor.

### 1.3 Metod

För att utvärdera anläggningarna besöks samtliga platser. Processen i varje anläggning går igenom på plats med berörd driftspersonal. Information inhämtas också via intervjuer med boende, driftspersonal och tillsynsmyndighet.

Data från de provtagningar som är gjorda vid respektive anläggning används för beräkningar av reningsgrader samt för bedömning av effektivitet. Dessa provtagningar kan vara utförda av privatpersoner eller av kommunalt anställda. Kunskapsnivån hos dessa personer om hur proverna ska tas och varför de tas på ett speciellt sätt kan därför variera. Tillförlitligheten kan därför diskuteras kring en del resultat. De resultat som är av särskilt intresse är de som rör näringsämneshalter och flöden.

## 2 Kväve och fosfor

Kväve och fosfor är två mycket viktiga byggstenar för livet på vår planet. Fosfor är nödvändigt för energiomsättningen hos alla organismer och kväve finns bland annat i alla de proteiner som bygger upp musklerna i människor och djur. För oss människor tillhör därför kväve- och fosforföreningarna de allra mest livsnödvändiga näringsämnen.

Kväve finns till 78 % i luften vi andas som kvävgas men för de flesta växter och organismer måste det förekomma i någon annan form för att kunna användas. Ett exempel är nitrat,  $\text{NO}_3^-$ , som växterna har lätt för att ta upp och använda i sin uppbyggnad av biomassa. En bild på varifrån kvävet kommer i stora drag visas i fig. 2.1.

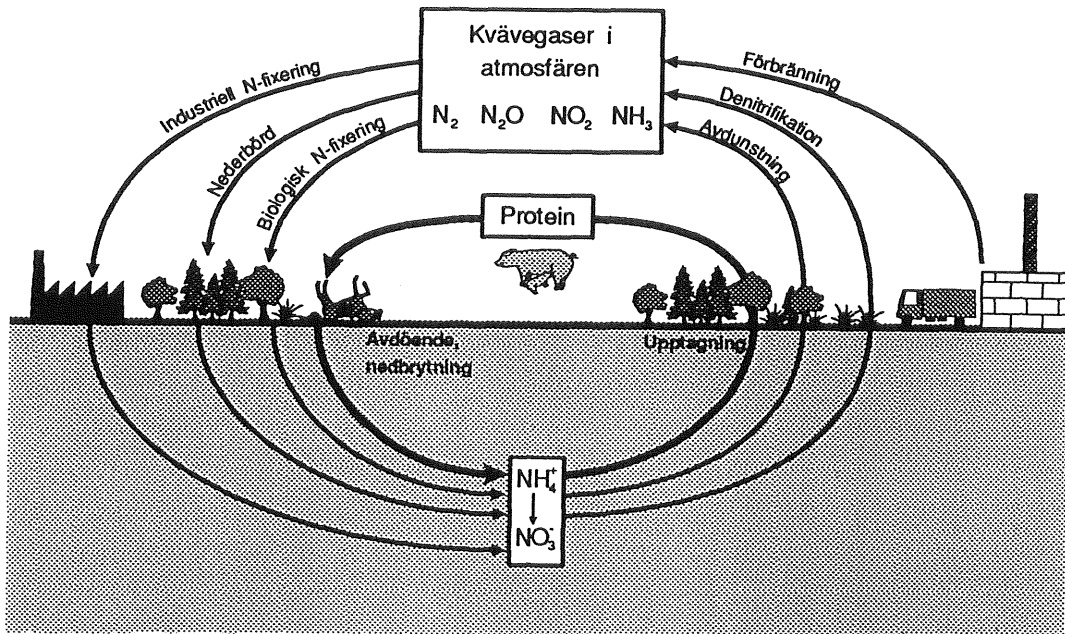


Fig. 2.1 Kvävetts kretslopp på land enligt Nielsen et al (1992).

Fosfor finns naturligt fastlagt i marken och vi tillför stora mängder via handelsgödsel till våra jord- och skogsbruk. Ett annat förråd som finns är det i våra sjösediment där idag stora mängder fosfat finns lagrat. Detta fosforlager har bildats genom att regnvatten urlakat fosfat från markerna som sedan sedimenterat i sjöar där vattenhastigheten avstannat.

Idag har vi insett att kväve- och fosforföreningarna inte bara är positiva för vår natur. På flera platser förekommer tidvis så kallad övergödning i vattendrag, sjöar och hav. Det beror på att det tillförs för mycket kväve- och eller fosforföreningar så att växterna producerar biomassa som sedan bryts ner. Det är vid nedbrytningen de största problemen uppstår med syrefria zoner vid bottenarna. Då kan också svavelväte bildas. Svavelväte är ett giftigt ämne och kan leda till massdöd av bland annat fiskar enligt Miljövårdscentrum KTH (1990).

Orsakerna till att för stora mängder kväve- och fosforföreningar tillförs våra vattendrag är många. En är våra effektiva jord- och skogsbruk med höga givor av handelsgödsel. Dränering sker för att inte skog och växter ska dränkas vid regn. Detta gör att näringsämnen som tillförts via gödsel sköljs ur marken innan växterna hinner ta upp det. En olycklig kombination förekommer då gödningsämnen läggs ovanpå tjälen. När tjälen sedan släpper rinner stora delar av näringsämnen rakt igenom jorden. Denna typ av spridning är nu förbjuden via lag. Våra reningsverk har fram tills idag haft mycket små reningskrav vad gäller kväve. Fosfor renas

dock relativt bra. Vindarna för också med sig kväveföreningar som vid regn leder till gödning av sjöar och hav.

Vad är övergödning och hur uppkommer det? Övergödning får vi när det begränsande näringsämnet tillförs i överskott. I marin miljö råder det oftast brist på kväve naturligt. Om det då tillförs stora mängder kväve till havet som växterna kan ta upp kommer dessa att växa till och algbloomning kan uppstå. När algerna sedan dör sjunker de till botten. Där tar bakterierna hand om nedbrytningen. Då nu nedbrytningsaktiviteterna ökar går det åt mer syre. Detta kan leda till perioder med syrefria zoner vid bottarna och bottendöd som följd. Detta är vad som skett i exempelvis Laholmsbukten enligt rapport från Lantbrukarnas Riksförbund (1988).

I insjöar är det oftast fosfor som är det begränsande näringsämnet för övergödning men i övrigt är principen densamma som för kvävet i marin miljö.

## 2.1 Kväve

Kvävet förekommer i någon av formerna ammonium, nitrat, nitrit eller organiskt bundet. De tre förstnämnda är lösliga och transporteras därför snabbt i vattendrag. I en rapport från LRF (1988) beskrivs källor och transportvägar för kväve i Ringsjöns avrinningsområde (Skåne). Se fig. 2.2.

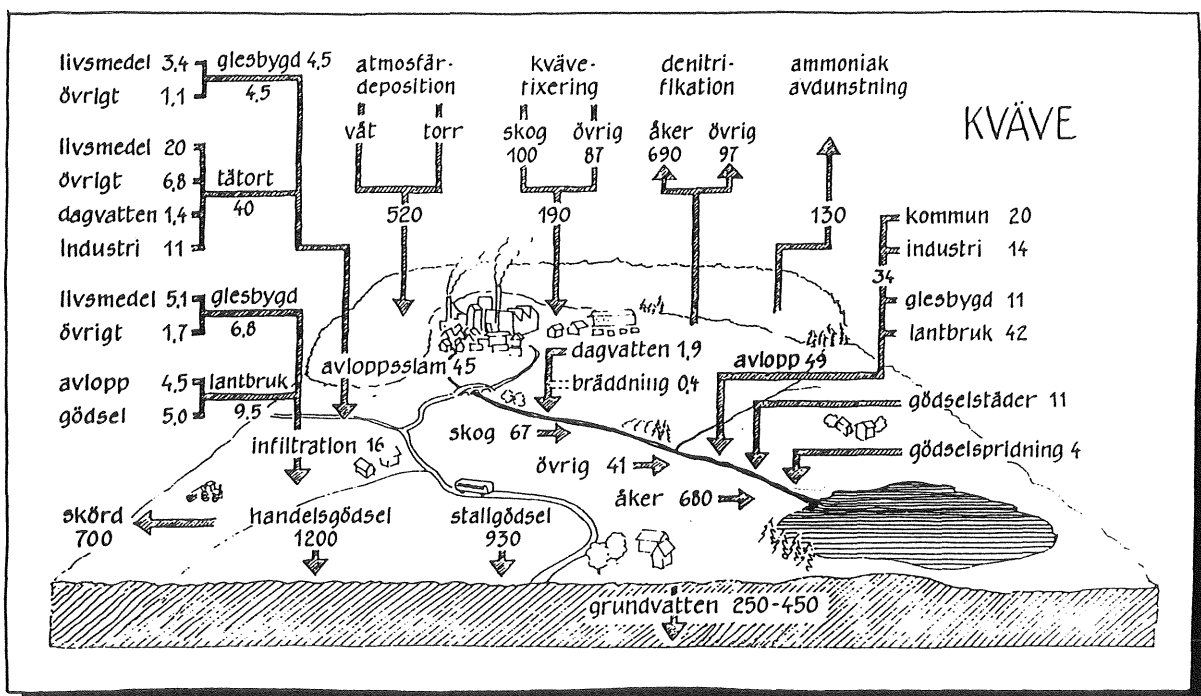
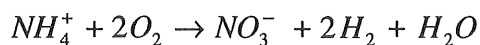


Fig. 2.2 Kväve inom Ringsjöns avrinningsområde enligt LRF-rapport (1988). Enheten är ton/år

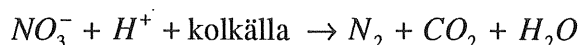
Det som är intressant för detta examensarbete är att se hur stor del av den totala mängden kväve som kommer från avloppsvattnet och som kan påverkas genom krav på reningsanläggningar. Jämför med den mängd som läcker ut från skog och åker till Ringsjön. Åkermarken bidrar med 680 ton/år och skogen med 67 ton/år. I detta avseende kan man tycka att 49 ton/år från avloppet är en mindre del men man ska inte bortse från avloppsslammet 45 ton/år som hos många kommuner i Sverige läggs på deponi och därifrån kan läcka ut. Vid en

jämförelse av Ringsjön med andra områden bör man komma ihåg att Ringsjön ligger i ett typisk jordbruksområde.

I avloppsvatten kommer cirka 90 % av totalkvävet från klosetterna och då mestadels genom urinet enligt Sundberg (1994b). I urinet förekommer kvävet som ammonium och reduceras med hjälp av syre till nitrat via mellanledet nitrit. För att sedan få en denitrifikationsprocess att fungera måste avloppsvattnet passera en syrefri miljö där organiskt kol finns tillgängligt. Om detta är uppfyllt tar bakterier syret i nitratmolekylen för sitt syrebehov. Kvävet som blir kvar bildar kvävgas och försvinner upp i atmosfären.



*Förenkling av ammoniums oxidation till nitrat*



*Förenkling av nitrats reduktion till kvävgas som fungerar bäst vid anaeroba förhållanden, ingen syrgastillgång.*

När kvävet är i kvävgasform är det svårt att få tillbaka det till växterna. Det finns kvävefixerande organismer och inom jordbruket utnyttjar man symbiosen bland annat mellan klöver och en bakterie enligt Claesson *et al* (1991). Vi kan också åstadkomma kvävefixeringen industriellt men det är energikrävande. Ett sätt att undvika kvävefixeringsprocessen är om man tar hand om kvävet innan det blir kvävgas och använder det som gödning. Det är därför samhällsekonomiskt riktigt att åstadkomma ett mindre kretslopp för kvävet. Se fig. 2.3.

Det naturliga kretsloppet för kväve är att kvävgas bildas och det är också det som många reningsverk nu satsar stora pengar på att åstadkomma. Ett exempel är Ryaverket i Göteborg. Den stora kostnaden ligger i att få till stånd en effektiv denitrifikationsprocess. För detta krävs en syrefri miljö och tillgång till kolkälla för bakterierna.

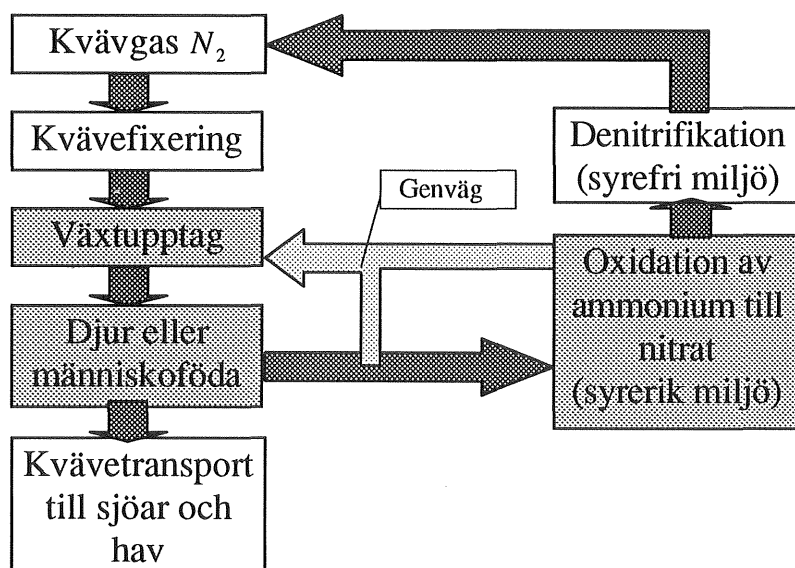


Fig. 2.3 Förenklad bild av kretsloppet för kvävet i avloppsvattnet. Genvägen är exempelvis då slammet från våra reningsverk sprids på åkrarna.

Bilden på kvävet kretslopp är förenklad för att belysa de vägar som diskuteras. En av de största förenklingarna är att växterna hamnar som föda för människor eller djur. Det som egentligen sker är att bara en liten del av växterna hamnar som föda. Kvävet hos den andel av växterna som inte blir föda kan återfinnas som förmultnade växtdelar som växterna tar upp eller som kvävgas då denitrifikation genomförs efter fömultning.

## 2.2 Fosfor

För att uppnå önskad effektivitet i jordbruket råder idag underskott på fosfor. Därför finns det idag gruvor för brytning av fosfor. Det utvinns också fosfor som en restprodukt vid en del malmbrytning. I Sverige finns de rikaste tillgångarna på fosfor i järnmalmerna i Lappland. Det är inte kostnadseffektivt att bryta denna så vi importerar från andra länder. På flera platser runt vår jord finns också fosfor som guano enligt IVA-rapport (1971). Guano är avlagringar bildade av spillning från havsfåglar. Då fosfor förädlats till handelsgödsel sprids den på jord- och skogsmarker. Det stora bekymret är att det hela tiden försvinner allt mer fosfor ut i havet och att gruvbrytningen inte kommer att räcka i all framtid. Den brutna fosfor är dessutom förorenad med tungmetaller enligt Miljövårdscentrum KTH - Miljöeffekter (1990). Dessa tungmetaller drar vi på detta sätt in i vårt kretslopp utan att vi vill det.

I en rapport från LRF (1988) beskrivs källor och transportvägar för fosfor i Ringsjöns avrinningsområde i Skåne. Se fig. 2.4.

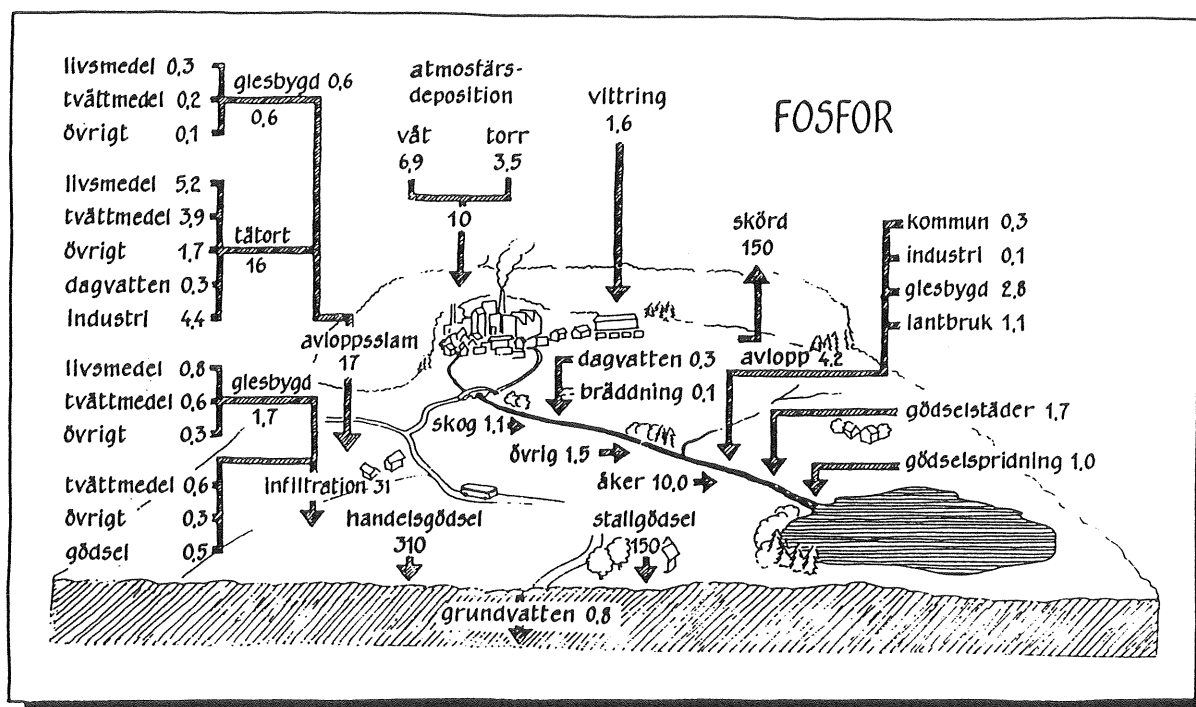


Fig. 2.4 Fosfor inom Ringsjöns avrinningsområde enligt LRF-rapport (1988)

Jämför storleksordningarna på mängderna totalfosfor som tillförs Ringsjön via åker, skog och avlopp. Åkermark bidrar med 10 ton/år och skogen med 1,1 ton/år. Total andel från avloppsanläggningar är 21,2 ton/år. Av detta kommer 4,2 ton/år främst från enskilda avlopp och släpps direkt ut i Ringsjön. De övriga 17 ton/år finns i avloppsslammet. Slammet kan användas i jordbruket eller deponeras. Dessa källor innebär också risk för fosforläckage



I avloppsvatten förekommer fosfor till största delen som ortofosfat som lätt binds till järn- och aluminiumjoner. Då bildas en fast förening som fälls ut. Fosfor är därför inte alls lika lätttransporterat som kväve. Fosfor finns också naturligt bundet i marken. Idag leder vi ut stora kvantiteter fosfor i havet via bäckar och åar. Då fosfor nått havet kan vi inte få den tillbaka till jordbruket. Ett sätt som vi plockar tillbaka en del fosfor upp på land är genom fisket. Denna återkoppling får dock anses som relativt liten i jämförelse med vad vi släpper ut till sjöar och hav.

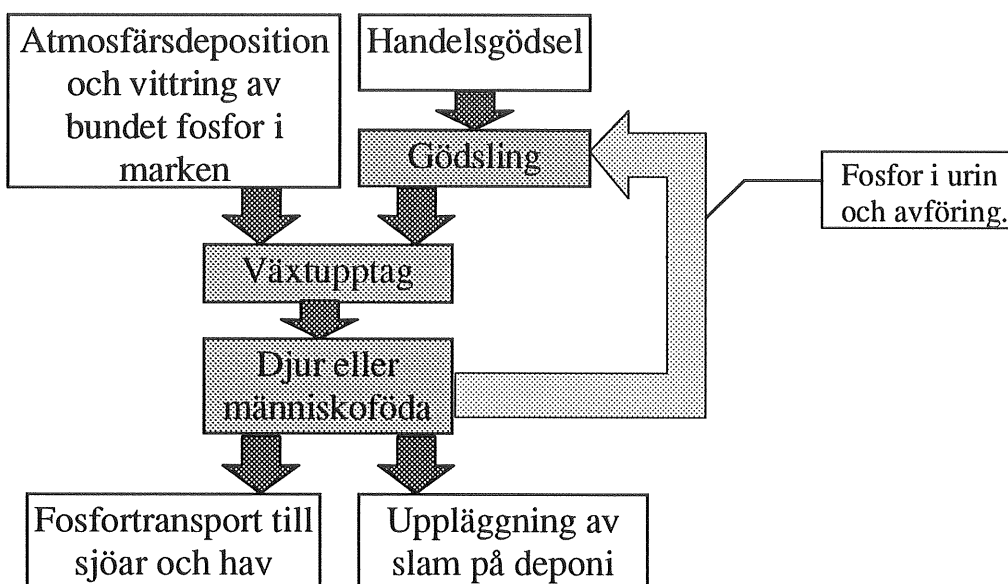


Fig. 2.5 Förenkling av fosfors "kretslopp"

Bilden ovan är liksom för kvävet förenklad för att belysa de problem vi har idag. Den väg i fig. 2.5 som får fosfor att gå i ett kretslopp finns idag men utnyttjas inte tillräckligt.

### 3 Beskrivning av olika typer av anläggningar

I detta kapitel beskrivs allmänt några olika typer av lösningar som i kapitel 4 återkommer som specifika anläggningar.

3.1	Slamavskiljare
3.2	Biodamm
3.3	Separering av avloppsvatten
3.4	Våtmark
3.5	Markbädd
3.6	Infiltration
3.7	Avskiljningsresultat

#### 3.1 Slamavskiljare

##### *Vad är en slamavskiljare?*

En slamavskiljare är en behållare där de grova föroreningarna avskiljs. Både det som sjunker och flyter i vatten ska avskiljas. Den placeras som ett första reningssteg i en process. Storleken på dessa behållare beräknas utifrån avloppsvattenflödet och hur lång uppehållstid som behövs för att avskilja önskade partiklar. Det som kommer efter kan vara en markbädd, infiltrationsanläggning, biodamm, paketrengsverk eller någon annan typ av lösning. Tack vare slamavskiljningen kan efterföljande delar fungera mycket bättre. Risken för igensättning är annars överhängande. Behållaren måste slamsugas regelbundet. Hur ofta beror på storlek och belastning. Det vanligaste är att de är dimensionerade för tömning en till två gånger om året. För att partiklarna ska falla till botten behövs en viss uppehållstid av vattnet i slamavskiljaren. Denna bör inte understiga 6 h enligt Naturvårdsverket (1991). Ett annat mått som ges i denna skrift är ytbelastningen. Ytbelastningen är flödet per ytenhet och rekommenderas att inte överstiga  $0,5 \text{ m}^3/\text{h},\text{m}^2$ .

##### *Hur fungerar en slamavskiljare?*

De flesta slamavskiljare är uppbyggda så att de bildar tre stycken delar. För att få bort de partiklar som flyter respektive sjunker anläggs öppningarna mellan delarna långt ner eller högt upp i vattenmassorna

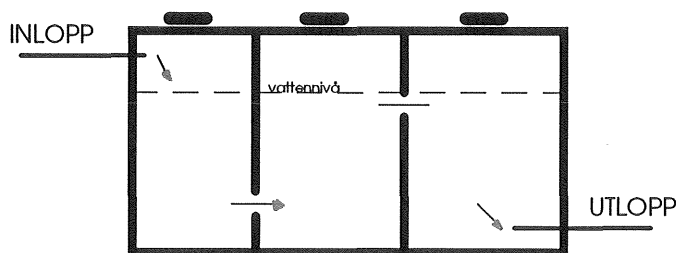


Fig. 3.1 Vattnets väg i en slamavskiljare

## 3.2 Biodamm

### *Vad är en biodamm?*

En biodamm är förenklat en konstgjord sjö där man eftersträvar en biologisk aktivitet för att rena avloppsvattnet. I ett tidigare kapitel beskrivs effekten av för mycket näringsämnen och hur det kan leda till syrebrist. Här utnyttjar man denna övergödande effekt och får rikligt med alger och bakterier. I dammen får man ofta en syrefri miljö vid botten vilket är en del av poängen. Dammarna har vanligen ett djup runt 2 m. Arealerna varierar beroende på belastningen. Runt dammarna samlas ofta mycket fåglar eftersom växtligheten frodas.

### *Hur fungerar en biodamm?*

I dammen hjälps bakterier och alger åt för att rena avloppsvattnet. Bakterierna bryter ner det organiska materialet till näringsämnen som algerna sedan tar upp. För att bakterierna ska jobba effektivt behöver de syre och en del tid på sig. I en biodamms botten, då syret tar slut, använder bakterierna syre från nitratmolekylen istället. Slutprodukten blir då kvävgas som försvinner via bubblor upp till vattenytan. Normalt finns dock tillräckligt med syremolekyler i vattnet för att bakterierna ska klara sig utan att behöva använda nitratmolekylens syreatomer. Bakterierna bryter då ner de organiska ämnena så att de kan tas upp av alger. Algerna bygger upp sin biomassa och vid fotosyntesen bildas syre som restprodukt.

En annan sak som sker i biodammen är sedimentation. Döda algrester men även fosforföreningar faller till botten på grund av gravitationen. På detta sätt binds fosfor och kväve till sedimenten. En förutsättning är att vattenhastigheten inte är så stor. Partiklar kan hålla sig flytande om vattnet rör sig för fort. Dammarna måste därför utformas så att hastigheten bromsas. För att undvika kortslutningsströmmar sätts ofta flytväggar upp som styr vattenmassorna runt i dammen. En annan fördel är då också att bakterierna får den tid de behöver för att verka på ett tillfredsställande sätt.

Under den kalla årstiden förekommer ingen biologisk aktivitet utan reningen sker endast genom sedimentation. Detta gör att anläggningstypen inte lämpar sig för de nordligare delarna av vårt land.

## 3.3 Separering av avloppsvatten

### *Vad är separering?*

Den separering av avloppsvatten som diskuteras här är den då urinen avskiljs direkt vid toaletten. Fekalierna förs till ett multrum av något slag och urinen leds till täta tankar. Bad-, disk- och tvättvattnet renas vanligen med någon av de övrigt nämnda lösningarna i detta kapitel. I vissa fall leds det också till kommunalt reningsverk. Separeringen är en lösning för att kunna recirkulera näringsämnena. Poängen är att urinen ska kunna spridas på åkrarna och de förmultnade fekalierna ska användas som jordförbättring. Recirkulationen blir ca 75 % av totalfosfor och ca 90 % av totalkväve om man lyckas recirkulera allt innehåll från toalettbesöken. Halterna enligt Kajsa Sundberg (1994). Den del som inte recirkuleras kommer från BDT-vattnet. En annan stor fördel är att livslängden på till exempel en markbädd blir avsevärt längre om den inte belastas med urin och fekalier.

### 3.4 Våtmark

#### *Vad är en våtmark?*

En våtmark är en grund damm där naturens egna processer för rening av förorenat vatten får tid på sig att verka. Ofta är det de höga halterna av kväve man vill hindra från att nå havet. Kvävet kan exempelvis komma från jordbruket. Vål fungerande dräneringssystem och diken ser till att vattnet rinner av snabbt vilket innebär att de naturliga processerna inte hinner med. Innan effektiviseringen av jordbruket sattes in rann bäckarna i krokiga och slingriga banor genom landskapen. Då hann naturen med att ta hand om näringsämnen innan vattnet nådde sjöar och hav. Detta försöker man återskapa genom våtmarker.

I avloppsvatten finns extra höga halter av närsalter som leder till en kraftigt förstärkt växtlighet. I våtmarkerna trivs härigenom också många fåglar på grund av dess rika innehåll på föda och förmåga att ge skydd.

#### *Hur fungerar en våtmark?*

Våtmarken bromsar upp flödet och låter bakterier, alger och växter få den tid de behöver för att bryta ner och ta upp näringsämnena. Skillnaden mot en biodamm är att våtmarken är mycket grundare, cirka 0.5 m, och att man tillåter växter. Den är dessutom i första hand byggd för att ta hand om kvävet. Växterna hjälper till med kväveupptaget och då de dör sedimenterar de till botten. En annan variant är att skörda dem och föra bort resterna till kompostering. I våtmarken sker liksom i biodammen en sedimentation. För att den grunda dammen inte ska sedimentera igen måste avloppsvattnet ha genomgått en långt gången rening redan innan det når våtmarken. Våtmarken fungerar sedan som en extra putsning av avloppsvattnet där kvävet omvandlas till kvävgas precis som i biodammen. Ett problem som finns med somliga våtmarker är att det ibland bildas lustgas (dikväveoxid) istället för kvävgas. Lustgas räknas som en växthusgas och påverkar därför ozonlagret i negativ riktning.

### 3.5 Markbädd

#### *Vad är en markbädd?*

En markbädd består förenklat av en grusbädd där man leder in avloppsvattnet i överytan och tar ut det i botten. Grusbädden består vanligen av ett lager med en tjocklek på minst 80 cm. Storleken på gruskornen bör enligt Naturvårdsverket (1991) ligga runt 2 mm. Betongsand "0-8" uppfyller oftast kraven.

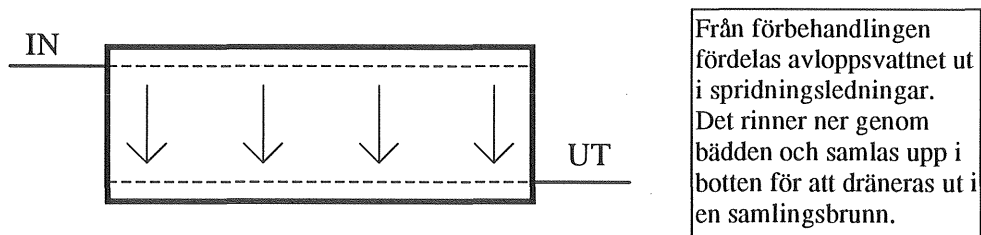


Fig. 3.2 Principskiss för en markbädd.

I jämförelse med filter så sprids avloppsvattnet ovanpå ytan vid filter men via rör i yttsikt vid markbädd.

För att man ska få en markbädd och fungera ordentligt krävs en bra förbehandling och en god fördelning i bädden. Detta kan åstadkommas genom en slamavskiljare och att trycksätta avloppsvattnet med en pump innan markbädden. I skriften Naturvårdsverket (1991) rekommenderas att pumpvolymen vid varje pumpstillfälle motsvarar 1 till 3 gånger ledningsvolymen i spridningsledningarna. Då avloppsvattnet inte trycksätts utan rinner med självfall så fördelas oftast vattnet ojämnt i bädden. Detta leder till att somliga delar inte utnyttjas till fullo och andra delar överbelastas. De delar som överbelastas kan tidvis få problem med syretillgången då de hela tiden är vattendränkta. En obehaglig lukt kommer då att bildas. För att undvika detta ansluts luftare till den undre dräneringsledningen. Då vattnet passerat markbädden släpps utan ytterligare behandling ut i en recipient.

#### ***Hur fungerar en markbädd?***

I markbädden bildas en biofilm på stenkornen som suger åt sig näringsämnen och på så sätt renar avloppsvattnet. Om ingen förbehandling sker genom exempelvis en slamavskiljare sätts porerna snabbt igen och markbädden tappar sin funktion. Det markbäddarna främst gör är att ta bort fosforföreningar. Reningsgraden miskar med tiden eftersom fosfor inte förbrukas utan bara läggs fast. Naturvårdsverket (1991) anger några genomsnittliga reningsgrader för fosfor beroende på markbäddens ålder. För en ålder mellan 5 och 10 år beräknas 50 % av fosfor läggas fast i markbädden. Livslängden kan förlängas genom att toalettvattnet inte leds till markbädden. Andra livslängdspåverkande faktor är hur lång tid det går mellan pumpningarna till bädden och om den får någon viloperiod.

Markbädden reducerar kväve dåligt. Det som sker är att ammonium oxideras till nitrat.

### **3.6 Infiltration**

#### ***Vad är infiltration?***

Infiltration innebär att man låter naturliga marklager rena avloppsvattnet. Normalt släpps förbehandlat avloppsvatten ut på en markyta där det får rinna ner genom jordlagren för att förena sig med grundvattnet. Processen ställer stora krav på förundersökningar angående jordlagertyper och var grundvattenytan befinner sig. I Naturvårdsverket (1991) rekommenderas ett minsta avstånd till grundvattnet på mellan 1,5 och 3,0 m för medelstora anläggningar. För att markporerna inte ska sätta igen krävs liksom för markbädden en förbehandling med exempelvis en slamavskiljare. En infiltrationsanläggning kan inte belastas så hårt som en markbädd då jordpartiklarna är mycket mindre, vilket ger snabb igensättning om belastningen är för stor.

#### ***Hur fungerar en infiltrationsanläggning?***

Det är mycket svårt att mäta effekten av en infiltrationsanläggning eftersom det reade avloppsvattnet förenar sig med grundvattnet. För att få kontroll på infiltrationen måste man också veta hur grundvattnet rör sig. Reningen sker liksom för markbäddar genom att en biofilm bildas. Denna suger åt sig näringsämnen. Porerna i en infiltrationsbädd är normalt mycket mindre än de i en markbädd vilket gör att kraven på förbehandling är större.

I infiltrationsanläggningen sker inte bara det första steget i kväverensningskedjan utan även det andra som kräver syrefri miljö. I detta andra steg bildas kvävgas som försvinner upp till atmosfären. Anläggningen är också mycket effektiv mot fosforföreningar men liksom för markbäddar försvinner effekten med tiden.

### 3.7 Avskiljningsresultat

Det finns några intressanta forskningsresultat som bland annat visar hur mycket kväve och fosfor man avskiljer vid några av dessa anläggningstyper. Nedan visas resultaten från en undersökning i Nederländerna där jag jämför de typer av anläggning som motsvarar egna exempel.

Parameter	Anläggningstyp	
	markbädd	infiltration
N-tot	24 ± 15 %	36 - 50 ± 15 %
P-tot	32 ± 15 %	87 - 99 ± 15 %

Fig. 3.3 Avskiljningsresultat i procent från olika anläggningstyper enligt van der Graaf et al (1989)

En annan forskningsrapport som kommer från Norge har bedömt anläggningarna och givit pluspoäng beroende på hur väl de avskiljer de olika ämnena. För kväve och fosfor redovisas följande resultat.

Parameter	Anläggningstyp			
	markbädd	infiltration	våtmark	biodamm
N-tot	< 40 %	40 - (80) %	40 - (80) %	40 - (80) %
P-tot	40 - 80 %	> 80 %	40 - (80) %	40 - (80) %

Fig. 3.4 Avskiljningsresultat från olika anläggningstyper enligt Jenssen et al (1992)

S. Fleischer och L. Stibe (1991) har redovisat ett diagram för hur stor kvävereningen är i sjöar, dammar, våtmarker och floder i förhållande till belastningen. Diagrammet är logaritmiskt på båda axlarna.

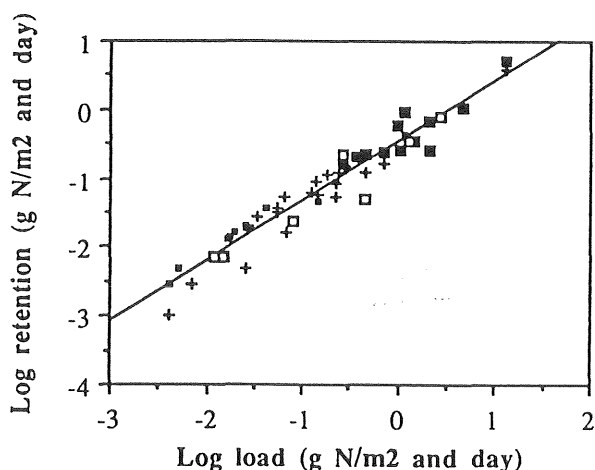


Fig. 3.5 Relation mellan kvävebelastning och kväveretention enligt S. Fleischer, L. Stibe (1991)

## 4 Studerade anläggningar

I detta kapitel kommer några anläggningar att beskrivas. Det är olika typer av lösningar liknande de som beskrivs allmänt i kapitel 3.

- 4.1 Älekulla - biodamm
- 4.2 Åkesta - separering, markbädd
- 4.3 Slättåkra - våtmark
- 4.4 Ödsmålsmosse - markbädd, infiltration

### 4.1 Älekulla - biodamm

Älekulla är ett litet samhälle med cirka 100 invånare som ligger 2 mil söder om Kinna i Marks kommun. Det är en typisk jordbruksbygd där ingen industri utan bara bostäder finns. Avloppsanläggningen består av en slamavskiljare och en biodamm. 1989 genomfördes en informationskampanj för att minska fosforutsläppen. Det skickades ut information till hushållen och man delade också ut en omgång fosfatfria tvätt- och diskmedel. Detta ledde till en klart minskad fosforbelastning till biodammen trots att det samtidigt byggdes nya lägenheter i samhället så att invånarantalet steg enligt Malmqvist och Samuelsson (1993) och K. Andersson (muntligen).

För att rena det fosfor man får in i anläggningen används PAX som fällningskemikalie. PAX köps i flytande form och innehåller polymeriserande aluminiumjoner. Då detta tillsätts ett fosforrikt avloppsvatten bildas flockar som sjunker till botten på grund av gravitationen. En annan åtgärd som infördes samtidigt som man började fälla med PAX var flytväggar i biodammen. Dessa har fått vattnet att röra sig en längre sträcka och hindrar också kortslutningsströmmar i biodammen enligt K. Andersson (muntligen).

På detta sätt får partiklarna längre tid att sedimentera och biologiska reningen blir också bättre.

#### Avloppsvattnets väg i Älekulla

Allt avloppsvatten från hushållen leds till biodammanläggningen. I en liten brunn alldeles innan slamavskiljaren doseras PAX. Det är meningen att flocken som bildats med fosfor då ska stanna redan i slamavskiljaren. Denna slamavskiljare består av två tankar på 10 m<sup>3</sup> vardera. Där den andra är delad i två utrymmen. Resultatet kan liknas vid en trekammarbrunn. Detta är grovreningen av avloppsvattnet.

I biodammen, dit avloppsvattnet sedan leds, finns en yta på 800 m<sup>2</sup> där alger och bakterier sköter finputsningen. Dammen är 1.5 - 2.0 m djup. Bakterierna bryter ner det organiska materialet till näringsämnen som algerna kan ta upp. Slutprodukten blir koldioxid från bakterierna och syre från algerna förenklat sett. Biomassan som bildas, döda alger och bakterier, hamnar i sedimenten. Under den kalla årstiden upphör den biologiska reningen. Den rening som då sker är sedimentation.

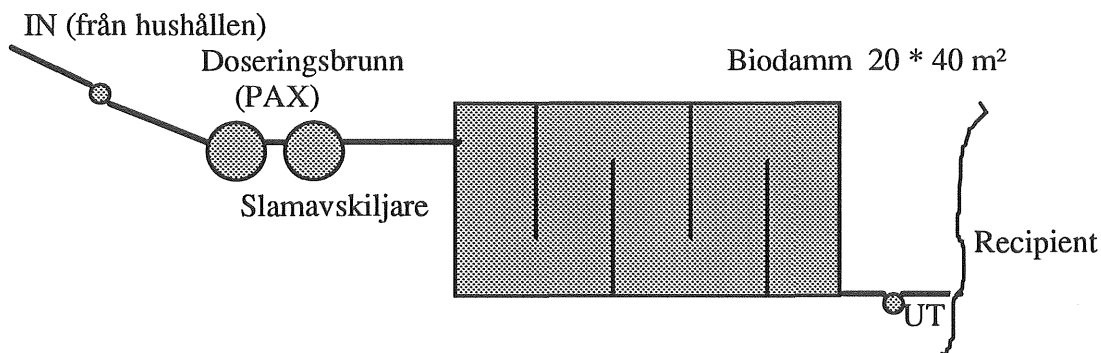


Fig. 4.1 Översikt över avloppsanläggningen vid Älekulla

Bäcken som tar emot avloppsvattnet efter biodammen heter Skällareds å. Den rinner genom hela bygden och har ett klart och porlande vatten.

### Reningseffekter i Älekulla

Kraven som är ställda från kommunen på anläggningen gäller bland annat totalfosfor. Några krav vad avser kväverening finns inte. Anledningen är att avståndet till havet är betryggande och det är där problemet med höga kvävehalter finns idag. Provtagning har skett en gång per månad under några år vilket har gett ett bra urval för statistik. Proverna är tagna på ingående avloppsvatten samt på utgående vatten från biodammen.

Datum	Ptot [mg/l]		reduering %
	IN	UT	
910115	1,70	0,66	62
910211	1,50	1,70	-13
910327	2,70	0,66	76
910426	1,30	1,50	-15
910719	0,95	1,80	-89
910827	8,80	2,40	73
910902	2,20	1,80	14
911030	3,20	1,80	50
911212	1,50	1,80	-20
920117	4,80	0,77	84
920305	1,10	0,26	76
920302	1,30	0,26	80
920302	1,30	0,26	80
920415	2,20	0,12	95
920522	2,20	0,42	81
920701	13,00	0,20	98
920817	4,70	1,50	68
920928	1,10	0,67	39
921120	0,12	0,06	58
930122	0,44	0,11	75
930225	3,60	0,34	91
930405	2,30	0,09	96
930517	3,80	1,20	68
930721	0,46	0,45	2
930922	2,40	0,08	97
931025	1,00	0,06	95
940201	0,17	0,25	-47
940214	0,84	0,18	79
940413	0,50	0,06	90
Medelvärden			
1991	IN	UT	reduering
	2,65	1,56	15%
1992-94	IN	UT	reduering
	2,37	0,37	70%

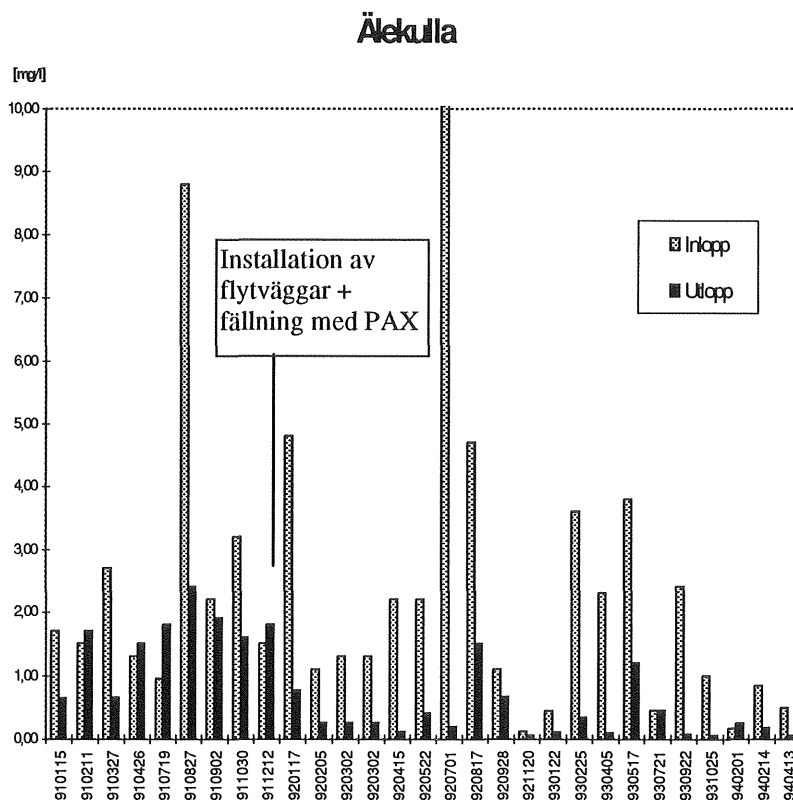


Fig. 4.2 Tabell och diagram över provtagningar vid Älekulla, Marks kommun



Av provningsresultaten kan man utläsa en klart förbättrad rening efter årsskiftet 91/92. Det beror på att man då började tillföra PAX som fällningskemikalie och att flytväggarna då var installerade. Reduceringen är uträknad som medelvärden för 1991 samt för perioden 1992-1994. Tyvärr finns inga flöden registrerade till alla mätdata men där det finns ligger flödet runt 40 l/min eller 0,65 l/s.

## Beräkningar

För att överslagsmässigt få en blick av hur mycket fosfor som avskiljs från avloppsvattnet innan det släpps ut används medelvärdet på inkommande vatten sedan 1992. Det blir 2,37 mg P-tot/l. Med en reningsgrad på 70 % och ett flöde på 0,65 l/s leder detta till att totalandel fosfor som renats bort blir:

$$2,37 * 0,7 * 0,65 * 365 \text{ dagar} * 24 * 3600 = 34,0 \text{ kg P-tot/år}$$

per kvadratmeter och dygn blir detta

$$34000 / (365 * 800) = 0,12 \text{ g P-tot/m}^2, \text{dygn}$$

Detta är mycket överslagsmässigt beräknat och ger bara en fingervisning om hur mycket fosfor som renas bort. Anledningen är att flödet inte finns registrerat för varje mättillfälle och vissa tider på året kommer inget vatten ut från anläggningen utan försvinner via avdunstning.

## 4.2 Åkesta - separering, markbädd

Åkesta är ett samhälle ett par mil norr om Västerås. Här bor idag cirka 100 människor. Området är byggt på jordbruksmark och runtomkring finns stora åkrar. Byn, som består av 14 hus med två lägenheter i varje, byggdes till BO-90 utställningen som en ekoby. Den är byggd med så energisnåla hus som möjligt.

Då området byggdes var alternativet med kommunalt vatten och avlopp för dyrt. Området har därför en djupborrad brunn och ett eget omhändertagande av avloppsvattnet. Avloppsvattnet tas omhand genom tre olika system. I badrummen finns för detta två olika toaletter, en för urin och en för fekalier. (Idag finns toalettstolar där urin separeras från fekalier i samma stol.) Det tredje systemet är reningen av bad-, disk- och tvättvattnet.

De som bor i området förbinder sig att bara använda fosfatfria tvätt- och diskmedel. Föreningen köper också in andra miljövänliga produkter och säljer till sina medlemmar. Människorna i området tänker på sitt sopavfall och försöker att inte köpa plastförpackad mat för att undvika avfallet. De försöker också på andra sätt att leva med naturen som människor i storstäderna inte har möjlighet att göra. Ett exempel är att man har egna höns. (V. Aulikki muntligen)

### Avloppsvattnets väg i Åkesta

Bad-, disk- och tvättvatten leds till en slamavskiljare. Därifrån pumpas vattnet ut i en markbädd. Markbädden är delad i tre delar där en del alltid är i vila. Tack vare att man inte leder urin och fekalier till markbädden och att delarna i bädden kontinuerligt vilar räknar man med att livslängden ska öka avsevärt. Det dränerade vattnet från markbädden leds via ett öppet dike ut i Svartån. Provtagningen sker på vattnet i utloppet till detta dike.

Urinen spolats med lågspolande toaletter till urintankar. Det finns fyra tankar i området och varje tank betjänar 6-8 hushåll. I tankarna finns nivåalarm installerade som löser ut då dessa behöver tömmas. En bonde från trakten kommer och tömmer urintankarna. Urinen lagras sedan i en slutna tank för att spridas på åkrarna som gödsel vid lämpligt tillfälle. Idag har man fortfarande problem med inläckage som i vissa fall kan vara så stort som 2:1 för vatten/urin. Några luktproblem finns inte trots att urintankarna ligger nergrävda mellan husen. (V. Aulikki muntligen)

Toalettstolen för fekalier ser ut precis som en vanlig toalett fast man spolat inte efter sig. Det är bara ett hål rakt ner i ett snurredass. Snurredasset består av en stor cylinder stående i källaren. I den finns fyra fack. Storleken är sådan att det tar ungefär ett år för en familj att fylla ett fack. Det innebär att man snurrar ett kvarts varv om året. Då ett fack fyllts måste man sedan kontinuerligt fukta för att inte få "betong" i behållaren. Tömning sker när förmultningen fått pågå ostört i två år. I snurredasset finns en värmeslinga i botten som får vätskan att avdunsta. Det är också utrustat med en fläkt för att skapa ett undertryck så att inte lukten sprids upp i lägenheten. Luktproblem uppstår därför inte inomhus så länge fläkten fungerar som den ska. Utomhus kan det komma dunster om inblandningen är dålig det vill säga om det inte blåser. Ibland kan det uppstå problem med flugor som kläcks i snurredasset. Detta försöker folk lösa på egna sätt men inget är helt bra ännu.



Fig. 4.3 Badrum i Åkesta. Två toaletter, en för urin och en för fekalier.

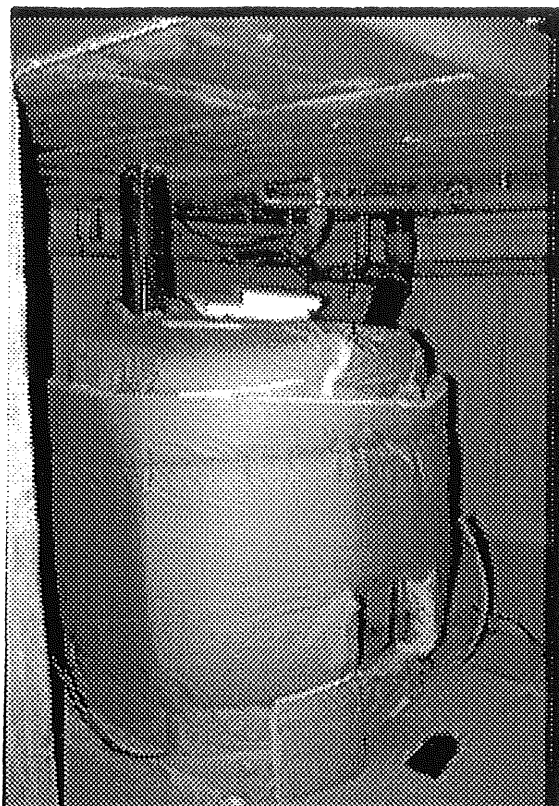


Fig. 4.4 Snurreddass i Åkesta. Här hamnar fekalierna.

### Renings effekter i Åkesta (BDT-vatten)

Kraven finns på att totalfosforhalten skall mätas en gång om året. Det finns inga krav vad avser totalkväve. Provtagningen går till på följande sätt: Varje halvtimme under en åtta timmarsperiod tas ett 100 ml prov. Dessa prover blandas till ett och skickas för analys. Markbädden togs i drift 1991 i dagens utförande vilket har gett fyra prover.

Datum	P-tot [mg/l]		reduktion %
	IN	UT	
910513	3.4	1.3	62
910613	2.5	0.6	76
920921	2.9	0.15	95
930919	4.1	0.9	78
Medel	3.23	0.74	78

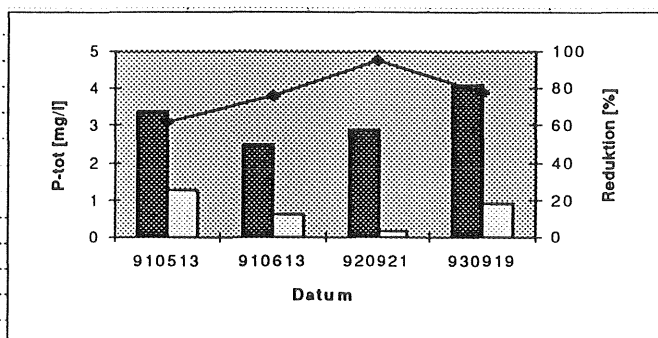


Fig. 4.3 Tabell och diagram över prover utförda i Åkesta ekoby på BDT-vattnet.

I figuren ovan ser man att reduktionen varit så hög som 95 % vilket är mycket bra. Att de första värdena visar sämre resultat kan bero på den ombyggnad av markbädden som då precis avslutats. En markbädds fosforreducerande funktion sjunker med tiden på grund av att fosfor

läggs fast utan att försvinna. Den lagras i markbädden och till slut infinner sig en jämvikt där fosforinnehållet är lika stort in som ut ur markbädden. Detta dröjer förhoppningsvis många år. Efter 5-10 år är den ca 50 % enligt Naturvårdsverket (1991). Genom de åtgärder med viloperioder och avskiljning av fekalier och urin som införts i Åkesta bör denna markbädd klara sig längre med god effekt på fosforreduktion. Medelvärdet i figuren ovan ska man inte fästa sig för mycket vid. Det följer av resonemanget att reduktionen försämras med åren och medelvärden tagna med ett värde per år ger därför inte så mycket.

## Beräkningar

Resultaten tyder på ca 80 % fosforreduktion av BDT-avloppsvattnet. Den genomsnittliga inflödeskoncentration är 3,2 mg/l. Markbädden har en yta på 575 m<sup>2</sup> men 1/3 vilar alltid. Detta leder till 400 m<sup>2</sup> som används kontinuerligt. Någon flödesmätning finns inte men en grov uppskattning med 100 st personer anslutna och 200 l/p,d skulle ge 20 m<sup>3</sup>/d. Av detta går ca 75 % till markbädden. Resten går till urintankarna. Denna uppskattning plus att ett inläckage på 5 l/d,m ledning ger att ca 18 m<sup>3</sup>/d eller 0,21 l/s trycks in i markbädden. Mängd fosfor som avskiljs ur BDT-vattnet blir:

$$0,8 * 3,2 * 18\ 000 * 365 = 16,8 \text{ kg P-tot/år}$$

per kvadratmeter och dygn blir detta

$$16800 / (365 * 400) = 0,12 \text{ g P-tot/m}^2,\text{dygn}$$

Detta är överslagsmässigt beräknat och bygger på osäkerheter i framförallt flödet.

### 4.3 Slättåkra - våtmark

Slättåkra är ett litet samhälle på den halländska landsbygden som ligger ca 3 mil nordost om Halmstad. Här bor idag ungefär 200 personer. Samhället har ett eget reningsverk med en aktiv slamprocess och efterföljande långtidsluftning med sedimentering. Det finns ingen industri ansluten till verket.

Tidigare släpptes vattnet rakt ut i Suseån från reningsverket för vidaretransport ut till Kattegatt. I Kattegatt förekommer det då och då algbloomning till följd av att för mycket kväveföreningar släpps ut. I forskningssyfte har man därför anlagt en våtmark i Slättåkra för att om se om detta hindrar näringsämnena från att nå havet. Det man främst är ute efter är att få så mycket kväve som möjligt till kvävgas som då släpps upp i atmosfären istället för att övergöda havet.

Våtmarken är uppbyggd med två olika linjer för att se vilken variant som renar bäst. Båda linjerna består av tre små dammar vardera. Djupet är cirka 40 cm. I den första har man planterat bladvass (*Phragmites australis*) och i den andra låter man bakterier och alger sköta reningen på egen hand. De tre dammarna i varje linje skiljer sig i storlek då man strävar efter att hålla belastningen per ytenhet så hög som möjligt. Den första dammen är därför ungefär dubbelt så stor som den sista.

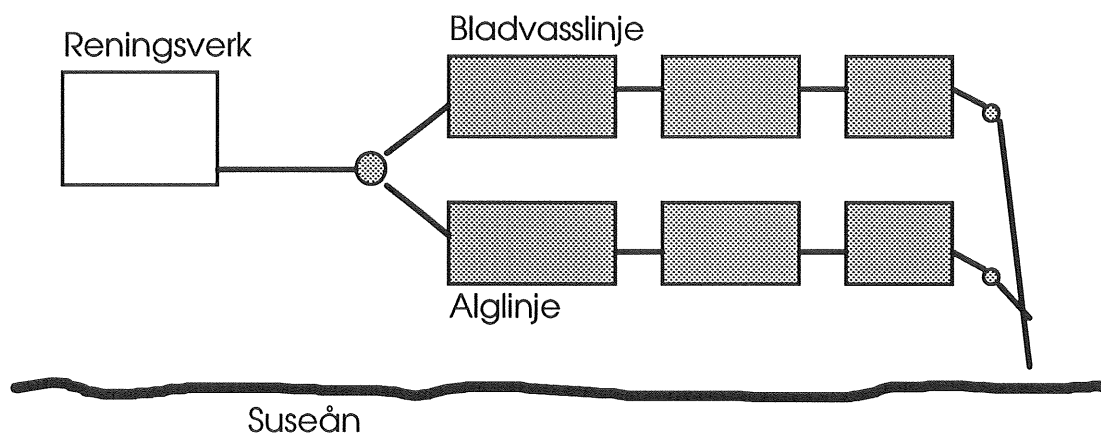


Fig. 4.4 En översikt över Slättåkra våtmark

#### Avloppsvattnets väg i Slättåkra

Avloppsvattnet från samhället leds till det gamla reningsverket och genomgår där en första rening. Detta består av en aktiv slamprocess med efterföljande sedimentering och långtidsluftning. Med en aktiv slamprocess menas att det sedimenterade slammet i sedimenteringsenheten pumpas tillbaka till inkommande avloppsvatten för att på detta sätt hålla en hög bakteriell aktivitet. Bakterierna förbrukar syret då de bryter ner det organiska innehållet i avloppsvattnet. Långtidsluftningen är till för att syresätta vattnet igen efter slamprocessen.

Från reningsverket leds vattnet till dammarna via en fördelningsbrunn. Brunnen fördelar vattnet så att lika mängder släpps till de båda linjerna. För att reducera kväveinnehållet i avloppsvattnet krävs att både nitrifikations- och denitrifikationsprocesser fungerar. Denitrifikationsprocessen kräver en syrefri miljö för att fungera tillfredsställande. Det blir det

vid bottenarna i dessa dammar där en sedimenthinna bildas. Växtligheten är så stor och för att bryta ner allt som dör tar bakterierna bundna syreatomerna hos nitrat. Slutprodukten blir då efter omvandlingsprocesserna kvävgas och koldioxid. Dessa båda gaser avgår till atmosfären. Att detta sker får man bevis för då man hela tiden kan se hur gasblåsor stiger till ytan. Provtagningar på dessa gasbubblor visar på ungefär 75 % kvävgas enligt S. Fleischer (muntligen).

I linjen med bladvass åstadkommer bladvassen den växtlighet som måste brytas ner men i den andra linjen fungerar det på ett annat sätt. Där dominerar bakterierna den första dammen men i den sista har algerna tagit över och täcker vattenspegeln som en grön duk. Anledningen är troligen att det finns rikligt med organiskt material i den första dammen och att bakterierna då konkurrerar ut algerna. I den tredje dammen har bakterierna reducerat kolkällan och konkurreras ut av algerna då det fortfarande finns mycket näringsämnen kvar enligt S. Fleischer (muntligen).

### **Reningseffekter i Slättåkra**

Länsstyrelsens miljövårdsenhet i Hallands län leder projektet vid Slättåkra och gör där en massa provtagningar. De resultat som jag fått ta del av kommer endast från bladvasslinjen men enligt S. Fleischer fungerar algdammarna lika bra.

Reduceringen av totalkvävehalt under tiden november 1992 till oktober 1993 har i genomsnitt varit 21 %. Detta kan räknas om till 8 660 kg N-tot/ha,år eller 2,4 g N-tot/m<sup>2</sup>,d vilket är högre än vad de övriga projekten runt Halmstad pekar på enligt Fleischer *et al* (1994). I de andra projekten hanteras endast dagvatten och generellt så innehåller avloppsvatten mer näringsämnen per liter. Detta kan vara en av anledningarna till att reningsgraden är bättre.

## 4.4 Ödsmålsmosse - markbädd, infiltration

Ödsmålsmosse är en gammal semesterby i Kungälv kommun där flera familjer nu bor permanent. Området ligger på en bergsplatå vid Rörtången och delas in i flera delområden. Den del jag studerat är den största och här finns 59 fastigheter. Av dessa är det i ungefär 15 stycken som det finns åretruntboende människor. Avloppsanläggningen består av en slamavskiljare som följs utav två markbäddar. Den sista markbädden kan diskuteras om det är en markbädd eller om den ska klassas som infiltrationsbädd. En infiltrationsanläggning är normalt en anläggning där man låter avloppsvattnet försvinna ner genom naturliga marklager och förena sig med grundvattnet. Detta ställer stora krav på var dricksvattenbrunnar är placerade. Med en markbädd avses en tillverkad bädd där man sprider avloppsvattnet i det övre skiktet och dränerar i botten.

I Ödsmålsmosse samlar man ihop vattnet genom dräneringsrör efter en bädd med naturliga marklager. Det blir alltså en kombination av naturliga marklager och ett dränerande. För att kunna skilja på delarna benämner jag den andra som en infiltrationsanläggning.

Det färdigrenade vattnet leds ut i Ödsmålskileviken som är en mycket grund vik. Detta leder till ett litet vattenutbyte med havet och viken blir därför mycket känslig för näringstillskott från omgivande marker.

### Avloppsvattnets väg i Ödsmålsmosse

Allt avloppsvatten från hushållen leds till slamavskiljaren. Det förekommer ingen separering. Slamavskiljaren är utrustad med en flödesutjämnare och har en buffertvolym på 13,3 m<sup>3</sup>. Här grovrenas avloppsvattnet med hjälp av sedimentation. Avloppsvattnet pumpas sedan vidare och leds ut i en markbädd med grovt material relativt andra markbäddar. Här påbörjas den biologiska reningen i biohud som växer till på makadammen. En del fosfor kommer att fastna om den är i partikelform. Efter markbädden dräneras avloppsvattnet till en brunn varifrån det pumpas upp till en infiltrationsanläggning. Att den kallas infiltrationsanläggning beror på att man använder jordlagren direkt i marken istället för att bygga en markbädd. Jordlagren består av lera överlagrad med mo och sand. Det är lagren av mo och sand som används. Till skillnad från en normal infiltration samlar man ihop det renade avloppsvattnet efter infiltrationsanläggningen för transport via ett dike ut i havsviken Ödsmålskile. Att man kan samla ihop avloppsvattnet efter infiltrationsanläggningen beror på att den ligger i en sluttning och att vattnet då bör rinna ovanpå lerlagret genom de mer lättpasserade lagren av mo och sand. Denna dränering, då man samlar ihop infiltrerat avloppsvatten, kan ha brister. Man vet inte säkert vilket vatten man samlar ihop. Det kan vara regnvatten som fallit längre upp i sluttningen.

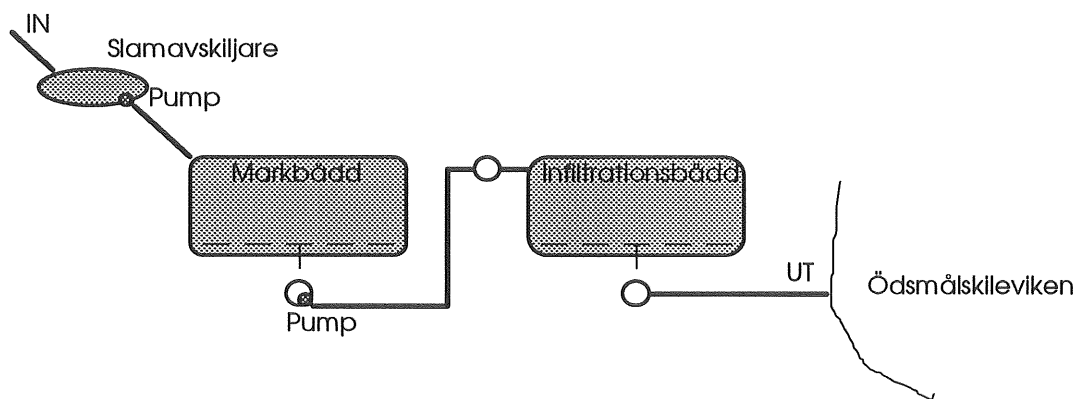


Fig. 4.5 Principskiss över avloppsvattnets väg i Ödsmålsmosse

### Reningseffekter i Ödsmålsmosse

Kraven på anläggningen är ställda med stor hänsyn till den grunda havsviken och är därför relativt hårda vad gäller näringsämnen. För totalfosfor krävs att en halt på max 0,5 mg/l och för totalkväve en halt mellan 25 - 70 mg/l släpps ut i viken. Det finns också krav på BOD<sub>7</sub> och COD-Cr för att viken skall klara sig någorlunda hyggligt utan att övergödjas.

Mätningar har utförts en gång om året. Då detta till största delen är en semesterby är huvudsäsongen under sommaren. Mätningarna borde därför utföras i exempelvis mitten av augusti när anläggningen är i full gång och borde fungera som bäst. De prover som är tagna är svåra att jämföra med varandra då omständigheterna måste antas vara mycket olika.

datum	90-02-06	91-05-07	93-09-24
N-tot	3.7	13	50
P-tot	0.37	0.83	5.0

Värdena är sammanställda av M. Johansson och angivna i mg/l.

Det första provet som finns redovisat här är taget i februari då det borde vara kallt och lite folk som bor i området. Nästa provtillfälle var i maj året därpå. Det är den tiden som folk börjar uppehålla sig i sina sommarstugor. Problemet kan då vara att anläggningen inte fungerar helt bra efter vintervilan. Det tredje provet visar att något är fel, åtminstone vad gäller totalfosfor. Det är taget i slutet av september. De flesta har då flyttat ifrån sina sommarstugor och bädden blir endast belastad av de som bor där permanent. Att bädden då inte skulle klara av att reducera totalfosforhalten bättre är underligt.

Med hänsyn till de som nämnts om provtagningstillfällena ovan räknar jag inte ut något medelvärde. Det skulle vara alldeles för osäkert.

För att få klarhet i hur anläggningen fungerar har jag därför utfört egna provtagningar som beskrivs i kapitel 5.



## 5 Studier genom egna mätningar i Ödsmålsmosse

I detta kapitel kommer mina egna mätningar i Ödsmålsmosse att redovisas liksom de resultat och slutledningar jag dragit.

### 5.1 Motiv för egna mätningar

De prover som finns gjorda tidigare är engångsprover. Det är föreskrivet att de ska tas en gång om året vid utloppet, vilket man således gjort. Engångsprov kan bli mycket missvisande eftersom inflödet till slamavskiljaren varierar över dygnet. Att proverna tagits en gång om året kan vara bekymmersamt då förutsättningarna är olika. Det kan vara ont om vatten på grund av torka vilket gör att alla sparar och man får ett avloppsvatten som innehåller mycket höga koncentrationer. Det kan också vara en mycket blöt period som gör att utspädningen i både markbädd och infiltrationsanläggningen är betydande. Resultaten från tidigare mätningar, redovisas i kapitel 4.4, ger också ett motiv till egna mätningar. Vid en diskussion av dessa värden så är det sista, både vad gäller kväve och fosfor, otroligt mycket högre än de andra vilket tyder på olyckliga omständigheter. Det faktum att proverna är tagna vid olika årstider har också stor betydelse eftersom det är en semesterby till största delen.

### 5.2 Egna mätningar utförda i Ödsmålsmosse

Omständigheterna vid provtagningar inverkar ofta på resultatet. För att var och en ska kunna bedöma tillförlitligheten i provtagningen jag själv har gjort ska jag därför försöka återge dessa. Provtagningen skedde 1-2/9 vilket är i slutet på sommarsäsongen. Detta dygn regnade det inte men marken var fuktig efter milda regn dygnet innan. Juli och början av augusti var mycket torra och flera hushåll var utan vatten. Vid mättillfället hade de flesta fått vatten i sina brunnar igen. Med hänsyn till dessa förutsättningar bör flödet inte vara så stort. Fler än bara de åretruntboende var säkert på plats men eftersom sommaren varit torr sparade säkert de flesta fortfarande på vattnet.

För att få en kontroll hur de olika enheterna fungerar i anläggningen tog jag prover på tre platser. Den första är vid pumpen efter slamavskiljaren. Den andra är i pumpbrunnen efter markbädden och den tredje platsen är vid utloppet.

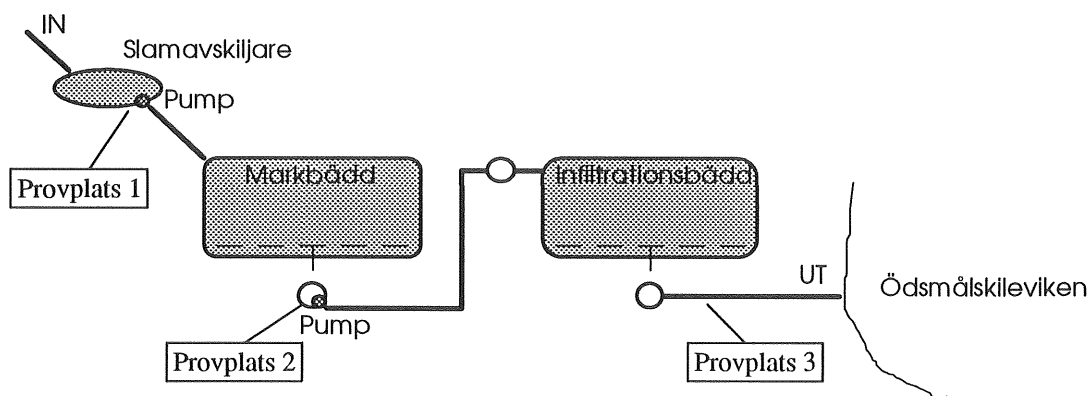


Fig. 5.1 Principskiss över avloppsanläggning med provplatser

Den provtagning jag själv utfört är gjord som ett samlingsprov för varje provplats över ett helt dygn. På detta sätt undviker jag en del av de problem som ett engångsförsök innebär. Vid varje provtillfälle, var tredje timma, samlade jag upp 0.5 l som sedan hölls över till en stor dunk. Från innehållet i denna dunk utfördes sedan provbearbetningen. En liten nackdel är att proverna inte är flödesutjämnade. Det vill säga att jag har tagit 0,5 l oavsett vad flödet var vid just den tidpunkten.

Samtidigt som denna provtagning skedde observerade jag flödena i anläggningen. Dessa redovisas i figur 5.3. Kurvorna i fig. 5.3 visar att det inte spelar så stor roll att proverna inte var flödesutjämnade eftersom flödet är relativt lika över dygnet. Detta gäller särskilt för provplats 2 och 3.

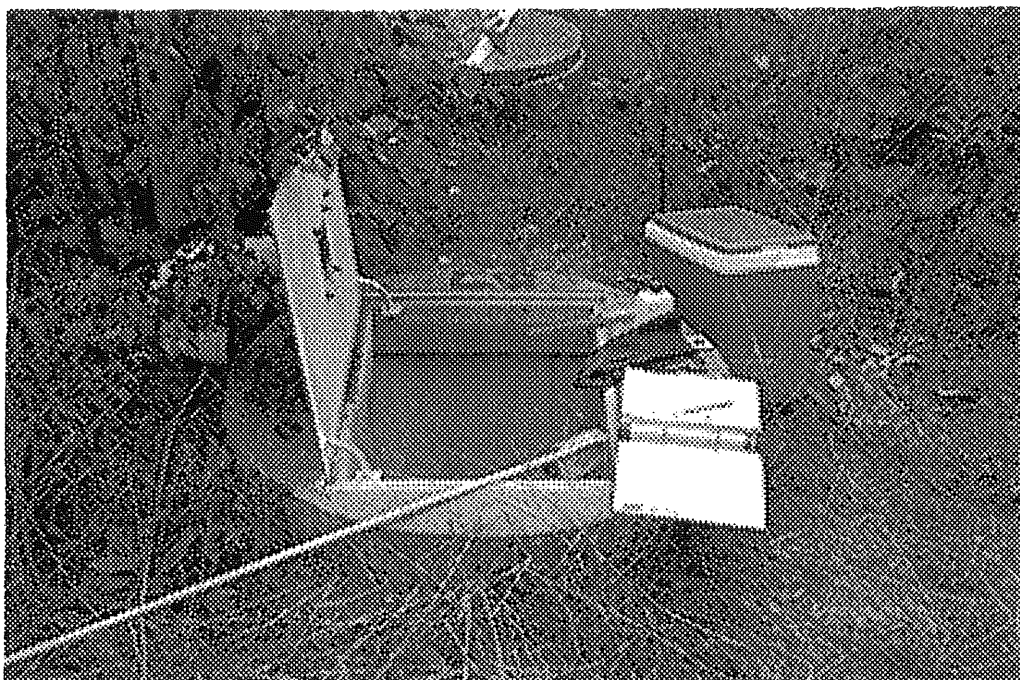


Fig. 5.2 Utrustningen som användes i Ödsmålsmosse

### 5.3 Resultat

Resultaten från provbearbetningen, som skötts av ett laboratorium, redovisas nedan.

parameter	Provplats		
	1	2	3
Kj-Kväve	127,0	107,0	1,0
Nitrat	2,0	3,1	44,3
Nitrit	< 0,1	7,6	<0,1
N-tot	129,0	117,7	45,3
Fosfat	12,8	9,0	0,0
P-tot	18,6	9,2	0,2

Fig. 5.3 Resultat från mätningar i Ödsmålsmosse 1-2/9 1994 [mg/l]

Kj-Kväve betyder Kjeldahl-kväve och är en typ av provtagning som sker på ammonium. Det man får fram är den sammanlagda kvävemängden från ammonium och det organiskt bundna kvävet. För att få totalkvävehalt måste också nitrat och nitrit mätas och adderas till Kjeldahlkvävet. För fosfat mäter man totalfosfor efter en uppslutning där allt fosfor överförs till fosfat. Det som ovan redovisas som fosfat är den mängd fosfat som finns innan uppslutningen sker.

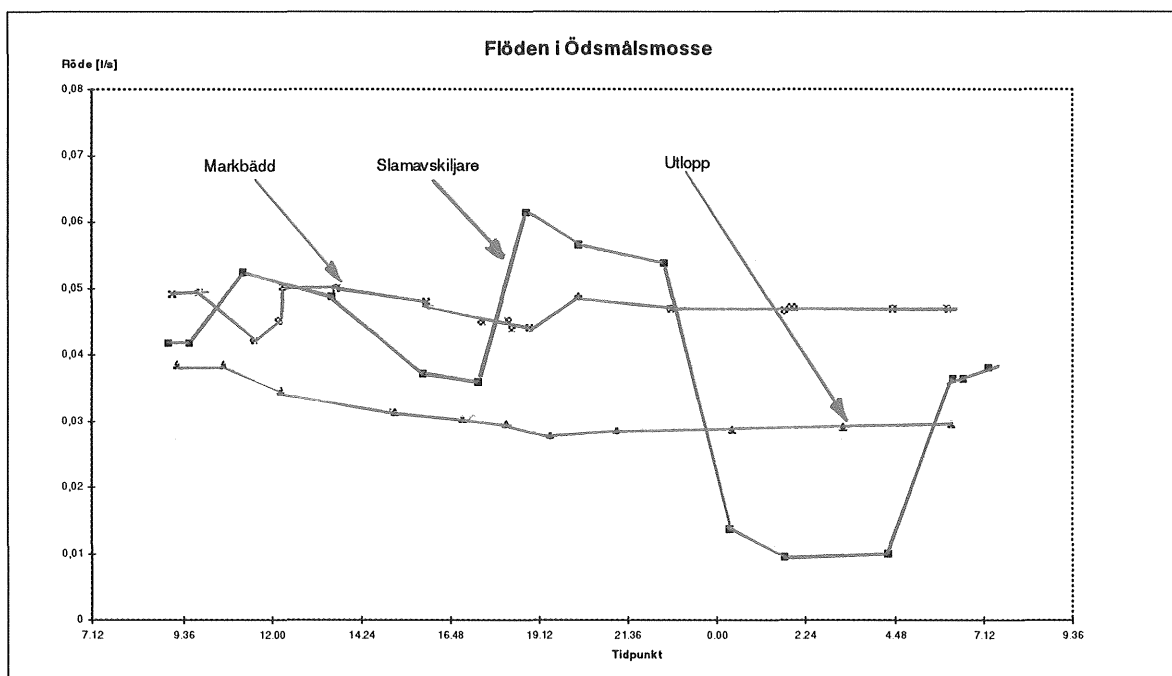


Fig. 5.4 Flödesmätning i Ödsmålsmosse 1-2/9 1994

I fig. 5.4 kan man utläsa flödesvariationerna över ett dygn i Ödsmålsmosse. De olika kurvorna redovisar mätningarna vid respektive provplats fig. 5.1. För kurvan märkt "slamavskiljare" har nivåerna mätts i pumpgropen efter slamavskiljningen varifrån avloppsvattnet pumpas till markbädden. För kurvan märkt "markbädd" har nivåerna mätts i pumpgropen efter markbädden. För kurvan märkt "utlopp" är det momentana flöden som mätts. Då pumparna gått i de respektive pumpgroparna så har detta markerats i figuren. Det som är anmärkningsvärt är att pumpen som för vattnet till markbädden bara gått en gång under dygnet. Genom en kontroll av nivåerna vid pumpningen får jag en uppskattning av flödet.

## 5.4 Utvärdering av resultat

### 5.4.1 Flödesutvärdering

Två utav kurvorna i fig. 5.3 är relativt konstanta av vilket man kan dra slutsatsen att både markbädd och infiltrationsanläggningen jämnar ut flödet. Kurvan märkt slamavskiljare är den som varierar över dygnet vilket förklaras av att folk använder vatten mest vid vissa tidpunkter på dygnet. Detta märks tydligast på kvällen klockan 19.12 i figuren, då kurvan har sitt maximum. Att vatten inte spolats så mycket på natten syns också tydligt.

Flödesmängderna under det dygn provtagning skett visas genom nedanstående figur.

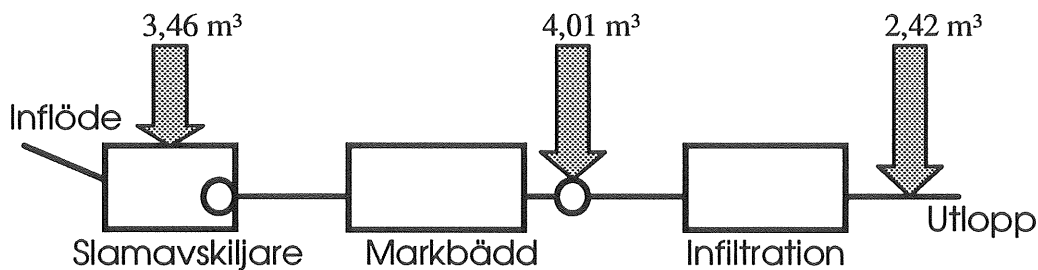


Fig. 5.4 Flöden som passerar respektive punkt under det dygn mätningen pågick. (1-2/9 1994)

Att flödet som rinner ut ur markbädden är större än det som rinner till slamavskiljaren beror på den ojämna pumpningen från slamavskiljaren. Pumpen vid slamavskiljaren styrs av nivågivare. Volymen mellan start och stopp är 5,47 m<sup>3</sup>. Det leder till att pumpen bara går en gång på trettioåtta timmar vid det flödet som uppmätts vid mättillfället. Under det dygn mätningen pågick startade pumpen först vid slutet, se fig. 5.3. Det faktum att markbädden ligger lite upphöjd i förhållande till omgivningen gör att grundvattnet inte påverkar mätningen. Då inget regn föll under detta dygn innebär det att markbädden inte får vatten på annat sätt än via pumpen i slamavskiljaren. Det är rimligt att flödet därför varit större under föregående dygn till slamavskiljaren.

När vattnet passerat infiltrationsanläggningen har 1,6 m<sup>3</sup> försvunnit, se fig. 5.4. Detta kan bero på att växterna suger upp vatten eller att en del infiltrerar ordentligt och aldrig når dräneringsrören. Troligen är det lite av båda men läckaget förbi dräneringsrören är säkert den största orsaken. Resultaten tyder inte på att regnvatten från högre liggande terräng späder ut avloppsvattnet i infiltrationsanläggningen.

För att få ett flöde och räkna på använder jag 4,0 m<sup>3</sup>/dygn. Det är detta flöde som rinner igenom markbädden och som infiltreras.

### 5.4.2 Kväve

#### Omvandlingsfaser

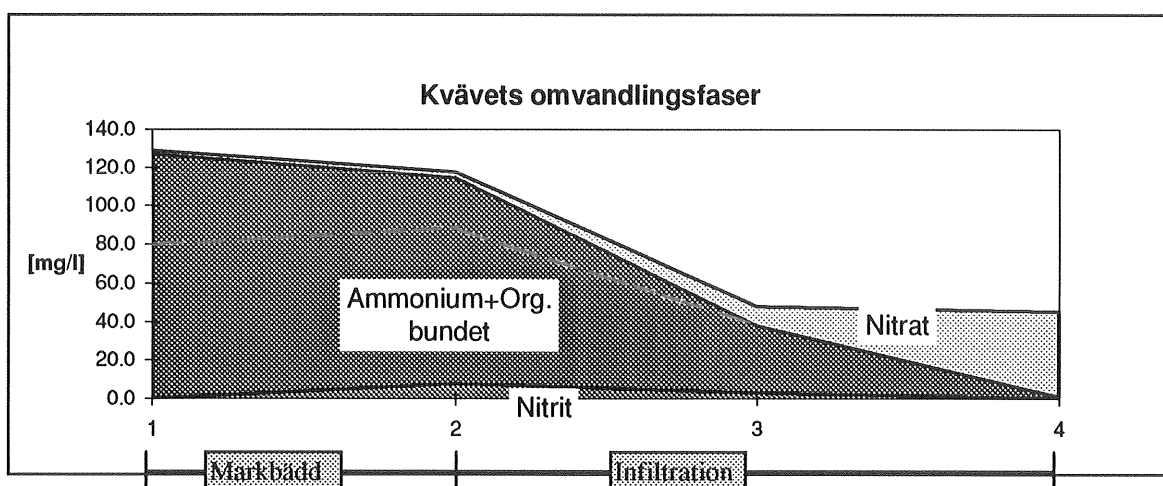


Fig. 5.3 Kvävets omvandling under avloppsvattnets väg genom anläggningen i Ödsmålsmosse

Figuren ovan visar hur kvävet förändras på sin väg genom anläggningen. På X-axeln finns vissa punkter som kan placeras i verkligheten. (1) visar innehållet efter slamavskiljaren och (4) visar innehållet i utloppet.

Vid (1) finns nästan allt kväve som ammonium och organiskt bundet. Då naturen får påverka detta oxideras ammonium till nitrit och nitrat. När avloppsvattnet passerat markbädden (2) så har en del ammonium oxiderats till nitrit. Markbädden syresätts ständigt genom luftningsrör. Detta gör att den anaeroba, syrefria, processen inte startar i full utsträckning. Någon större mängd kvävgas bildas därför inte.

I infiltrationsanläggningen fortsätter ammonium att oxideras till nitrit och nitrat. Här börjar också denitrifikationen att fungera ordentligt. Bakterierna tar syreatomer från nitrat eftersom inget fritt syre finns tillgängligt. För att de ska arbeta effektivt krävs en god tillgång på en kolkälla. Till en början finns också detta i form av det organiska materialet i avloppsvattnet. Det organiskt bundna kvävet minskar därför när bakterierna bryter ner kolet för sin cellandning. Detta kväve övergår till ammonium för att sedan oxideras till nitrit och nitrat. Vid (3) i figuren ovan är alla värden antagna men att det organiskt bundna kvävet tar slut finns det belägg för genom utloppsmätningar och då bör det se ut som i figuren. Anledningen till att denitrifikationen avstannar är att kolkällan tagit slut. Det finns inte längre någon kolkälla för bakterierna att ta av. Ammonium fortsätter att oxideras till nitrit och nitrat.

Innehållet i utloppet består nästan bara av nitrat vilket beror på att allt ammonium då har oxiderats och att allt organiskt bundet kväve är slut.

## Beräkningar

Anläggningen visar goda resultat för kväverening. Reduceringen är för denna mätning 65 %. Arealen som anläggningen upptar är 750 m<sup>2</sup> fördelade på  
250 m<sup>2</sup> i markbädd och  
500 m<sup>2</sup> i infiltration

Inflödeskoncentrationen på 129 mg N-tot/l och ett flöde på 4,0 m<sup>3</sup>/dygn genom anläggningen leder till att följande mängd kväve renas bort.

$$0,65 * 0,129 * 4000 * 3600 = 1207 \text{ kg N-tot/år}$$

Per kvadratmeter och dygn blir detta

$$1207 / (3600 * 750) = 0,45 \text{ g N-tot/m}^2\text{,dygn}$$

Anläggningen är dimensionerad för 35,4 m<sup>3</sup>/dygn. Det uppmätta flödet var endast 4,0 m<sup>3</sup>/dygn vilket anses som ett torrflöde. Reningseffekten 0,45 g/m<sup>2</sup>,dygn är mycket låg och ökar troligtvis vid ett högre flöde. Flödena har inte mätts vid tidigare provtagningar så ingen vet om den klarar dimensionerande flöde. Under den tid på sommaren då det bor folk i alla fastigheterna bör flödet hamna runt 36 m<sup>3</sup>/dygn. Det baseras på ca 180 personer och 200 l/person,dygn.

Om reduceringen fungerar lika bra vid dimensionerande flöde renas följande mängd kväve bort.

$$0,65 * 0,129 * 35400 / 750 = 3,96 \text{ g N-tot/m}^2\text{,dygn}$$

Observera att det inte finns några resultat som visar 3,96 g N-tot/m<sup>2</sup>,dygn. Detta är ett mycket gott resultat och tveksamhet finns om anläggningen fungerar lika bra vid hög belastning som vid den låga belastning som observerats.

### 5.4.3 Fosfor

#### Fastläggning

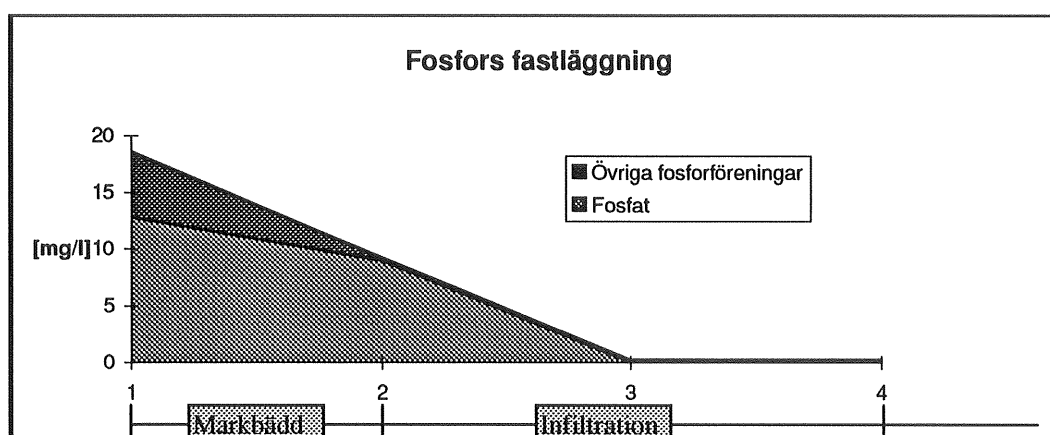


Fig. 5.6 Fosforfastläggning i Ödsmålsmosse

Figuren ovan visar var fosfor fastnar i anläggningen. På X-axeln finns punkter som kan placeras i verkligheten. (1) visar innehållet efter slamavskiljaren och (4) visar innehållet i utloppet som är < 0,1 mg/l.

Från fig. 5.6 kan man tolka att markbädden lägger fast 50 % och resten av fosfor fastnar i infiltrationen. Det är svårt att veta hur effektiv infiltrationen varit om inte markbädden funnits. Av det som kommer till infiltrationen så fastnar 100 % men då måste man ta hänsyn till att markbädden redan tagit 50 %.

#### Beräkningar

Anläggningen ansträngs inte så hårt vid denna provtagning. Flödet är mycket mindre än det dimensionerande 35,4 m<sup>3</sup>/dygn. Jag räknar med 4,0 m<sup>3</sup>/dygn, vilket mina mätningar givit. Detta ger lite missvisande resultat på rening i g P-tot/m<sup>2</sup>,dygn. En mindre belastning är bra för livslängden men kanske inte alltid kostnadseffektiv.

$$0,0186 * 1,00 * 4000 * 365 = 27,2 \text{ kg P-tot/år}$$

per kvadratmeter och dygn blir detta

$$27200 / (365 * 750) = 0,099 \text{ g P-tot/m}^2\text{,dygn}$$

#### 5.4.4 Övrigt om anläggningen

Dimensioneringen av anläggningen är gjord för högsäsongen. Då bor ca 180 personer i området fördelade på 59 fastigheter. Vid dimensionering använder man approximativt flödet 200 l/person, dygn. Totalflödet från området skulle då bli 36 m<sup>3</sup>/dygn. Ingen av fastigheterna är anslutna till kommunalt dricksvatten utan har lokala brunnar. De flesta använder därför lite mindre vatten. Ett avloppsledningsnät är aldrig helt tätt så det dimensionerande maxflödet på 35,4 m<sup>3</sup>/dygn är rimligt.

Pumpflödet till markbädden från slamavskiljaren bör vara 1-3 gånger ledningsvolymen i spridningsrören vilket är en rekommendation i Naturvårdsverket (1991). I detta område är pumpvolymen 5,47 m<sup>3</sup>. Ledningsvolymen är 1,1 m<sup>3</sup>. Pumpvolymen är aningen för stor. Det är svårt att veta om en lägre pumpvolym skulle påverka resultaten. Resultaten är inte dåliga och markbädden fördelar flödet helt över dygnet ändå. Det som är risken med för stort tryck till markbädden är att avloppsvattnet skulle pressas igenom för hastigt. Resultaten här tyder inte på det. De är bra och markbädden fördelar flödet helt över dygnet trots att pumpningen sker bara en gång på trettioåtta timmar.

## 6 Jämförelser

I detta kapitel kommer jag att göra en jämförelse mellan de olika anläggningstyperna. För de anläggningar som valts finns inte alltid både kväve- och fosforreningsresultat. Detta beror till stor del på att kommunerna inte ställt de kraven. Till kommunerna försvar kan man säga att kvävereningsresultatet i en inlandskommun oftast inte spelar så stor roll för naturen då fosfor är det begränsande näringsämnet. För kustkommunerna är det motsvarande situation fast där är det kvävet som är intressant. Det är dessutom små anläggningar som inte har resurser att alltid klara de krav som ställs på kommunala reningsverk. Detta innebär att för anläggningarna i Ålekulla och Åkesta finns bara resultat från fosforrening och i Slättåkra finns bara resultat från kväverening. I Ödsmålsmosse finns det krav på både kväve- och fosforutsläppen. De mätningar jag själv utfört har lett till både kväve- och fosforresultat.

### 6.1 Allmän jämförelse

En jämförelse mellan de olika typerna av anläggningar är många gånger svår att göra eftersom de får mycket olika förutsättningar beroende på hur de är dimensionerade, omgivande mark, skötsel mm. Jag gör här en jämförelse utifrån de intervjuer och erfarenheter jag samlat under detta arbete.

Den anläggning, av de i kapitel 4 beskrivna, som är lättast att sköta är den i Ödsmålsmosse. Den sköter sig själv och enda åtgärden som normalt behöver göras är att slamsuga slamavskiljaren en till två gånger om året. Anläggningen som ställer högst krav på sina användare är utan tvekan den i Åkesta. Här måste åtminstone en i varje hushåll vara väl insatt i hanteringen och sköta mulltoaletten regelbundet. Här tillkommer också tömning av urintankar. I Slättåkra är bedömningen komplicerad eftersom det är en forskningsanläggning. Här tas ständigt prover och reningsverket alldeles intill har regelbunden tillsyn. Vid normal drift ska inte denna anläggningstyp, våtmark, kräva någon tillsyn. Den ska sköta sig själv. I Ålekulla doseras PAX med en enkel utrustning som kräver regelbunden övervakning men är billig i drift. Övervakningen sköts av en person boende i närheten och blir därför inte så dyr. Denna anläggningstyp, biodamm, är annars också helt oberoende av övervakning och sköter sig själv. Slutsatsen blir att ingen anläggning utom förmultningen i Åkesta kräver övervakning. De är därför mycket enkla ur driftsynpunkt.

Livslängden för de olika anläggningstyperna bör variera då de belastas olika hårt. Det är framförallt fosforreningsfunktionen som upphör efter en tid. I Slättåkra finns ett reningsverk innan våtmarken som tar fosfor vilket gör att problemet inte finns. Här uppstår istället problemet med om man ska skörda bladvassen eller låta den förmultna på plats. Vid skörd kan biomassan återföras till jordbruket efter förmultning. I Slättåkra är anläggningen för liten för detta arrangemang. Vid förmultning på plats finns för- och nackdelar. Nackdel är att belastningen ökar då växtresterna också ska brytas ner. Fördelen är att sedimentationen blir större och det är i sedimenten som denitrifikationen sker. I Åkesta belastas inte markbädden med urin och fekalier och bör därför få en betydligt längre livslängd med hänsyn till fosfor, som ofta är begränsande, i förhållande till markbädden i Ödsmålsmosse. I Ålekulla är tanken att fosfor ska tas bort redan i slamavskiljaren eftersom PAX tillförs innan. Fungerar det på detta sätt så skulle biodammen klara sig längre än utan PAX men slamavskiljaren behöver tömmas oftare.



Återföring till jordbruket sker bara i Åkesta. Här lagras allt urin i tankar för att sedan spridas på åkrarna. Fekaliern förmultnar och används som jord på odlingslotterna i området. I Ålekulla och Ödsmålsmosse finns möjligheten att sprida slammet från slammavskiljarna på jordbruksmark men det görs inte idag.

## 6.2 Kväverening

De rapporter som hänvisas till i kap 3.7 ger en reningsgrad i procent men säger tyvärr inget om hur stor yta reningen sker på eller hur anläggningarna är dimensionerade. Jämförelsen med dessa värden är därför lite svåra att göra.

	Anläggningstyp		
	Markbädd	Infiltration	Våtmark
Ödsmålsmosse	65 %		
Slättåkra			21 %
Fig. 3.3	24 ± 15 %	36 - 50 ± 15 %	
Fig. 3.4	< 40 %	40 - (80) %	40 - (80) %

Fig. 6.1 Jämförelse av olika anläggningars reningsgrader i % på totalkväve

Då man jämför med reningsgrader i procent visar Ödsmålsmosse mycket goda resultat i förhållande till utländska forskningsresultat. Slättåkra hamnar däremot i underkant av vad den borde prestera. Problemen med jämförelsen är inte bara de som nämnts tidigare. Det finns också olika typer av våtmarker där fördelningen av avloppsvattnet görs på skilda sätt. I Slättåkra har man ett reningsverk innan våtmarken som avskiljer en del kväve i en aktiv slambehandlingen.

En annan typ av jämförelse är när man tittar på hur mycket kväve som tas bort i gram per kvadratmeter och dygn. I detta perspektiv klarar Slättåkra 2,2 g N-tot/m<sup>2</sup> medan Ödsmålsmosse hamnar på blygsamma 0,45 g N-tot/m<sup>2</sup>. I Ödsmålsmosse går inte anläggningen för fullt vilket visar sig på detta sätt att jämföra.

Diagrammet i fig. 3.5 visas här igen med insatta värden för Slättåkra och Ödsmålsmosse.

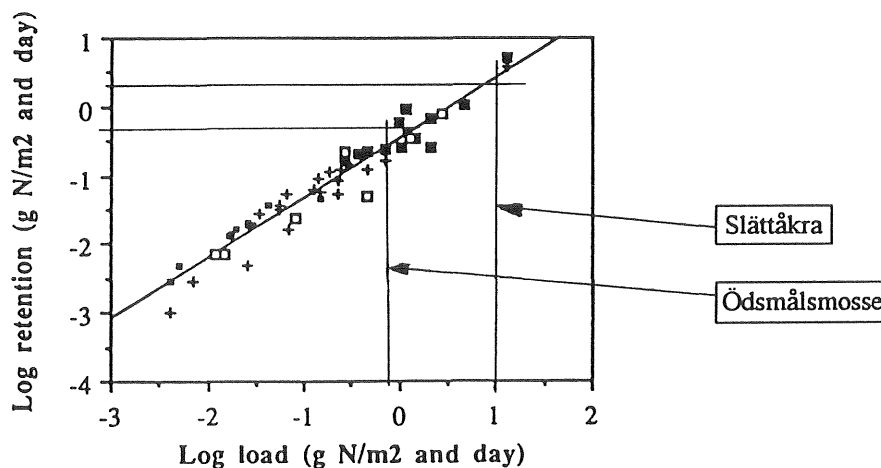


Fig. 6.2 Slättåkra och Ödsmålsmosse insatta i diagrammet från fig. 3.5

Diagrammet visar att Ödsmålsmosse ligger mycket väl till med kväverening i jämförelse med sjöar, våtmarker, dammar och floder. I den data som använts för upprättande av detta diagram finns inga markbäddar eller infiltrationanläggningar med. Resultaten från de olika anläggningstyperna följer den räta linjen väl vilket gör att en jämförelse ändå kan göras med denna reservation.

En viktig fråga som kommunerna ställer är om anläggningen klarar uppställda krav på utsläppet. För kväve har tidigare inte funnits några krav men då våra havsvikar mår dåligt finns nu krav på en del av reningsverken närmast kusterna och i en framtid även för inlandskommunerna. Kraven som ställs är fortfarande lite varierande men här följer några exempel enligt Sundberg (1994a).

*V. Stranden*, Halmstad 12 mg/l som årsmedelvärde, riktvärde  
*Smedjeholm*, Falkenberg lägst 60 % reningseffekt som årsmedelvärde och lägst 70 % reningseffekt beräknat som medelvärde under tiden 1/7 - 30/11.  
*Helsingborg* 12 mg/l

I Ödsmålsmosse finns kravet om en kvävehalt på 25-70 mg N-tot/l. Dessa gränser klarar man. I de mätningar jag gjort är utgående halt 45 mg N-tot/l och reduktion är 65 % på ingående avloppsvatten efter slamavskiljaren. Våtmarken i Slättåkra är endast en testanläggning och det finns därför inga krav på den.

Slutledningen är att anläggningen i Ödsmålsmosse klarar uppställda krav bra. Vår jord har stora möjligheter att rena vårt avloppsvatten från kväve bara vi ger den lite tid.

### 6.3 Fosfor

Fosforreduceringen, är på samma sätt som för kvävereduceringen, angiven i procent i de utländska forskningsresultaten vilket ger problemet att man inte känner till hur stor yta som krävs eller hur hårt belastad anläggningen är.

	Anläggningstyp		
	Markbädd	Infiltration	Biodamm
Ödsmålsmosse	100 %		
Åkesta	78 %		
Älekulla			70 %
Fig. 3.3	32 ± 15 %	87 - 99 ± 15 %	
Fig. 3.4	40 - 80 %	> 80 %	40 - (80) %

Fig. 6.3 Jämförelse av olika anläggningstypers reningsgrad i % på totalfosfor

Ödsmålsmosse ligger även för fosfor mycket bra till om man jämför i procent med de utländska forskningsrapporterna som finns redovisade i kap 3.7. Enbart markbädden i Ödsmålsmosse ligger också bra till. Den reducerar totalfosforhalten med 50 %. Markbädden i Åkesta visar mycket goda resultat trots att det bara är BDT-vattnet som leds dit. Stora koncentrationer av fosfor finns i urinen som separeras till tankar för åkerspridning. Därför är 78 % mycket bra.

Reningsgraden i Älekulla ligger också högt i jämförelse med rapporten som finns redovisad i fig. 3.4. Detta trots att inflödeskoncentrationen är låg, 2,37 mg P-tot/l. En förklaring till detta är att man använder kemikalier för att bättre fälla fosfor.

För fosforrening är kraven idag oftast 0,5 mg P-tot/l på utgående vatten och samtidigt en reduktion på 90-95 %. Dessa krav är de som ställs på reningsverk. För små anläggningar kan kraven variera. I Älekulla finns krav på fosforhalten i utgående vatten som i genomsnitt ligger på 0,37 mg P-tot/l och en reduceringsgrad på 70 %. För anläggningen i Åkesta finns krav på att fosfor ska mätas och reduceringen ska vara tillräckligt bra. Något värde finns inte angivet. Den senaste mätningen visade 0,9 mg P-tot/l men det är bara ett värde och bör kompletteras. I Ödsmålsmosse tar man bort 100 % och får 0 mg P-tot/l i utgående vatten till havsviken. Det är mycket bra men kan knappast anses vara det värde som gäller vid full belastning av anläggningen.

En jämförelse mellan Åkesta, Älekulla och Ödsmålsmosse kan göras i g P-tot/m<sup>2</sup>,dygn.

	g P-tot/m <sup>2</sup> ,dygn
Åkesta	0,12
Älekulla	0,12
Ödsmålsmosse	0,10

Fig. 6.4 Jämförelse mellan olika anläggningstyper.

Ödsmålsmosse är den anläggning som hamnar sämst till men den är inte fullt belastad vilket gör att den per kvadratmeter inte är så effektiv. I Åkesta och Älekulla är förhållandena någorlunda lika. Båda uppmanar sina abonnenter att inte använda fosfathaltiga disk- och tvättmedel. Skillnaden är den att i Åkesta är det bara BDT-vatten som renas i anläggningen och att man i Älekulla använder en del kemikalier för fällning av fosfor.

## 6.4 Slutsatser

Idag finns för små resurser för att kontrollera anläggningar av de typer som redovisas här. En mätning per år kan aldrig ge rättvisande resultat med tanke på de svängningar som finns i både flöde och sammansättning. För att visa detta hänvisar jag till fig. 4.2 där mätningarna i Älekulla redovisas. Proverna är tagna en gång per månad. Observera variationerna i ingående P-tot halt. Variationerna i utgående halt är också påtagliga och skiftar sedan 920117 mellan 0,05 och 1,50 mg P-tot/l. Om man ser på denna serie förstår man hur fel ett värde per år kan hamna. Variationerna över dygnet är också stora för små anläggningar där flödet inte jämnas ut i ledningssystemet. Engångsprover, stickprover, är därför ännu sämre. Provtagning bör ske som samlingsprov över ett dygn då det råder full belastning på anläggningen. För att få det ännu bättre ska det också flödesanpassas. Med det menar jag att proverna som tas exempelvis var tredje timma ska anpassas efter hur stort flödet är vid respektive tidpunkt.

Med hänsyn till vad som sägs ovan och att inga redovisningar av hur hårt belastade anläggningarna är vid mättillfället så har jämförelserna i reningseffekt per kvadratmeter och dygn svårt att bli rättvisa. ett exempel är anläggningen i Ödsmålsmosse som då jag tagit prover endast belastats med 4,0 m<sup>3</sup>/dygn istället för 35,4 m<sup>3</sup>/dygn som den är dimensionerad för. I procent renar anläggningen jättebra. Per kvadratmeter är inte effekten så bra trots att exempelvis 100 % av totalfosfor tas bort.

Vid valet av anläggning finns flera hänsyn att ta. En synpunkt som är viktig är hur marklager och hydrologiska förhållanden ser ut. Det är inte bra om grundvattnet kommer in i en

markbädd. Markbäddar anläggs vanligen där inte infiltration fungerar. Det är oftast på lerjordar. Där det finns lite sand rekommenderar jag gärna lösningstypen i Ödsmålsmosse. I Ödsmålsmosse används en markbädd innan infiltrationen som gör en slags grovrening. Troligen är sand- och molagren för små för att klara reningen på egen hand.

För anläggningar som behöver ordna kväverening är lösningen i Slättåkra ett gott alternativ. I Slättåkra finns ett reningsverk som tar bort det mesta av fosfor innan våtmarken. Alternativet i Åkesta är bra om man bor så att bönder kan ta hand om urinet och att spridningen av förmultnade fekalier är smidig. I Älekulla fanns planer på ett kommunalt reningsverk men alternativet med biodamm blev mycket billigare att genomföra då det redan fanns en damm att tillgå. För ett litet samhälle är en biodamm en god fosforfälla.

## 7 Referenser

### Litteratur

**Andréasson, U.** 1994. Renhållning och avfallshantering - teknik inom stadshygien

**Claesson, S och Steineck, S.** 1991. Växtnäring - hushållning, miljö

**Fleischer, S, Gustafson, A, Joelsson, A, Pansar, J och Stibe, L.** 1994. Nitrogen removal in created ponds. *Ambio* 6. In print.

**Fleischer S. och Stibe L.** 1991. Drainage basin management - reducing river transported nitrogen. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* Vol. 24. s 1753 - 1755.

**van der Graaf, J H J M, Fastenau, F A, van Bergen, A H M.** 1988. Practical performance of various systems for smallscale waste water treatment during a two-year field test.

**Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik CTH.** 1990. Kompendium i VA-ledningsteknik

**IVA-rapport 71.** 1971. Fosfor - Dess omsättning i samhället och i naturen

**Jenssen, P D, Mæhlum, T och Wetlesen, M.** 1992. Økologisk renseteknologi. STF-rapport nr 92:35

**LRF-rapport.** 1988. Jordbrukets inverkan på luft- och vattenmiljön

**Malmqvist, P-A och Samuelsson, A.** 1993. Alternativ va-teknik Exempelsamling. VA-forskrapport 93-01

**Miljövårdscentrum KTH.** 1990. Kompendium i miljövard, del 4 - Miljöeffekter

**Nielsen, B, Hasselrot, B och Duus, U.** 1992. Kvävecykeln i Göteborg

**Statens Naturvårdsverket.** 1991. Allmänna råd 91:2 Rening av hushållspillvatten

**Sundberg, K.** 1994a. Avloppsanläggningar "A-listan" 1992

**Sundberg, K.** 1994b. Näringsämnen mm i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- och duschvatten preliminär sammanställning. Utkast till rapport från Naturvårdsverket

## **Muntliga**

**Andersson, Kurt.** driftsansvarig i Älekulla

**Aulikki, Vilmi.** driftsansvarig i Åkesta

**Fleischer, Siegfried.** Länsstyrelsen i Hallands län

**Johansson, Morgan.** driftsansvarig i Ödsmålsmosse

**Kärrman, Erik.** Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik CTH

**Mattsson, Ann.** Göteborgsregionens Ryaverksaktiebolag (GRYAAB)