

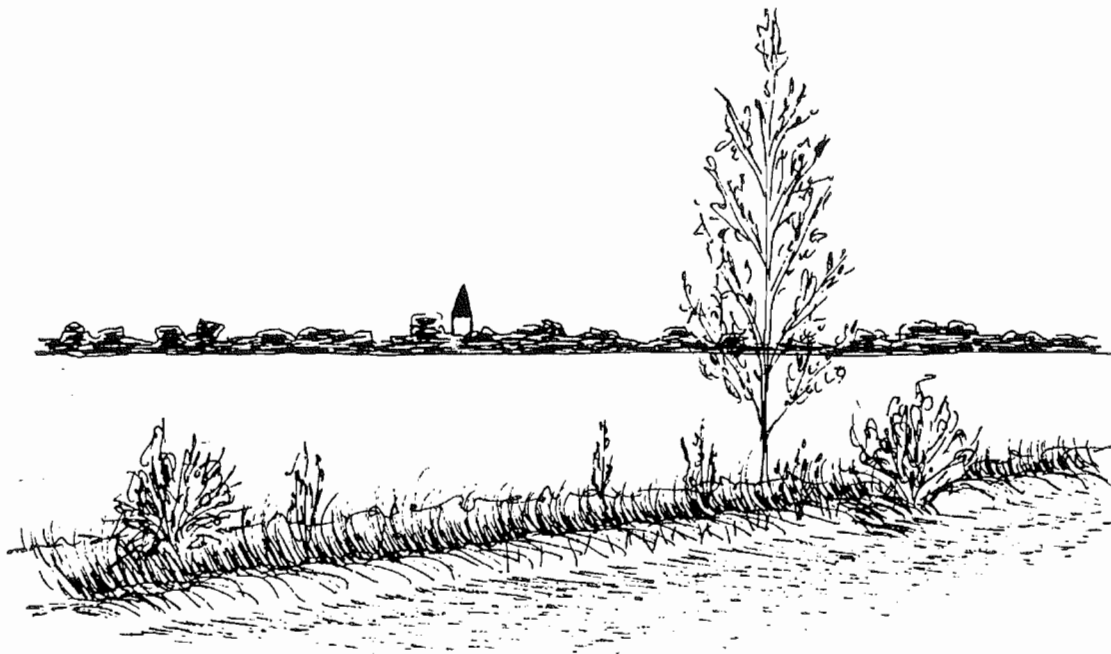


# SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Katarina Kyllmar och Holger Johnsson

## Växtnäringsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94

Utvärdering av mätningar utförda inom miljöövervakningsprogrammet  
"Typområden på jordbruksmark" i Barlingbo avrinningsområde



---

Ekohydrologi 37

Uppsala 1995

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences  
Division of Water Quality Management

ISRN SLU-VV-EKOHYD--37--SE  
ISSN 0347-9307



# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING.....	1
OMRÅDESBESKRIVNING.....	1
Berggrund och jordarter	1
Andra förhållanden	2
MATERIAL OCH METODER.....	3
Vattenföring	3
Vattenprovtagning	3
Transportberäkningar	3
Koncentrationer	3
Inventering av odling och fastigheter	3
RESULTAT.....	4
<b>Inventering av odling och fastigheter 1993/94</b>	4
Jordarter och markförhållanden	4
Markanvändning	4
Djurhållning	5
Ensilagehantering	6
Stallgödsels hantering och spridning	6
Gödselvårdsanläggningar	6
Läckage från gödselvårdsanläggningar	7
Stallgödselspridning	7
Växtnäringstillförsel till åkermarken	7
Stallgödsel	7
Handelsgödsel	8
Växtnäringstillförsel från stallgödsel och handelsgödsel till åkermark	8
Enskilda avloppsanläggningar	10
<b>Nederbörd och avrinning</b>	11
<b>Koncentrationer i vattendraget</b>	14
Kvävehalter	14
Fosforhalter	15
Halter av övriga konstituent	16
<b>Materialtransporter</b>	18
Kvävetransporter	18
Fosfortransporter	20
Transport av suspenderat material	20
<b>KÄLLFÖRDELNING.....</b>	20
Enskilda avlopp och gödselvårdsanläggningar	20
Skog och övrig mark	21
Förluster från olika källor	21
Arealförluster från åkermark	22
<b>JÄMFÖRELSE MED ANDRA AVRINNINGSSOMRÅDEN.....</b>	22
<b>DISKUSSION.....</b>	24
Förluster från jordbruksmark	24
Vattenföringsmätningar och provtagning	25
Belastning på recipient från punktkällor	25
Betydelse för recipienten och förslag på åtgärder	25
<b>SAMMANFATTNING.....</b>	26
<b>REFERENSER.....</b>	29
<b>BILAGOR.....</b>	31
Analysmetoder	31
Schabloner för stallgödsels näringsinnehåll	32
Koncentrationernas variationer	32
Analysresultat	33



# INLEDNING

Miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark" har till syfte att i små jordbruksdominerade avrinningsområden undersöka jordbrukets påverkan på yt- och grundvattnets kvalitén. Övervakningsprogrammet kallas också ofta för Jordbrukets recipientkontroll, JRK. Områden ingående i programmet finns i ett flertal län i landet. Länsstyrelserna är ansvariga för undersökningarna i respektive län. Avrinningsområdet i Barlingbo upprättades 1989 som Gotlands läns typområde på jordbruksmark.

Syftet med denna utvärdering är att kvantifiera jordbrukets påverkan på koncentrationer och närsalttransporter i ytvattnet. Häri ingår att särskilja åkermarkens förluster från andra källors bidrag. Likaså ingår att relatera förlusterna till jordarter, klimat och odlingsåtgärder samt att göra jämförelser med förlusterna från andra jordbruksdominerade avrinningsområden.

Denna utvärderingen gäller för femårsperioden 1989-94. Sammanställning har gjorts av länsstyrelsens inventering av odling och fastigheter 1993/94, likaså har läckage från olika punktkällor schablonberäknats och åkermarkens arealförluster har uppskattats. Avrinningens storlek och fördelning under femårsperioden samt nederbörd och väderförhållanden har jämförts med halter i avrinnande vatten och växtnäringsförluster. Inverkan av odlingsåtgärder och gödsling på växtnäringsförlusterna har diskuterats men har ej kunnat jämföras mellan olika år då inventeringen endast gäller för ett år. Växtnäringsförlusterna från Barlingbo har även jämförts med förlusterna från avrinningsområden med liknande förhållanden.

Utvärderingen har utförts på uppdrag av länsstyrelsen i Gotlands län. Ansvarig för undersökningarna vid länsstyrelsen i Gotlands län har varit Kalle Nyberg, miljövårdsenheten.

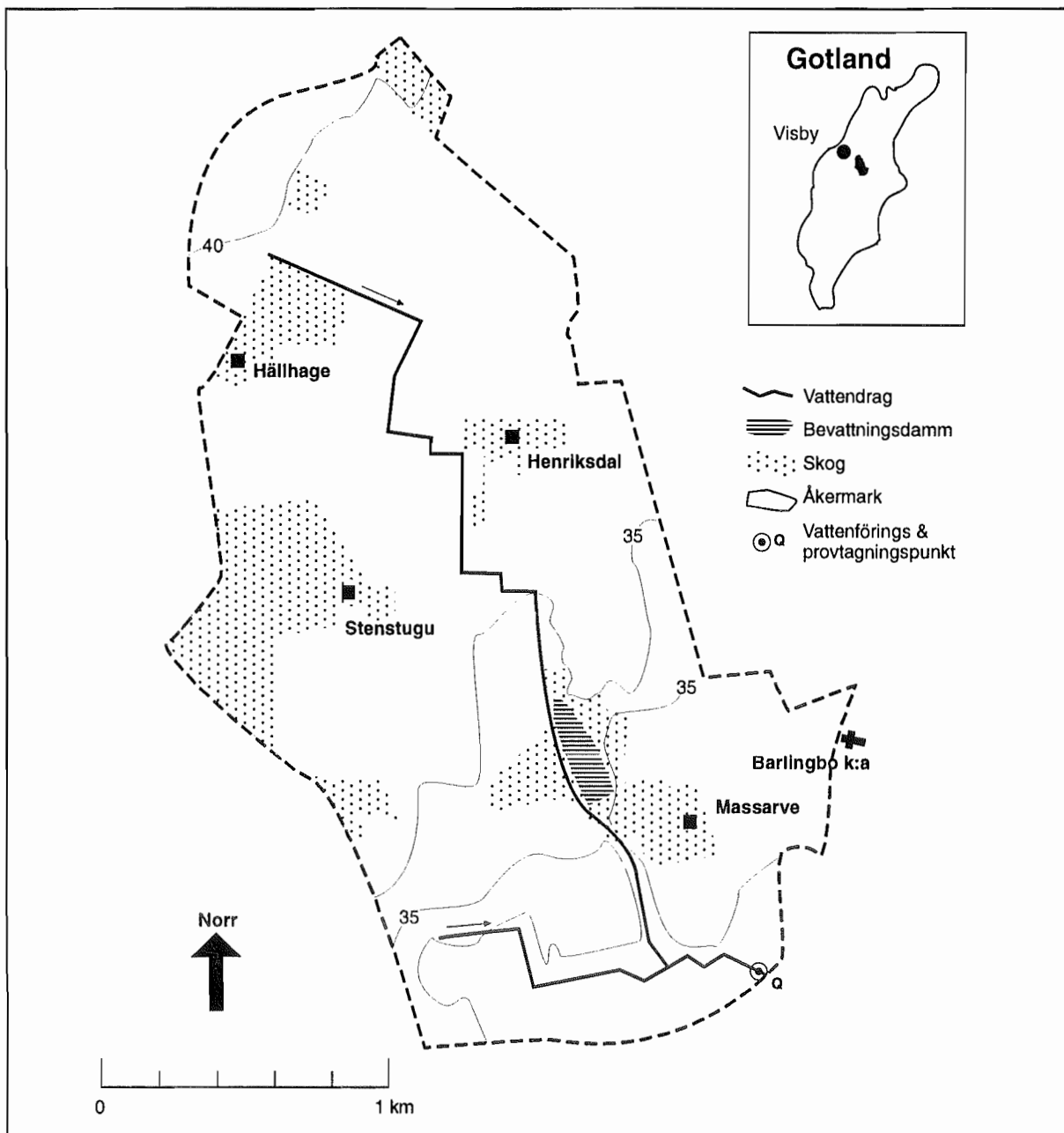
## OMRÅDESBESKRIVNING

Barlingbo avrinningsområde är beläget på Gotland ca 13 km sydost om Visby. Området är 490 ha stort och dominerat av jordbruksmark. Åkermark utgör närmare 90% av arealen medan andelen skog är ca 10%. Vattendraget utgörs av ett dikessystem med en huvudfåra och ett biflöde som ansluter i den nedre delen av avrinningsområdet. Området är en del av Gothemsåns avrinningsområde som har sitt utlopp på Gotlands östra kust.

Jordbruksdriften i området är inriktad mot växtodling med bla intensiva grödor som sockerbeter och potatis. Djurhållningen inom området är begränsad men ett flertal mjölkko-besättningar utanför avrinningsområdet berör områdets areal.

### Berggrund och jordarter

Avrinningsområdet med höjden 32 m ö h vid vattendragets utlopp, är mycket flackt med en fallhöjd på ca 10 m från områdets övre del till utloppet drygt 3 km längre ner. Berggrunden består av kalksten i den sk Slitegruppen liksom för större delar av Gotland (Lundqvist, 1940). De ca 3 m mäktiga jordlagren i Barlingbo består främst av moränjordar av lättlerakarakter men även av en del moiga moränjordar. Det grövre materialet utgörs av långtransporterat och hårdare urbergsmaterial medan det finare materialet, finmo och ler, domineras av kalk- och märkebergarter av mer lokalt ursprung. Inom området finns dessutom en del senglaci-



Figur 1. Karta över Barlingbo avrinningsområde.

ala avlagringar i form av sand och grus bildade genom ursvallningar i Baltiska issjön. Dessa ligger fläckvis i området, bl a är ett sandområde beläget i avrinningsområdets mitt kring vattendraget. I den nedre delen av avrinningsområdet intill vattendraget finns också ett mindre område med kärtrtorv.

## Andra förhållanden

Inom avrinningsområdet finns även en 120.000 m<sup>3</sup> stor bevattningsdamm anlagd i slutet av 70-

talet. Under hösten vid högflöde fylls dammen med vatten från vattendraget.

Atmosfärdepositionen av totalkväve till Gotland var ca 7 kg/ha som medelvärde för 1985-90 och utgjordes då till största delen av vått nedfall. För fosfordepositionen ger en uppskattning från PMK-mätningar ett riksmedelvärde för det våta fosfornedfallet på 0,075 kg/ha och år. Torrt nedfall ingår troligen i detta värde (Areskoug, 1993).

# MATERIAL OCH METODER

## Vattenföring

Vattenföringsmätningar har ej utförts i området under femårsperioden varför vattenflödet har simulerats. Simuleringen har utförts av SMHI med en modell, HBV, vilken kalibrerats mot vattenföringen i några närliggande vattendrag. Klimatdata från närliggande väderobservationsstationer (Stenstugu, Sanda och Visby) har utnyttjats vid simuleringen. Vattenföringen har beräknats för en areal på 450 ha (Grahn, SMHI). Efter inventering av gårdar och dräneringssystem visade det sig emellertid att den verkliga arealen snarare är 490 ha (Nyberg, muntl) vilket leder till en underskattning av vattenvolymen. Bevattningdammen inom området inverkar dock på utflödet från avrinningsområdet. Dammen fylls på vid höglöde under hösten med ca en tiondel av vattenutflödet från området. Sommartid när vattnet används för bevattning försvinner en stor del av vattnet genom evapotranspiration, avdunstning från mark och grödor, även om markens vattendepåer till viss grad fylls på. Det verkliga flödet från området blir därför mindre och kan anses motsvara flödet från ett 450 ha stort avrinningsområde. Vid SMHI's vattenförings-simulering ingick inte dammen i beräkningarna.

## Vattenprovtagning

I avrinningsområdet finns en provtagningspunkt vid utloppet. Vattenprov har tagits en gång per månad utom under perioder då vattendraget varit uttorkat. Våren 1994 blev provtagningsintervallet tätare med provtagning två gånger per månad. Provtagningarna utfördes av länsstyrelsen och vattenanalyserna utfördes av Lanbrukskemiska stationen i Visby (bilaga 1).

Vattenproverna har analyserats med avseende på följande parametrar: totalkväve, nitratkväve och ammoniumkväve, totalfosfor och fosfatfosfor, suspenderat material, COD (syrekrävande kemiskt material), alkalinitet, konduktivitet, turbiditet (grumlighet), färg, pH och temperatur. Vid analyserna av suspenderat material har en analysmetod avsedd för avloppsvatten använts eftersom standardmetod

för ytvattenanalys saknas. För att studera vattenkvaliteten i normalpåverkade vattendrag blir filterstorleken för grov med risk att halterna blir för låga. Numera sker dock filtrering med bättre anpassad filterstorlek (0,2µm) (Hedström, muntl).

## Transportberäkningar

Transportberäkningar har skett genom multiplicering av dygnskoncentrationer med dygnsvattenföring. Dagnstransporterna har sedan summerats till månads- och årstransporter. Dygnskoncentrationerna har erhållits genom linjär interpolering mellan de uppmätta halterna vid olika provtagningstillfällen. Arealkoefficienter har beräknats genom att dividera transporterna med arealen (490 ha). Jordbruksmarkens arealkoefficient är beräknad utifrån en differens mellan total transport och andra källors bidrag inom avrinningsområdet.

## Koncentrationer

Flödesvägda årsmedelhalter, vilka är viktade med avseende på vattenföringen, är beräknade för konstituenten där transportberäkningar utförts. Årstransporten har härvid dividerats med årsvattenföringen. För parametrar där transportberäkningar inte har skett, redovisas aritmetiska medelvärden på uppmätta halter under året.

## Inventering av odling och fastigheter

Inventeringar av odling och fastigheter har utförts av länsstyrelsens lantbruksenhet (B. Pettersson) respektive miljöskydds-enhet (C. Ronquist). Dessa inventeringar utgör underlag för beräkning av näringsläckage från punktkällor som gödselanläggningar, mjölkkrumsavlopp och enskilda avlopp. Uppgifter om åkermarkens användning ger möjlighet att uppskatta odlingsåtgärdernas inverkan på växtnäringsläckaget och djurinventeringarna ger en uppfattning om mängden stallgödsel som förmodas spridas inom avrinningsområdet.

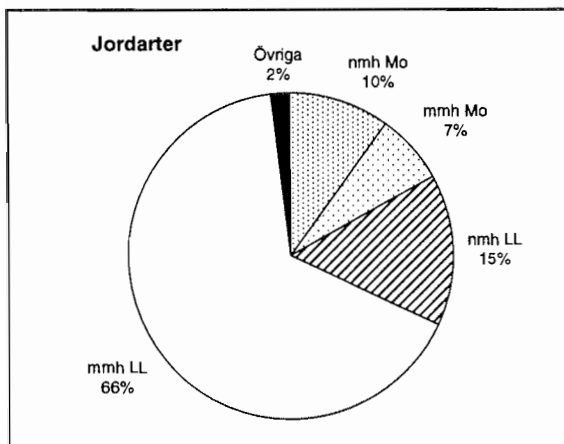
# RESULTAT

## Inventering av odling och fastigheter 1993/94

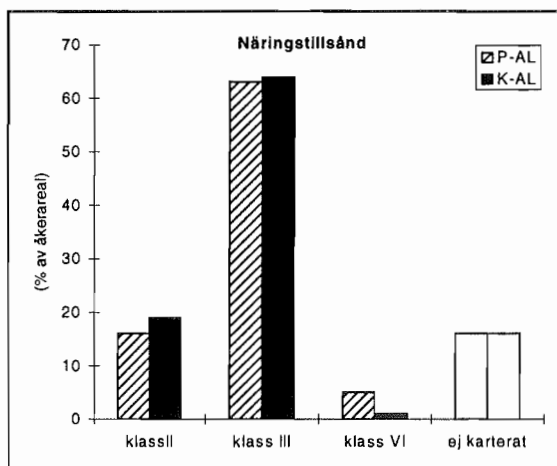
Hösten 1994 inventerades samtliga 11 jordbruksfastigheter vilka berör Barlingbo avrinningsområde. Av dessa hade fyra fastigheter sina gårdsbyggnader med stall och avloppsanläggningar belägna inom avrinningsområdet medan de övriga endast hade jordbruksareal och gödsel från djur som berörde området. Växtodlingsinventeringen gäller för växtodlingsåret 1993/94, dvs från höstbearbetning till skörd året därpå. Inventeringen omfattar också enskilda avloppsanläggningar. Förutom de fyra jordbruksfastigheterna fanns ytterligare 11 fastigheter med enskild avloppshantering. Inventeringen av odling och fastigheter får anses som representativ för femårsperioden 1989/94 då inga större förändringar skett i området under denna period (Pettersson, muntl). Sammanställningen skall dock inte tolkas exakt då en del av de lämnade uppgifterna i vissa fall endast är uppskattningar. Exempelvis markkarteringsuppgifter och stallgödselgivor.

### Jordarter och markförhållanden

Dominerande jordart för jordbruksmarken i avrinningsområdet är måttligt mullhaltig lättlera (mmh LL) vilken innehåller 3-6% organisk substans. Tillsammans utgjorde olika lättlorer över 80% av jordarterna (figur 2). Mojordar



Figur 2. Jordarter på jordbruksmarken i Barlingbo.



Figur 3. Tillgänglighet av fosfor och kalium.

utgjorde 17% av arealen. Övriga jordarter var sand och mellanlera men dessa upptog endast 2% av åkerarealen. Analyser från markkarteringar visar att fosfor och kalium låg i tillgänglighetsklass III för ca 65% av åkerarealen (figur 3).

Åkermarkens topografi är i hela avrinningsområdet plan vilket medför att vatten kan bli stående i sänkor. Ytvattenintag är därför viktiga. I området fanns 83 st ytvattenintag, dvs ca ett intag per 5 ha åkermark. Täckdikning är utförd över nästan hela åkerarealen, endast ett fåtal hektar saknade grävd dränering.

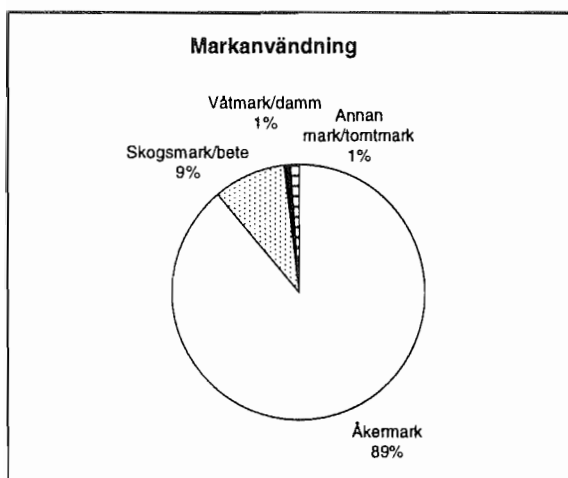
### Markanvändning

Avrinningsområdets areal, 490 ha, utnyttjades i huvudsak som jordbruksmark, 436 ha (figur 4). Skogsarealen var 43 ha men av denna användes 10 ha som bete (tabell 1). Övrig betesareal var 1,5 ha. I området fanns även en 4,5 ha stor bevattningsdamm rymmande 120.000 m<sup>3</sup> vatten. Andelen bebyggelse var liten, ett 10-tal bostadsfastigheter var belägna främst i den norra delen av avrinningsområdet. Endast fyra gårdar hade brukningscentrum inom avrinningsområdet. Nämnas kan, att arealen åkermark brukad enligt kontrollföreningen KRAV's regler var 7 %, vilket är högt jämfört med riksgenomsnittet.

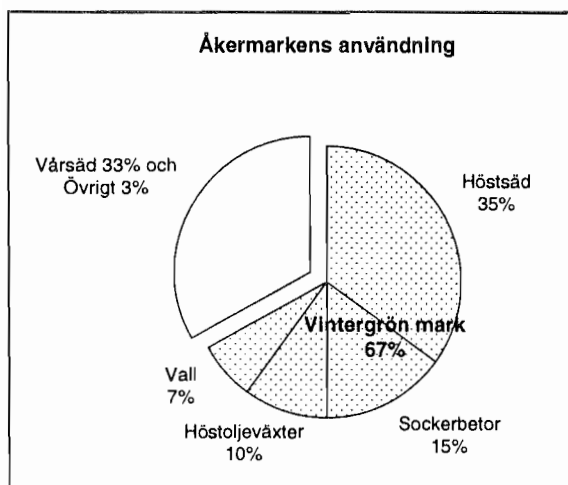


Jordbruksmarken användes främst för odling av höstsäd (35 %) men även sockerbetor och höstoljeväxter upptog en stor del av arealen (figur 5). Andelen vall, 7 %, var förhållandevis liten med tanke på att nära hälften av gårdarna med mark inom avrinningsområdet var nötkreatursbesättningar. På hela Gotland utgjorde vall 40% av åkerarealen 1993 (SCB, 1994a). Vintergrön mark upptog 67 % av åkerarealen vilket väl överstiger det 50%-krav som Jordbruksverket angivit för Gotlands län 1994. Den höga andelen vintergrön mark beror av att hälften av grödorna var höstsådda och att sockerbetor räknas som vintergrön mark då de ofta skördas sent och bortför en stor del näringsämnen från åkermarken.

Jordbearbetningen var koncentrerad till hösten. Av åkerarealen höstplöjdes 82 %, övrig areal bearbetades med annan metod, direkt-såddes, trädades eller låg i vall. Skörderester nedbrukades på 65 % av åkerarealen och en tredjedel av vallen bröts under året.



Figur 4. Markanvändning 1993/94.



Figur 5. Åkermarkens användning 1993/94.

Tabell 1. Markanvändning, grödor, åtgärder och förhållanden i avrinningsområdet 1993/94

Markanvändning, grödor, åtgärder	Areal (ha)	(%)
<b>Hela avrinningsområdet</b>	490	
<i>Markanvändning</i>		
Åkermark	436	(89)
Betesmark	1,5	(<1)
Skogsmark, 10 ha som bete	43	(9)
Våtmark/ bevattningsdamm	4,5	(1)
Annan mark/ tomtmark	5	(1)
<hr/>		
<b>Åkermark</b>	436	
Täckdikad areal	433	(99)
<i>Vintergrön mark</i>		
Höstsädd spannmål	154	(35)
Sockerbetor	66	(15)
Höstoljeväxter	43	(10)
Vall	32	(7)
<i>Övrig åkermark</i>		
Vårsädd spannmål	132	(30)
Övrigt (våröljeväxter, potatis, träda mm)	10	(3)
<i>Jordbearbetning</i>		
Höstplöjd åkermark	356	(82)
Vårplöjd åkermark	0	(0)
Oplöjd åkermark,	80	(18)
- annan jordbearbetning	34	(8)
- vall	22	(5)
- direktsädd	16	(4)
- träda	7	(1)
<i>Övriga åtgärder</i>		
Nedbrukning av skörderester	285	(65)
Vallbrott	11	(3)

## Djurhållning

Av de 11 gårdar som berörde avrinningsområdet hade, som tidigare nämnts, endast fyra gårdar brukningscentrum inom avrinningsområdet. Djurintensiteten var dessutom låg på dessa gårdar. Schablonberäknade läckage från gödselanläggningar blir därmed små. Då ingen mjölkobesättning fanns inom avrinningsområdet uppkommer heller inget läckage från mjölkkrumsavlopp. För beräkning av den verkliga djurintensiteten i avrinningsområdet måste däremot hänsyn även tas till djurbesättningar belägna utanför avrinningsområdet vars gödsel förmodas spridas inom avrinningsområdet. Härvid har antalet djur/djurenheter beräknats i förhållande till respektive gårds areal inom avrinningsområdet. Djurintensiteten var på detta sätt 95 djurenheter inom avrinningsområdet 1994. Det kan tilläggas att intensiteten

var högre åren dessförinnan, 103 djurenheter, då ytterligare en, numera nedlagd mjölkko-besättning hade spridningsareal inom avrinningsområdet. Fördelningen mellan olika djurslag visar att av de 95 djurenheter var 83 nötkreatur, varav ca 40 mjölkkor och 6 amkor. Resterande 12 djurenheter var fördelade på svin, får och häst (tabell 2).

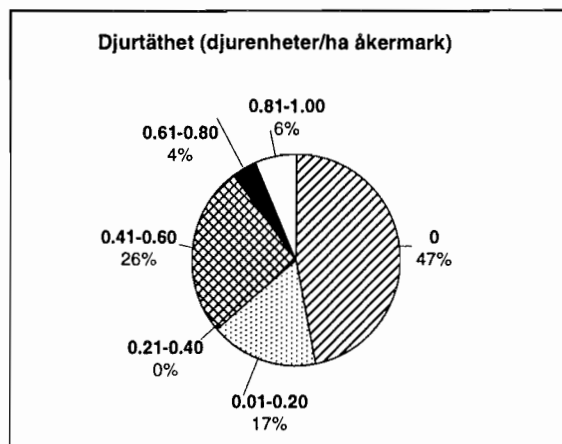
Djurtätheten beräknad som djurenheter per ha åkermark var 0,22 medan den var 0,24 föregående år. I förhållande till hela Gotlands län med en djurtäthet på ca 0,6 de/ha (Pettersson, muntl) var djurtätheten i Barlingbo låg. Djurtäthetens variation i Barlingbo visas i figur 6.

Eftersom till mjölkko-besättningarna hörande stallar var belägna utanför avrinningsområdet påverkade de inte vattenkvaliteten i avrinningsområdet. Nämnas kan ändå att hanteringen av mjölkkrumsavlopp var relativt god. För 60% av koantalet var avloppet avlett till gödselbrunn. För vardera 20% av koantalet användes 3-kammarbrunn och infiltration eller enbart 3-kammarbrunn. För diskning av mjölkkningsanläggningarna användes lågfosfatdiskmedel för 40 % av koantalet.

Tabell 2. Antal djurenheter i stallar inom avrinningsområdet och antal djurenheter i stallar utom avrinningsområdet som beräknats belasta åkerarealen inom avrinningsområdet 1994

Djurslag	Antal djur	Antal djurenheter (DE)
<i>Stallar inom avrinningsområdet, djurantal i förhållande till gårdens areal inom avr.o</i>		
Fullvuxet nötkreatur (amkor)	6	6
Ungnöt	16	8
Får	31	3
Fjäderfä	7	<1
Häst	2	2
<i>Stallar utom avrinningsområdet, djurantal i förhållande till gårdens areal inom avr.o.</i>		
Fullvuxet nötkreatur (mjölkkor)	39 (44)	39 (44)
Ungnöt	62 (69)	31 (34)
Suggor/smågrisar	4	1
Slaktsvin	61	6
Summa DE som beräknas belasta åkerarealen inom avrinningsomr.		95 (103)

Värden inom parentes avser muntliga uppgifter från länsstyrelsen om 1993 års djurhållning.



Figur 6. Andel areal (%) för olika djurtäthetsintervall i avrinningsområdet (djurenheter/ha åkermark) 1994.

## Ensilagehantering

Ensilagehantering förekom vid en gård inom avrinningsområdet. 30 ton ensilage hanterades där i plansilo med pressaften avledd till gödselvårdsanläggning. Avståndet till vattendrag var 150 m.

På gårdar med brukningscentrum utanför avrinningsområdet hanterades 975 ton ensilage i plansilo och 500 ton i torsilo. Antalet storbalar var 100 st. Från samtliga ensilageanläggningar avleddes pressaften till gödselvårdsanläggning. Avståndet till närmaste vattendrag var mellan 500 och 1000 m.

## Stallgödselns hantering och spridning

### Gödselvårdsanläggningar

Djurhanteringen inom avrinningsområdet var extensiv och bestod av två egentliga djurbesättningar, en för amkor och en för får. Amkorna hölls på stall fyra månader per år och ungdjuren sex månader per år. Gödseln hantades som fastgödsel på platta och urinen avleddes till urinbrunn. Avståndet från gödselvårdsanläggningen till närmsta vattendrag var 150 m. Fåren gick utomhus året om men hade tillgång till stall med djupströbädd. Båden gödslades ut en gång per år och gödseln antas spridas direkt på åkermark eller läggas i stuka då typ av gödselvårdsanläggning ej har angivits. Gödseln från de fåtaliga hästarna lagrades på gödselplatta och urinen i urinbrunn. Inget gödselläckage antas ske från de fåtal höns som fanns inom avrinningsområdet. Lagringskapaciteten enligt Jordbruksverkets

bestämmelser för 1995 var för fastgödsel god medan den var något låg för urin.

### Läckage från gödselvårdsanläggningar

Läckage av pressaft och gödselvatten från gödselvårdsanläggningar kan tillfälligt ske. Främst sker läckagen vid hög nederbörd och snösmältning. Hur mycket som når recipienten, vattendraget, avgörs dock av flera faktorer som närhet till vattendrag, terrängens utseende och växtlighet. Läckaget från nötkreatursanläggningar kan uppskattas genom schablonberäkningar utifrån antalet nötkreatursenheter och har efter antaganden (Löfgren och Olsson, 1990) beräknats till 24 kg kväve och 4 kg fosfor per år vilket skulle motsvara ca 1 % av närhaltsinnehållet i gödseln från de 32 nötkreatursenheter som fanns inom avrinningsområdet.

### Stallgödselspridning

Stallgödselspridning skedde i huvudsak på hösten, antingen i höstsådda grödor eller på bar mark. Under slutet av sommaren spreds även en mindre del fastgödsel och urin innan sådd av höstraps. Urin spreds till största delen på våren dels i samband med vårbruk dels i växande gröda. På våren spreds även en del fastgödsel. Spridningen skedde med konventionella spridare som fastgödselspridare och flytgödselspridare. Ingen gård använde släpslangar eller brukade ned gödseln direkt.

Den stallgödslade arealen i avrinningsområdet var 1994 liten i förhållande till djurantalet. Endast 14 % (61 ha) av åkerarealen stallgödsldes detta år. Möjligen är spridningen av stallgödsel inom avrinningsområdet större andra år då gårdar med åkermark inom avrinningsområdet i de flesta fall hade antingen gödsel från ett flertal egna djur eller spridningskontrakt för gödsel från andra gårdar på delar av arealen.

### Växtnäringstillförsel till åkermarken

#### Stallgödsel

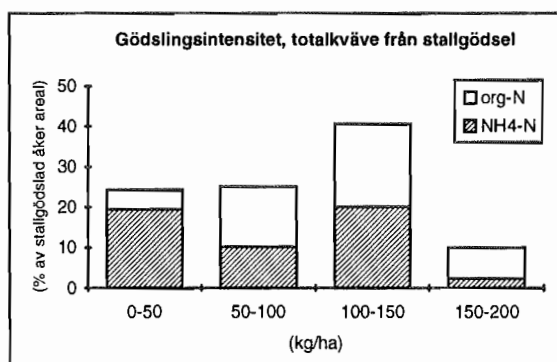
Inom avrinningsområdet spreds totalt 1400 ton stallgödsel och urin fördelat efter typ och spridningstid enligt tabell 3. Medelgivan var 23 ton/ha i Barlingbo medan den på hela Gotland var 25 ton/ha. Den stallgödslade åkerarealen var 61 ha eller 14% vilket är lite jämfört

Tabell 3. Stallgödselgivor (ton) och fördelning över året 1993/94

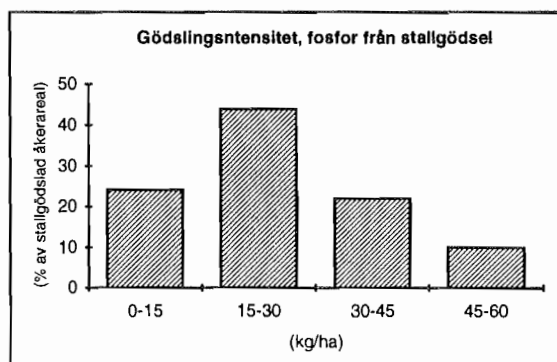
	Sommarmar (ton)	Höst (ton)	Vårbruk (ton)
Fastnötgödsel	41	206	240
Flytnötgödsel	0	570	0
Svinflytgödsel	0	150	0
Urin	36		156

med övriga Gotland. 1992/93 stallgödsldes 33% av åkerarealen på Gotland (SCB, 1994b). I Barlingbo spreds 2/3 av gödseln under hösten medan resten spreds vid vårbruk och till viss del under sommaren. På övriga Gotland spreds lika mycket stallgödsel höst som vår 1992/93.

Stallgödselns innehåll av totalkväve, mineralkväve i form av ammoniumkväve och totalfosfor har beräknats efter schabloner (SCB, 1994b), se bilaga 2. Den arealvägda växtnäringstillförseln till stallgödslad åkermark var då 84 kg totalkväve/ha varav 36 kg ammoniumkväve samt 22 kg fosfor/ha. Variationerna visas i figur 7 och 8. I de högre stallgödselgiv-



Figur 7. Gödslingsintensitet av beräknad mängd totalkväve och mineralkväve från stallgödsel på stallgödslad areal inom avrinningsområdet 1993/94.



Figur 8. Gödslingsintensitet av beräknad mängd stallgödsel fosfor på stallgödslad areal inom avrinningsområdet 1993/94.

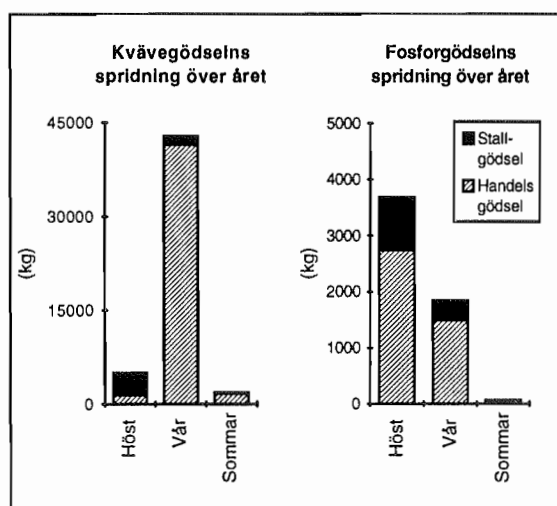
orna var andelen organiskt bundet kväve större än i de lägre givorna. Den direkta gödslingseffekten blev därför inte märkbart större vid högre givor, däremot ökade markens förråd av organiskt bundet kväve. De beräknade stallgödselgivorna skall dock behandlas med försiktighet. Eftersom hänsyn har tagits till många faktorer som djurens stallperiod, typ av gödselbehållare, spridningstidpunkt och spridningsätt kan dock variationerna mellan verklig och beräknad giva vara stora.

## Handelsgödsel

Handelsgödseln spreds antingen med centrifugalspridare eller rampspridare men även spridning med kombisåmaskin förekom vid ett flertal gårdar. Mestadels användes kvävegödselmedel som Kalksalpeter och N28, fullgödselmedel av olika sammansättning samt fosfor- och kaliumgödselmedel som PK 11-21. Kvävegödselmedlen spreds framförallt på våren men även på hösten till oljeväxter. Viss gödsling i växande gröda förekom sommartid (tabell 4). Handelsgödsel fosfor spreds till ca 65% på hösten, både som förrådsgödsling och i växande gröda. Högsta medelkvävegivorna gavs till höstoljeväxter och höstsäd, 157 respektive 113 kg N/ha. Fosforgivorna till sockerbetor var i genomsnitt 32 kg P/ha och till höstsäd 17 kg P/ha. I genomsnitt för Gotland 1992/93 var handelsgödselgivorna till spannmål 80 kg N och 15 kg P per ha.

## Växtnäringstillförsel från stallgödsel och handelsgödsel till åkermark

Den sammanlagda tillförseln av mineralkväve till åkermark var drygt 45.000 kg varav 5% kom från stallgödsel (tabell 5). Mineralkvävet spreds främst i samband med vårbruk men en mindre del gavs även under hösten till höstoljeväxterna huvudsakligen i form av stallgödselkväve (figur 9). Fosfortillförseln till åkermarken var 5607 kg och utgjordes till ca 25% av stallgödsel fosfor. Under hösten spreds 2/3 delar av fosfor.



Figur 9. Årstidsfördelning av kväve- och fosforgödsel på åkermark 1993/94

Tabell 4. Näringstillförsel till åkermark i form av handelsgödsel. Fördelning över året, variation och medeltillförsel till gödslad areal 1993/94

Gröda	Gödslad areal av resp. grödas totala areal (%)	Fördelning av gödselns näringsinnehåll över året (%)			Variation i gödslingsintensitet på gödslad areal (kg/ha)	Medelgödsling på gödslad areal (kg/ha)
		Höst	Vår	Sommar		
<i>Kväve</i>						
Höstsäd	96	0	94	6	84-148	113
Vårsäd	90	0	100	0	56-124	101
Höstoljeväxter	100	21	79	0	93-228	157
Sockerbetor	100	0	95	5	52-155	99
Vall	78	0	100	0	54-100	72
Övrigt	60	0	80	20	95-124	66
<i>Fosfor</i>						
Höstsäd	43	44	56	0	16-32	17
Vårsäd	18	57	43	0	15-22	20
Höstoljeväxter	45	75	25	0	10-24	15
Sockerbetor	86	78	12	0	25-33	32
Vall	35	0	100	0	16-32	17
Övrigt	60	28	72	0	22-56	39

Tabell 5. Växtnäringstillförsel till åkermark från handelsgödsel och stallgödsel samt fördelning över året 1993/94

	Höst	Vårbruk	Sommar	Summa
<i>Kväve (kg)</i>				
Handelsgödsel (436 ha)				
NO <sub>3</sub> -N och NH <sub>4</sub> -N	1422	41490	1703	44615
Stallgödsel (61 ha)				
Tot-N	3611	1334	219	5164
NH <sub>4</sub> -N	1753	395	50	2198
<i>Fosfor (kg)</i>				
Handelsgödsel (436 ha)	2740	1496	0	4236
Stallgödsel (61 ha)	949	360	62	1371

Den totala växtnäringstillförseln till de olika grödorna varierade. Hela arealen kvävegödslades medan knappt 60% fosforgödslades. De högsta kvävegivorna gavs till höstoljeväxterna, ca 200 kg/ha medan kvävegödslingen till vall var låg, ca 60 kg/ha (tabell 6 och figur 10). Höstsäd kvävegödslades med ca 110 kg/ha och vårsäd med lite drygt 100 kg/ha. Medeltillförseln av kväve var 108 kg/ha.

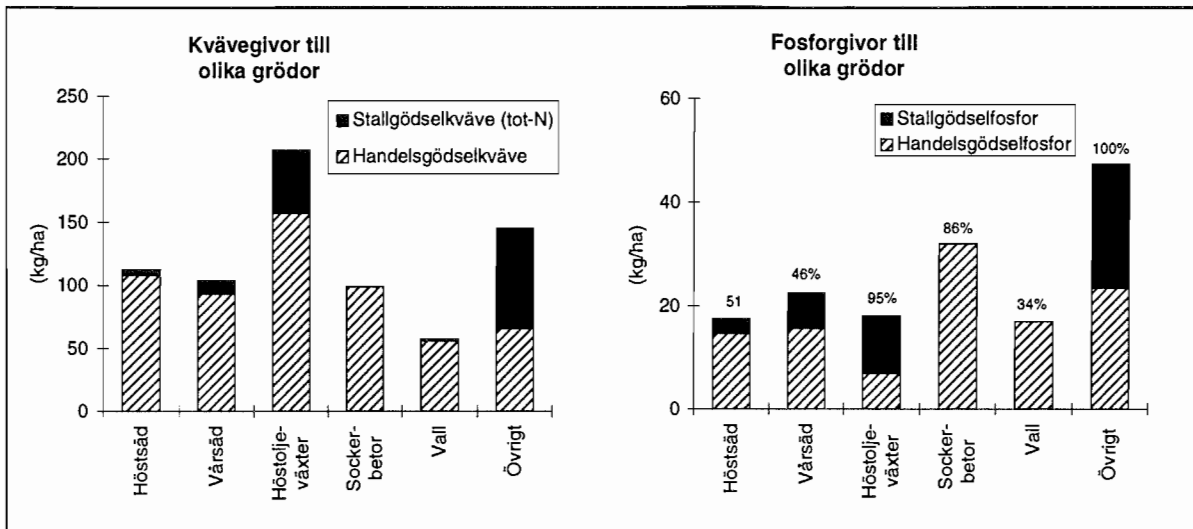
Av den areal som fosforgödslades gavs de högre givorna till sockerbetor, ca 30 kg/ha medan vårsäd, höstoljeväxter och vall gödsla-

des med ca 20 kg/ha. Övriga grödor fick visserligen närmare 50 kg/ha i genomsnitt men arealen var liten i förhållande till resten av arealen. Medeltillförseln fördelad över hela åkerarealen var ca 13 kg/ha. Gödselns fördelning mellan olika grödor visas i figur 11.

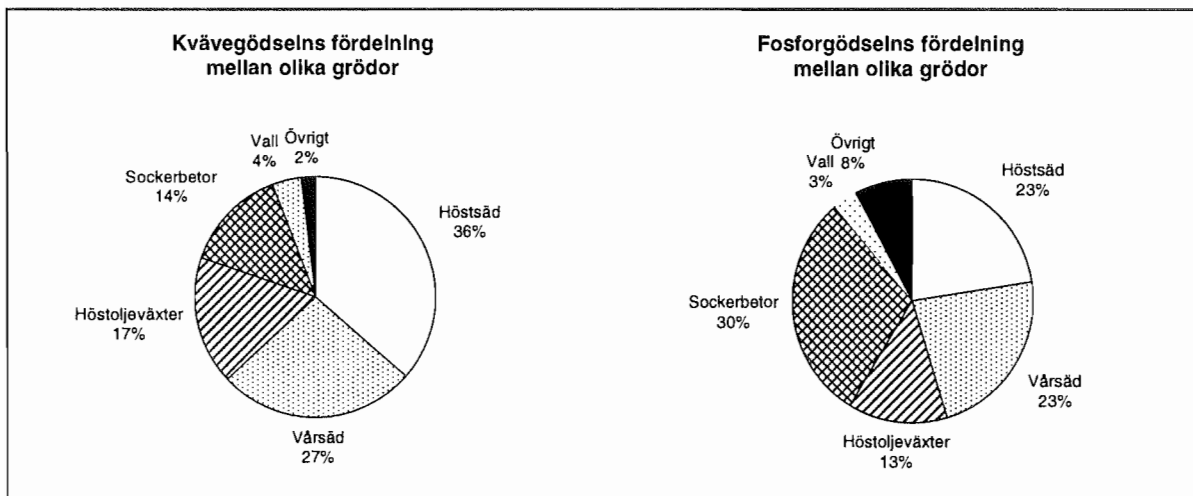
I jämförelse med gödslingsintensiteten på hela Gotland, 85 kgN/ha och 25 kgP/ha för spannmål (SCB, 1994b), var kvävegivorna högre medan fosforgivorna möjligen var något lägre. Skördarna är emellertid oftast högre i Barlingbo än genomsnittet för Gotland.

Tabell 6. Näringstillförsel till åkermark i form av handelsgödsel och stallgödsel (kväve som totalkväve). Fördelning över året, variation och medeltillförsel till hela den gödslade arealen 1993/94

Gröda	Gödslad areal av resp. grödas totala areal (%)	Fördelning av gödselns näringsinnehåll över året (%)			Variation i gödslingsintensitet på gödslad areal (kg/ha)	Medelgödsling på gödslad areal (kg/ha)	varav handelsgödsel (kg/ha)
		Höst	Vår	Sommar			
<i>Kväve</i>							
Höstsäd	100	3	91	6	12-164	113	108
Vårsäd	100	8	90	2	56-200	104	93
Höstoljeväxter	100	38	60	2	107-245	207	157
Sockerbetor	100	0	95	5	52-155	99	99
Vall	100	0	100	0	5-100	57	56
Övrigt	100	0	91	9	95-200	146	66
<i>Fosfor</i>							
Höstsäd	48	53	47	0	16-32	18	15
Vårsäd	46	61	39	0	15-60	24	16
Höstoljeväxter	96	82	10	8	10-24	18	7
Sockerbetor	86	78	12	0	25-33	32	32
Vall	35	0	100	0	16-32	18	18
Övrigt	100	14	86	0	22-60	47	23



Figur 10. Medelkväve- och medelfosforgivor av handelsgödsel och stallgödsel till olika grödor (kg/ha) 1993/94. Hela arealen av respektive gröda kvävegödslades medan fosfor endast spreds till delar (%) av respektive grödas areal.



Figur 11. Kväve- och fosforgödselns fördelning mellan olika grödor 1993/94. Stallgödseln som totalkväve.

## Enskilda avloppsanläggningar

Ett hushåll producerar årligen stora mängder kväve och fosfor. Kvävet härrör till 90% från urin och fekalier medan 60% av fosfor kommer från disk- och tvättmedel (Borg, 1993).

Inom avrinningsområdet fanns 15 fastigheter med enskilda avloppsanläggningar (tabell 7). Till dessa var WC- och BDTavlopp (BDT=Bad/dusch, Disk och Tvätt) från sammanlagt 56 permanentboende personer anslutna av vilka 21 personer vistades i fastigheten hela dagen. Inga fritidsboende fanns i området. Samtliga fastigheter hade någon typ av slamavskiljare (3-, 2-, eller 1-kammarbrunn)

och för hälften av de boende var slamavskiljaren dessutom kompletterad med markbädd eller infiltrationsanläggning. Avståndet mellan reningsanläggningens utsläpp och närmaste dike/vattendrag varierade mellan 0 och 100 m. Tömning av slamavskiljare skedde i genomsnitt 1 gång per år och i de flesta fall av kommunen. Några lantbrukare tömde slamavskiljaren i egen regi.

Varje person antas årligen producera 5,9 kg kväve och 1,2 kg fosfor (Andersson, 1992). För de personer som inte vistas hela dygnet i bostaden antas 30% av toalettbesöken ske i bostaden. Eftersom nästan allt kväve i hushållsavloppsvatten kommer från urin minskar

Tabell 7. Enskilda avloppsanläggningar i avrinningsområdet 1994

Typ av reningsanläggning	Antal anläggningar	Antal anslutna personer	Antal personer som vistas hela dagen i fastigheten	Anläggningsår	Avstånd till närmaste dike/vattendrag
Slamavskiljare och markbädd	5	3	1	1972	100 m
		21	4	1985	0-10 m
Slamavsk. och infiltrationsanläggning	1	3	0	1971	10 m
Orenat utsläpp efter slamavskiljare	8	29	16	-	0-100 m
Summa	15	56	21		

den årliga kvävemängden för dessa personer till 1,8 kg. Fosfor i avloppsvattnet minskar endast till 1,0 kg eftersom den största fosfurmängden kommer från olika typer av rengöringsmedel.

Olika reningsanläggningars renande förmåga (SNV, 1987) visas i tabell 8. Effektivaste reningen sker vid infiltration genom jordlagren till grundvattnet förutsatt att vattnet inte rinner rakt ner genom spricksystem. Markbädden kan fungera bra de första 10 åren men blir sedan alltmer mättad av främst fosfor, varför filtermaterialet, dvs sanden, regelbundet bör bytas ut. Slamavskiljare som enda reningsmetod för kväve och fosfor är inte särskilt effektivt då endast ca 15% av näringen i avloppsvattnet reduceras.

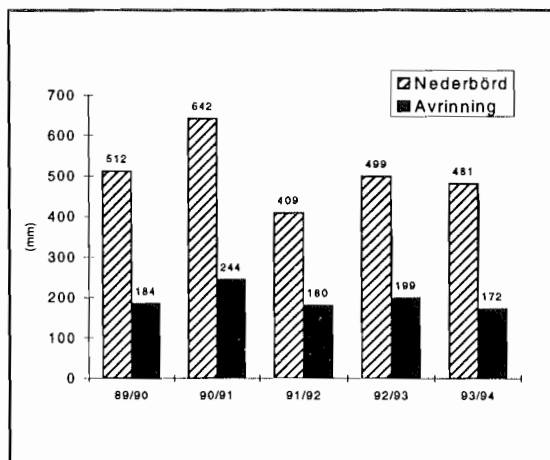
Den årliga tillförseln från enskilda avlopp i Barlingbo avrinningsområde har med ovanstående uppgifter schablonberäknats till 151 kg kväve och 41 kg fosfor.

Tabell 8. Reningsanläggningar och deras renande förmåga (SNV, 1987)

Reningsanläggning	Kvävereduktion (%)	Fosforreduktion (%)
Slamavskiljare	15	15
Slamavskiljare och markbädd, <10 år	25	50
Slamavskiljare och markbädd, >10 år	25	25
Slamavskiljare och infiltration	30	95

## Nederbörd och avrinning

Nederbörden, okorrigerad för mätfel såsom vindförluster etc., var under femårsperioden vid Visby flygplats 509 mm. Det var i genomsnitt något lägre än normalnederbörden under referensperioden 1961-90, som var 514 mm (SMHI). Högst var nederbörden under 1990/91, medan den var lägst året därpå (figur 12). Under ett normalår är nederbörden i genomsnitt 52 mm per månad under juli -januari medan den är lägre, 30 mm per månad, under februari -juni (figur 13). Femårsperioden 1989-94 kännetecknas av mildare vintrar än normalt utom vintern 1993/94 som var ovanligt kall. Årsavrinningen i Barlingbo varierade relativt lite mellan olika år, 172 till 244 mm.

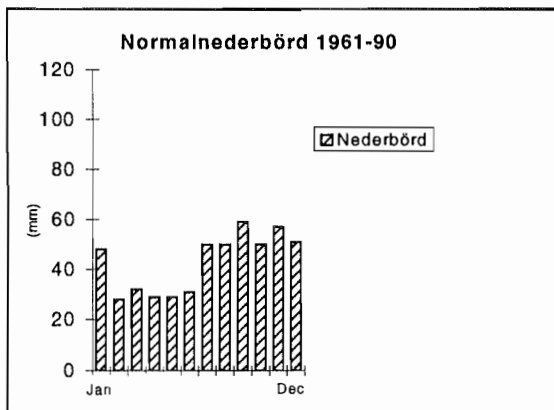


Figur 12. Nederbörd och avrinning

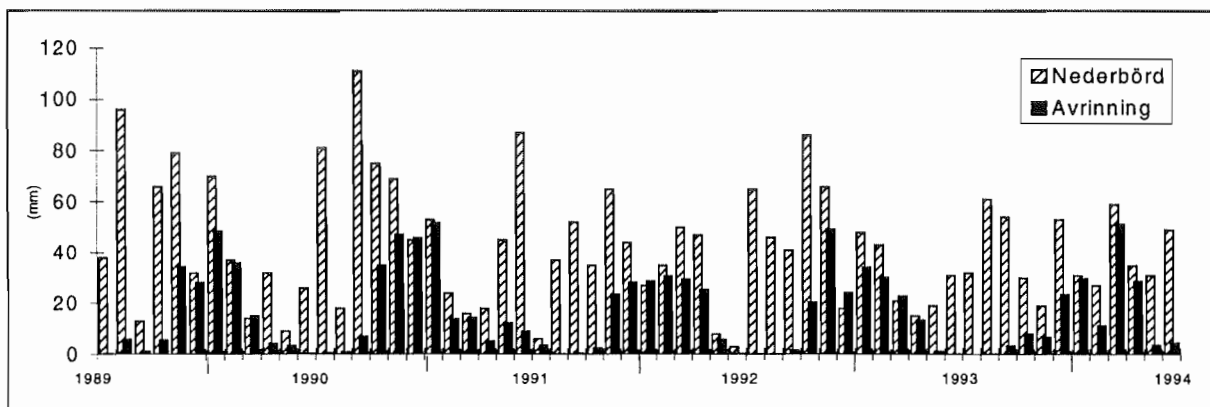
Årstidsvariationerna de fyra första åren var typiska för kustområden i södra Sverige med högst avrinning under vintermånaderna och utan den typiska vårflood som mellansvenska inlandsområden uppvisar (figur 14). Sommartid var avrinningen liten och vattendraget till och med uttorkat periodvis. Här inverkar det sommartorra klimat som råder på Gotland med hög avdunstning och relativt liten nederbörd

men avrinningsområdets ringa storlek medför också att vattendepåerna töms fortare än i ett större avrinningsområde.

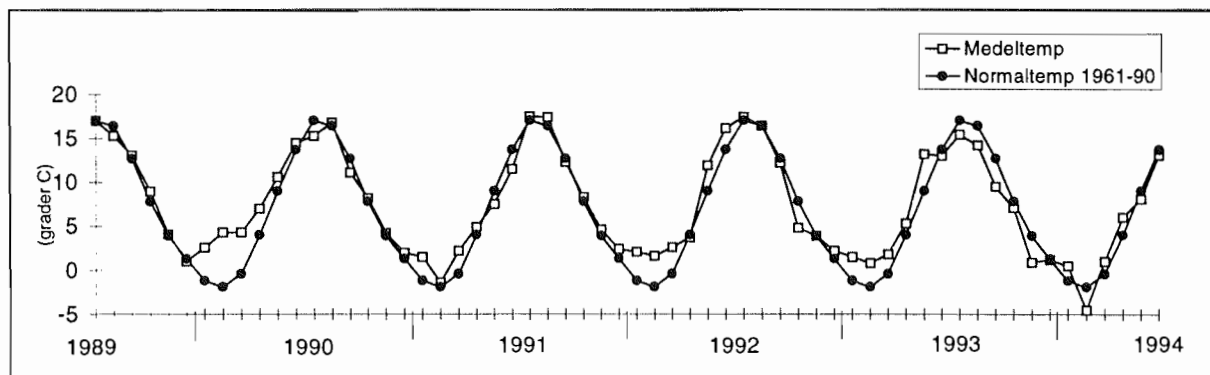
Under hösten minskar både vattenupptaget från växtligheten och avdunstningen samtidigt som både ytliga och djupare liggande vattenmagasin fyllts på av höstregnen. Nederbörd på senhösten medför därför en ökad avrinning. Så länge marken inte är frusen vilket den sällan är på Gotland sker avrinningen i samband med nederbörden. Vintrarna var under de fyra första åren i femårsperioden förhållandevis milda med medeltemperaturer över noll grader (figur 15) varför avrinningen blev relativt jämnt fördelad över vintern. Den sista vintern i femårsperioden var kallare än normalt och hade också ett annat avrinningsmönster än de föregående åren. Februari månad hade liten avrinning till följd av låg nederbörd och ovanligt kallt väder. I mars månad var temperaturen däremot högre än normalt och nederbörden hög vilket medförde att avrinningen blev årets största med femårsperiodens högsta flödestopp.



Figur 13. Normalnederbörd 1961-90 vid Visby flygplats.



Figur 14. Nederbörd vid Visby flygplats och avrinning (mm) i Barlingbo.



Figur 15. Månadsmedeltemperaturer 1989-94 och normaltemperaturer 1961-90 vid Visby flygplats.



Nedan ges en nederbörds- och avrinningskarakteristik för de fem åren inom undersökningssperioden:

**89/90:** Nederbörden, 512 mm, överensstämde väl med normalnederbörden för området. Avrinningen, 184 mm, var koncentrerad till vintermånaderna november-februari med högst avrinning i januari till följd av hög nederbörd. Under våren var däremot både nederbörd och avrinning liten.

**90/91:** Detta år var nederbörden högre än normalt och uppmättes till 642 mm. Nederbörden var högst i oktober-december. Avrinningen var något förskjuten i förhållande till nederbörden och var som högst i november-januari. Hög nederbörd i maj och juni medförde att avrinningen blev relativt stor dessa månader.

**91/92:** Den lägsta nederbördsmängden under femårsperioden, 409 mm, uppmättes detta år. Nederbörden var jämnt fördelad över året förutom sommarmånaderna maj, juni och juli som hade ovanligt låg nederbörd. Avrinningen, 180 mm, var likaså jämn utan större flödestoppar.

**92/93:** Nederbörden, 499 mm, var högst under hösten vilket resulterade i årets högsta avrinning i november. I december var däremot nederbörden ovanligt låg, de fyllda vattenmagasinen medförde ändå att avrinningen blev förhållandevis stor.

**93/94:** Nederbörden, 481 mm, var detta år annorlunda fördelad än för ett normalår. Istället för högre nederbörd under juli till januari var nederbörden i stort sett lika hög under hela året. Den relativt höga nederbörden i mars i kombination med snösmältning medförde att årets största avrinning skedde i denna månad.

För uppskattning av avrinningen i förhållande till tidigare år kan jämförelse göras med SMHI:s närliggande station Hørsne i Gothemsåns avrinningsområde (tabell 9). Barlingbo ligger inom detta område varför förhållandet i avrinning mellan olika år borde vara likartad i Barlingbo och Gothemsån. Vattenföringsmätningar har utförts sedan 1984 och medelårsavrinningen för perioden 1984-94 var 253 mm. 1989/94 var den något lägre i Gothemsån, 242 mm vilket antyder att även avrinningen i Barlingbo var något lägre än normalt.

Den relativt högre avrinningen i Gothemsån jämfört med Barlingbo kan bero på att Barlingboområdet är litet och förlorar en del vatten till djupare grundvatten som når ytvatten först utanför avrinningsområdet. Gothemsån som avvattnar ett betydligt större område, 34900 ha, har inte samma förluster av grundvatten från avrinningsområdet. Andra osäkerhetsfaktorer är att vattenföringen bestämts med modell liksom att det flacka områdets area varit svårbestämd. Vattenföringens variationer och storlek skall därför inte tolkas som exakta värden.

Tabell 9. Årsnederbörd vid SMHI:s station Visby flygplats, årsavrinning i Gothemsåns avrinningsområde, beräknad från SMHI:s vattenföringsdata vid station Hørsne samt årsavrinning i Barlingbo beräknad från simulerad vattenföring (HBV-modellen).

	Årsnederbörd (mm)	Årsavrinning (mm)	
	Visby flygplats	Gothemsån, 34900 ha	Barlingbo, 490 ha
89/90	512	251	184
90/91	642	274	244
91/92	409	216	180
92/93	499	226	199
93/94	481	245	172

# Koncentrationer i vattendraget

Flödesvägda årsmedelhalter, dvs medelvärden som är viktade med avseende på vattenföringens storlek, redovisas för kväve och fosfor samt suspenderat material och COD (Chemical Oxygen Demand) i tabell 10. Övriga konstituenterna redovisas som aritmetiska medelvärden. Noteras bör att dessa kan bli missvisande då de är medelvärden av uppmätta koncentrationer vid provtagningstillfällena och inte tar hänsyn till vattenföringens storlek mellan och vid provtagningstillfällena. Koncentrationernas variationer visas som min- och maxvärden i bilaga 3 och analysresultaten från provtagningarna i bilaga 4.

## Kvävehalter

Totalkvävehalten var i medeltal 10 mg/l och varierade mellan 0,4 och 26 mg/l under femårsperioden. Det första, tredje och fjärde året i perioden uppvisade likartade mönster i totalkvävehalterna med högst halter i oktober-november (figur 16). Nederbörd hade då börjat fylla på vattenmagasinen efter sommarhalvårets uttorkning och avrinningen ökade och förde med sig framförallt lättlösligt nitratkväve ut i vattendraget. Under de ovanligt milda vinternarna dessa år sjönk därefter kvävehalterna kontinuerligt fram till sommaren då vattendraget torkade ut och provtagningen upphörde.

Höga kvävehalter på hösten i avrinnande vatten uppkommer pga att kväve frigöres (mineraliseras) från det organiska materialet i marken efter skörd och jordbearbetning, främst under tidig höst. Stallgödselspridning på åkermark under hösten medför likaså att mar-

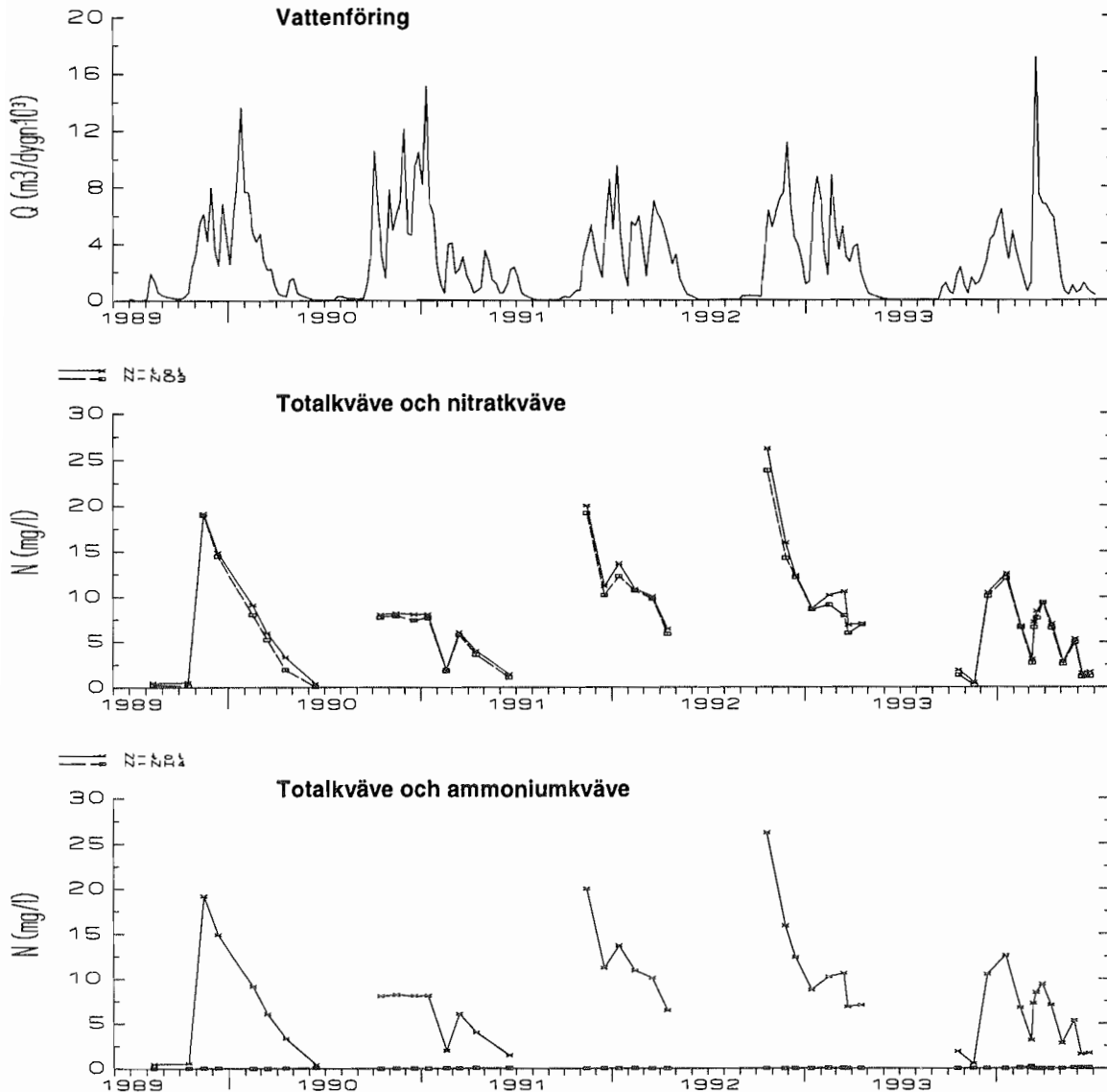
ken tillförs kväve som en eventuell gröda kanske inte kan utnyttja helt och hållet. Milda vintrar med otjälad mark medför dessutom att den biologiska aktiviteten kan fortgå och kväve fortsätter att mineraliseras. Den kontinuerliga utlakningen under vintern medför dock att mineralkvävehalterna i marken sjunker. Mineraliseringen håller inte jämna steg med utlakningen och därmed sjunker också halterna i vattendraget.

Det andra året i perioden hade de lägsta kvävehalterna. September månad var ovanligt regnig och medförde att avrinningen startade tidigt och blev stor. Kväve hade då inte hunnit ackumuleras i marken i samma grad som under de ovan beskrivna höstarna. Den stora avrinningen medförde även att utspädningen blev större och kvävehalten låg konstant kring 8 mg/l under oktober-januari. I februari månad när temperaturen var låg och nederbörden liten sjönk totalkvävehalten men ökade sedan igen när temperaturen steg. Sista året hade likaså låga totalkvävehalter. Under hösten var temperaturen lägre än normalt och nederbörden liten vilket medförde att jorden blev kall och torr. Mineraliseringen blev därför troligtvis lägre.

Totalkvävet utgjordes till största delen av nitratkväve (medelhalt 9,5 mg/l) vilket är vanligt i jordbruksdominerade avrinningsområden. Ammoniumkvävedelen var mycket låg med en medelhalt på 0,03 mg/l utan några tydliga årsvariationer vilket tyder på att inverkan av ammoniumkväve från källor som enskilda avlopp var liten eller att ammoniumkväve från dessa hunnit nitrifieras innan provtagningspunkten. Andelen organiskt kväve var likaså låg.

Tabell 10. Flödesvägda årsmedelhalter 1989/94 i Barlingbo, mg/l där inte annat anges. Kursiva värden avser aritmetiska medelvärden

	Flödesvägda medelhalter (mg/l)							Aritmetiska medelvärden							
	Tot-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Org-N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	Övr-P	Susp mtrl	COD (Mn)	Alka- linitet (mmol/l)	Konduk- tivet (mS/m)	Turbi- ditet (FNU)	Färg (mg Pt/l)	pH	Temp- eratur (°C)
89/90	11,0	10,4	0,03	0,6	0,099	0,088	0,011	5,1	5,6	5,1	80	1,9	20	8,0	6,8
90/91	6,9	6,5	0,03	0,4	0,102	0,086	0,016	6,5	5,7	5,1	70	3,1	24	7,9	6,2
91/92	11,6	10,9	0,02	0,7	0,087	0,073	0,014	5,8	4,5	4,6	69	1,5	20	7,9	3,2
92/93	13,7	12,4	0,03	1,3	0,092	0,074	0,018	6,2	6,2	4,1	62	4,2	25	8,0	3,7
93/94	7,6	7,2	0,03	0,4	0,080	0,065	0,015	5,0	5,1	4,7	68	1,8	21	7,9	4,8
Medel	10,2	9,5	0,03	0,7	0,092	0,077	0,015	5,7	5,4	4,7	70	2,5	22	7,9	4,9



Figur 16. Vattenföring ( $\text{m}^3/\text{dygn}$ ), totalkväve, nitratkväve och ammoniumkväve ( $\text{mg/l}$ ) i Barlingbo 1989/94.

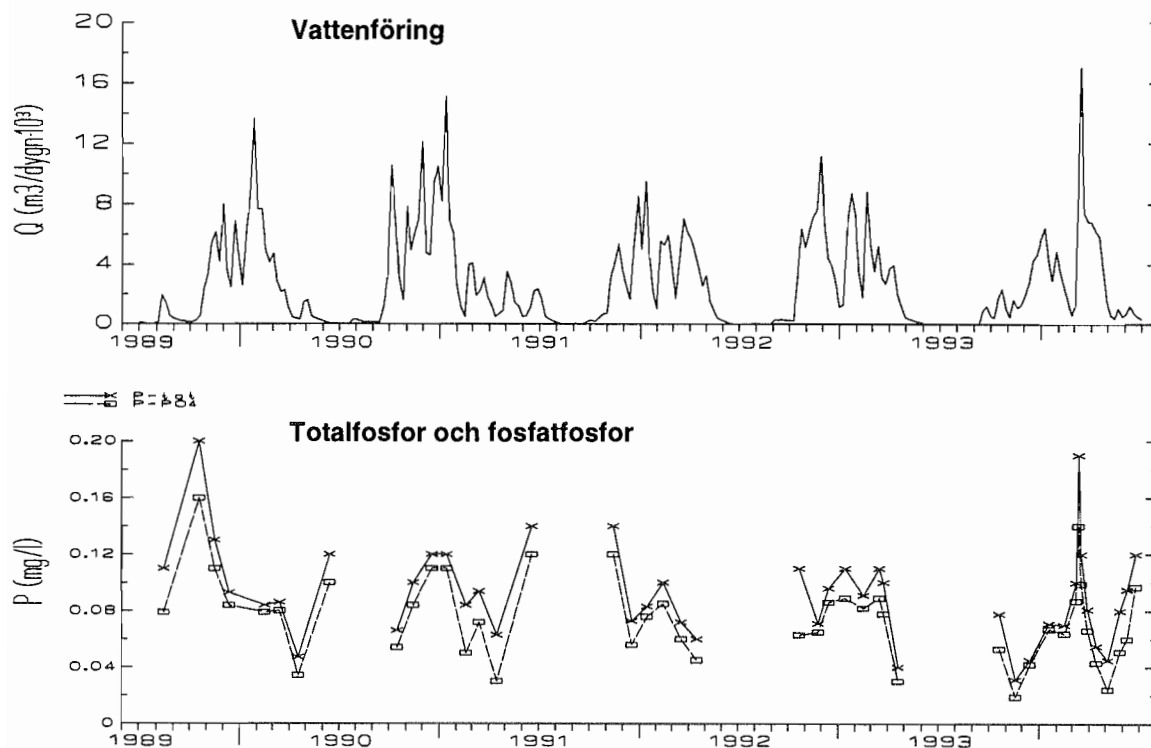
## Fosforhalter

Totalfosfor med en medelhalt på 0,09  $\text{mg/l}$  och en variation mellan 0,03 och 0,20  $\text{mg/l}$  uppvisade inte ett lika tydligt årsmönster som totalkvävehalten (figur 17). Förhöjda halter registrerades både under höglödes- och låglödessituationer.

Fosfatfosforhalten var vid i stort sett alla provtagningstillfällen endast något lägre än totalfosforhalten. Följdaktligen var andelen partikulärt fosfor låg. Den höga andelen fosfatfosfor kan ha flera orsaker. En förklaring kan vara utsläpp från enskilda avlopp eller andra punktkällor. En annan kan var utfrysning av fosfat från växtceller i grödorna på vintergrön

mark. Även om vintrarna var förhållandevis milda förekom kallare perioder med minusgrader i luften. Eftersom andelen vintergrön mark var hög och antalet ytvattenbrunnar som kan samla upp ytvatten med löst fosfat var stort, kan utfrysningen ha betydelse. Utfrysning av fosfatfosfor kan också ta vägen över makroporssystemet där den är förhållandevis skyddad mot fastläggning. Den höga andelen fosfatfosfor kan också bero på att fosforförlusterna främst sker som fosfatläckage genom jordprofilen.

En orsak till det komplexa sambandet mellan vattenföring och fosforhalter i Barlingbo kan vara att vattenföringen är beräknad med modell och inte helt överensstämmer med den momentana vattenföringen. Under april-maj



Figur 17. Vattenföring ( $m^3/dygn$ ), totalfosfor och fosfatfosfor ( $mg/l$ ) i Barlingbo 1989/94.

återkommer emellertid ett regelbundet mönster. Fosforhalten sjunker till ca  $0,04 mg/l$  för att sedan stiga drastiskt till nästa provtagningstillfälle i juni då samtidigt vattenföringen avtar. Den relativa andelen partikulär fosfor, både organiskt och oorganiskt bunden, har då ökat i vattendraget samtidigt som uttorkningen medfört att koncentrationen blivit högre. Likaså blir troligtvis inverkan av fosfor från olika punktkällor större under sommaren då läckaget från åkermark är litet.

En annan faktor som påverkar fosforhalten är fosfors tillgänglighet. Gotlands kalkiumrika berggrund och jordarter med pH över 7 i vattendragen medför att fosfor förenas med kalcium som apatit och kalciumfosfat och blir mer svårslösligt.

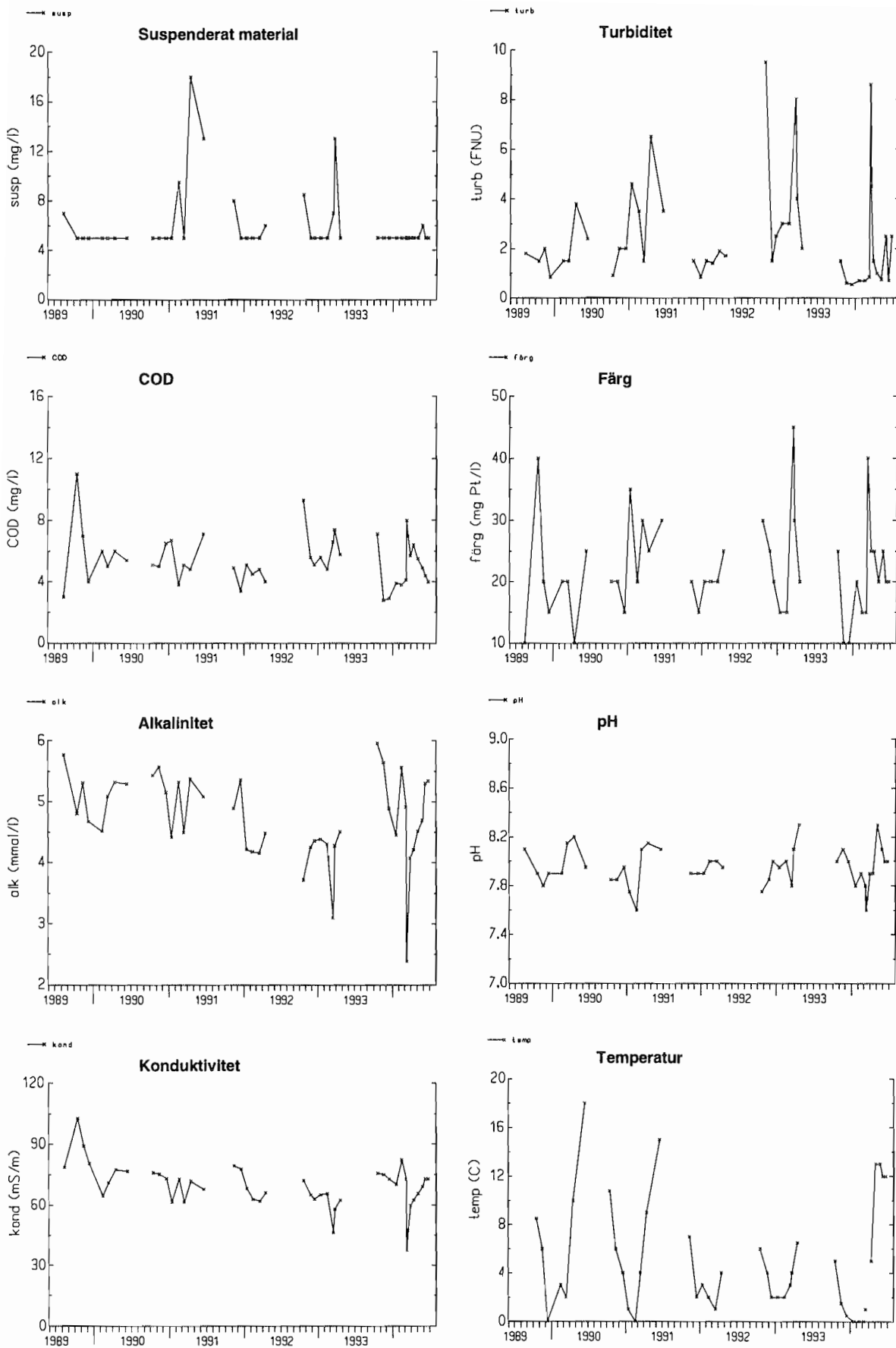
I lerjordsområden brukar vanligen halterna av fosfor i vattendragen öka när avrinningen är stor. Mer eller mindre partikelbunden fosfor sköljs då ut i vattendragen genom ytavrinning och via dräneringssystem. Barlingbo är emellertid flackt varför ytavrinningen blir liten. Likaså är jordarterna mindre erosionskänsliga. En annan process, inre erosion, kan dock vara verksam i denna typ av flacka, intensivt täckdikade områden. Denna försigår i markens makroporer, bl a i spricksystem, där partikelbunden fosfor genom den inre erosionen förs

ut i markvätskan. Omfattningen av denna process och dess inverkan på fosforhalten i vattendraget är dock inte möjlig att bedöma.

## Halter av övriga konstituenten

Halterna av suspenderat material var låga (figur 18). Troligtvis skulle halterna varit högre om en finare filterstorlek anpassad för ytvattnet i normalpåverkade vattendrag hade använts vid analysen. Vid de flesta provtagningstillfällena var halten under detektionsgränsen  $5 mg/l$ . Något förhöjda halter registrerades i början och slutet av somrarna när avrinningen var liten. Ett visst samband mellan halterna av fosfor och suspenderat material kan skönjas.

Halten av COD, ett mått på halten organiskt material, tenderade att vara förhöjd under hösten då organiskt material frigörs från marken efter skörd och jordbearbetning. Turbiditeten (bioturbationen) eller grumligheten som indikerar aktiviteten av bottenlevande djur och organismer följde halten av COD relativt väl. Turbiditeten innebär ofta en förbättrad syrgassituation, vilket ökar den mikrobiella aktiviteten och därigenom hastigheten för oxidation av organiskt material (Jansson & Broberg, opubl). Färgen, beroende av halten COD och järn visade också en samvariation med COD.



Figur 18. Halter av suspenderat material och COD (mg/l), alkalinitet (mmol/l), konduktivitet (mS/m), turbiditet (Formazin Nephelometric Unit), färg (mg Platina/l), pH och temperatur ( $^{\circ}$ C) i Barlingbo 1989/94.

Alkaliniteten, ett mått på halten av baser främst karbonat och vätekarbonat, följde pH relativt väl. Vid låg avrinning då grundvattnets inverkan på vattenkvaliteten blir större stiger alkaliniteten och pH. Eftersom mark- och grundvatten ofta är övermättat med CO<sub>2</sub> genom markorganismers respiration, påskyndas vittringen av mineral i berggrund och jordarter och vätekarbonat figurar. I Barlingbo där både

pH är högt och berggrund och jordarter kalkrika blir alkaliniteten hög. Likaså inverkar sommartid organismers assimilation, upptag av CO<sub>2</sub> och medför att pH stiger liksom alkaliniteten.

Konduktiviteten, vattnets salthalt, samvarierade också med alkaliniteten. Den kalkrika berggrunden medför att vattnet blir hårt och konduktiviteten hög.

## Materialtransporter

Vattenföring och materialtransporter från hela området varierade mellan olika år under femårsperioden (tabell 11). Årsmönstret var där-  
emot förhållandevis likartat med de största materialtransporterna höst, vinter och vår då vattenföringen likaså var som störst (figur 19). Sommartid var materialtransporterna små även om förhöjda koncentrationer av närsalter i vissa fall konstaterades i vattendragen. Medelårsförlusten från hela området av totalkväve var 20 kg/ha medan nitratkväveförlusten var 18 kg/ha. Totalfosforförlusten var 0,18 kg/ha.

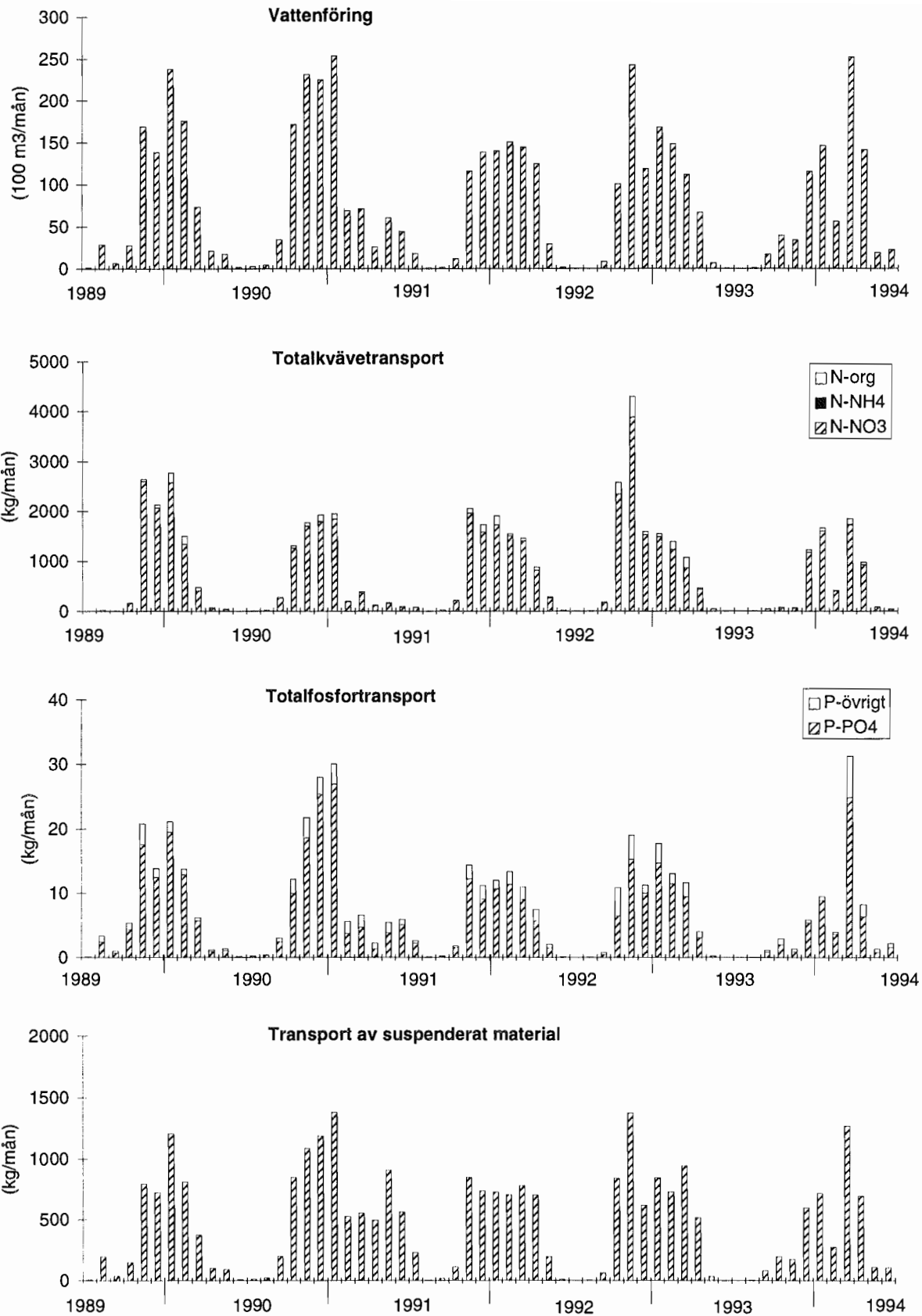
### Kvävetransporter

Kvävetransportens storlek är beroende av flera faktorer som avrinningens storlek och fördelning över året, marktemperatur och kvävehalt i marken vid avrinningsperiodernas början på hösten. Eftersom kväveförluster i huvudsak sker genom utlakning av nitratkväve genom markprofilen kan en kontinuerlig avrinning medföra betydande förluster. Likaså inverkar marktemperaturen till att markorganismerna blir mer aktiva under milda vintrar och mineraliseringen av organiskt kväve till utlaknings-

bart mineralkväve kan fortgå under hela hösten-vintern. De år vintrarna var milda och vattenföringen jämn som åren 1991/92 och 1992/93 var följdaktligen kväveläckagen som störst. Mineralkväve frigjordes då under hela vintern och den jämna avrinningen medförde att kvävet kontinuerligt sköljdes ur markprofilen ut i vattendraget. Vintern 1989/90 var likaså mild men avrinningen var detta år koncentrerad till några få månader kring årsskiftet. Senare under vintern var avrinningen liten och mineraliserat kväve utlakades från marken i mindre omfattning. Samma förhållande med koncentrerad avrinning syntes året därpå. Avrinningen och kväveläckaget var då som störst på hösten. Under vintern var däremot både temperaturen låg och avrinningen liten vilket medförde att också kväveläckaget blev mindre. Både den koncentrerade avrinning till hösten och en kall vinter medförde att kväveläckaget detta år blev det näst lägsta under femårsperioden trots att vattenföringen var som störst detta år. Inverkan av låg vintertemperatur och ojämnt fördelad vattenföring visade sig också 1993/94 då kvävetransporten var den minsta under hela perioden trots att vattenföringen inte var utmärkande låg.

Tabell 11. Årstransporter 1989/94 i Barlingbo (kg) och årsvattenföring (m<sup>3</sup>).

	Vattenföring	N tot	N NO <sub>3</sub>	N NH <sub>4</sub>	P tot	P PO <sub>4</sub>	Suspenderat material	COD (Mn)
89/90	899.000	9810	9227	27	88	78	4511	5002
90/91	1197.000	8248	7784	32	122	103	7792	6839
91/92	880.000	10220	9595	18	77	64	5073	3983
92/93	973.000	13189	11994	29	89	71	5968	5987
93/94	845.000	6464	6098	28	68	55	4241	4278



Figur 19. Vattenföring (1000 m<sup>3</sup>/månad) samt transporter av totalkväve, nitratkväve och ammoniumkväve, totalfosfor och fosfatfosfor och suspenderat material (kg/mån) i Barlingbo 1989/94.

Kväveförlusterna förekom nästan enbart i form av nitratkväve. Endast 0,3% var ammoniumkväve medan 6% var organiskt kväve. Detta samband visar att kväveförlusterna i hög grad sker genom nitratläckage från mark. Mest känsliga för kväveläckage är sandjordar. Eftersom en del av jordarterna kring huvudfåran är sandiga kan dessa ha inverkan på kväveförlusterna.

Initialkvävehalten i marken inverkar som tidigare sagt också på kväveläckaget. Om stallgödselspridningen varit omfattande under hösten och om stora mängder organiskt material har frigjorts från åkermarken som vid vallbrott kan kväveförlusterna öka. Inventeringen från området gäller emellertid bara ett år i perioden, varför det inte går att se några samband mellan bruksningsåtgärder och kväveläckage enskilda år.

## Fosfortransporter

Fosfortransporterna var koncentrerade till perioder med stor vattenföring som hösten 1990 och mars 1994. Sommartid och vid liten vattenföring var transporterna små trots att koncentrationerna kunde vara höga i vattendraget. Till skillnad mot kväveförluster sker förlusterna av fosfor mer tillfälligt i samband med kraftig avrinning. Finkornigare jordar är oftast känsligare än vad grövre jordar är för förluster av partikelbunden fosfor. Inom avrinningsområdet dominerar moränlättnor och inslaget av

sandjordar kring vattendraget och den plana topografin inverkar troligen till att fosforförlusterna genom yterrosion blev mindre. Den relativt stora fosfatfosforandelen visar att förlusterna i huvudsak sker som fosfatläckage från åkermark och punktkällor. Ett tätare provtagningsintervall hade möjligen medfört att fosfortransporten blivit större eftersom höga koncentrationer i högflödestoppar i större utsträckning då skulle ha tagits med i beräkningarna. Inverkan av fosforläckage från punktkällor som enskilda avlopp är svåra att urskilja då vattendraget var mer eller mindre uttorkat under sommarmånaderna.

## Transport av suspenderat material

Transporten av suspenderat material var liten. Totalkvävetransporten var nära dubbelt så hög vilket är ovanligt. Orsaken är sannolikt det grövre filter som användes vid filtreringen av suspenderat material och därmed lämnade kvar för lite material för analysen. De låga transporterna har även andra naturliga förklaringar. Den plana topografin liksom inslaget av sandjordar i vattendragets närhet medför att erosionen av suspenderat material blir liten. Förhållandet mellan transporten av suspenderat material och fosfor är likartat mellan olika år och visar på att transporterna av dessa följer varandra.

# KÄLLFÖRDELNING

Olika källors bidrag till växtnäring förlusterna från avrinningsområdet har skattats genom att schablonberäkna förlusterna från punktkällor som enskilda avlopp och gödselvårdsanläggningar samt skog och övrig mark. Förlusterna från åkermark utgör en beräknad differens mellan områdets totala förluster och de schablonberäknade förlusterna. Eftersom schablonerna för punktkällorna inte tar hänsyn till avrinningen och andra områdesspecifika fakto-

rer och skogsschablonerna endast grovt kompenenserats för avrinningen skall de endast ses som uppskattningar.

## Enskilda avlopp och gödselvårdsanläggningar

Avloppsanläggningarna och djurstallarna i avrinningsområdet var till största delen belägna i den övre delen av området. Läckaget av



kväve och fosfor från dessa har beräknats (se inventeringsdelen) till 151 kg respektive 24 kg kväve och 41 kg respektive 4 kg fosfor. Det beräknade bidraget av fosfor från punktkällorna kan emellertid vara överskattat. Eftersom det schablonberäknade bidraget från punktkällorna gäller vid utsläppet till vattendraget sker sannolikt en viss retention eller fastläggning av fosfor mellan utsläppet och provtagningspunkten i den nedre delen av avrinningsområdet. Likaså bidrar troligtvis det relativt höga pH värdet till utfällningar av olika fosforföreningar i vattendraget. Retentionen av fosfor på det schablonberäknade bidraget från reningsanläggningar och gödselvårdsanläggning har därför antagits vara 25%.

### Skog och övrig mark

Läckaget av totalkväve och totalfosfor från skogsmark olika år har beräknats genom att utnyttja sambandet mellan vattenföring och vattendragens transport av näringsämnen i några skogsmarksdominerade älvar i norra Svealand och Norrland (Löfgren och Olsson, 1990). Den gotländska skogen har ungefär samma bonitet eller bördighet som dessa skogar och antas därför läcka näringsämnen i motsvarande grad. I Barlingbo avrinningsområde antas däremot kväveläckaget från skog till vattendrag vara tre gånger högre då ca 1/3 av skogen användes som bete och därför troligtvis har ett högre kväveläckage. Förlusterna av totalkväve har på detta sätt beräknats variera kring 2 kg per ha och år (tabell 12). Fosforförlusterna har endast fördubblats i beräkningarna då fosfor från djurens gödsel inte påverkar läckaget i samma grad. Fosforläckaget har på detta sätt beräknats ligga runt 0,066 kg per ha och år. Som jämförelse kan nämnas att arealförlusterna från skogsmark som avvattnas till Östersjön är beräknade till 1,0 kg kväve och 0,032 kg fosfor per ha och år som genomsnitt

Tabell 12. Beräknade förluster av kväve och fosfor från skogsmark och övrig mark i Barlingbo avrinningsområde 1989-94

	Förluster (kg/ha)					Medelvärde 89-94
	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	
Totalkväve	1,9	2,5	1,9	2,1	1,8	2,0
Totalfosfor	0,060	0,096	0,056	0,070	0,050	0,066

under åren 1969-87 (Löfgren och Olsson, 1990).

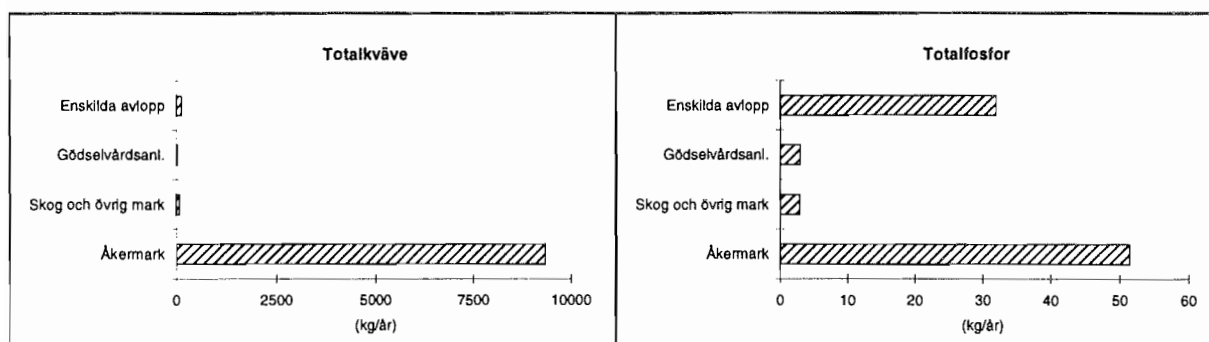
Förlusterna från övrig mark såsom tomtmark, vägar och impediment antas vara densamma som från skogsmark.

### Förluster från olika källor

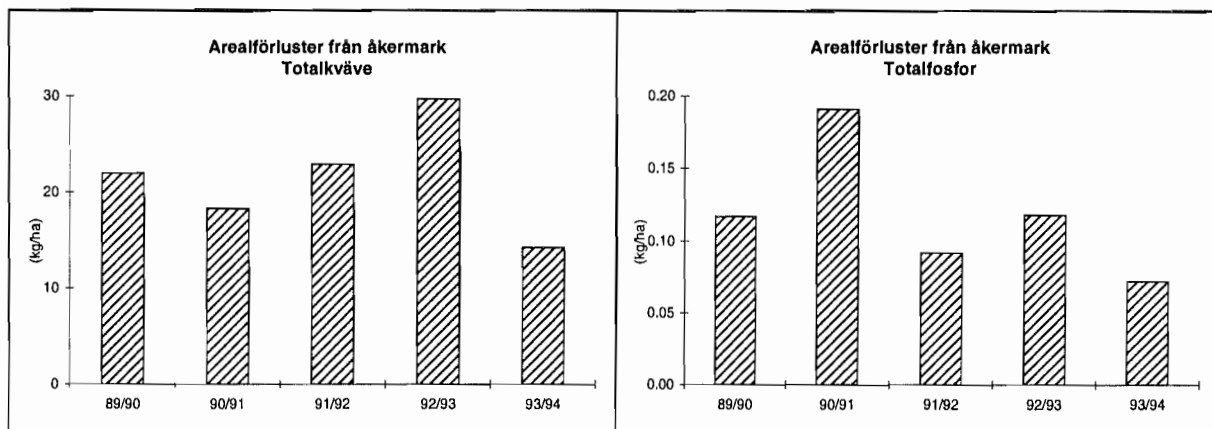
Den beräknade förlusten av totalkväve från åkermark utgjorde nästan hela kväveförlusten från avrinningsområdet (figur 20). Den stora andelen åkermark, 90% av avrinningsområdets areal, hade här stor inverkan på kväveförlusterna. Likaså har de relativt lättgenomsläppliga jordarna betydelse för kväveläckaget från åkermarken.

Totalfosforförlusten från åkermark var ca hälften av områdets fosforförlust medan den var kring 40% från enskilda avlopp. De lättare jordarna medför att fosforförlusterna blir lägre än på en mer styv lera till skillnad mot kväveförlusterna som minskar på en styvare jord. Berggrundens och jordarternas höga kalciuminnehåll medför också att lösligheten av fosfor blir mindre. Den stora andelen fosfatfosfor visar att fosforförlusterna främst skedde som läckage och att andelen fosfor förlorad genom erosion var liten. Läckaget från punktkällor är i detta sammanhang betydande.

Gödselvårdsanläggningar samt skog och övrig mark inverkade i liten grad på både kväve- och fosforförluster.



Figur 20. Beräknade årstansporter av totalkväve och totalfosfor (kg) från olika källor i Barlingbo 1989/94.



Figur 21. Beräknade arealförluster av totalkväve och totalfosfor (kg/ha) från åkermark i Barlingbo 1989/94.

### Arealförluster från åkermark

Arealförlusterna från åkermark utgör en beräknad differens mellan områdets totala förluster och förluster från schablonberäknade källor. Kväveförlusterna var förhållandevis stora, 21 kg per ha och år medan fosforförlusterna var måttliga, 0,12 kg per ha och år under femårsperioden. Arealförlusterna varierade bla beroende på avrinningens storlek olika år. För kväveförlusterna hade även avrinningens fördelning över året och marktemperaturen stor betydelse. Arealförlusten 1992/93, vilken var den största under femårsperioden berodde sannolikt på att avrinningen var jämnt fördelad över året och vintern mild vilket medförde att utlakningen blev stor (figur 21). Året därpå blev arealförlusten hälften så stor trots att avrinningen endast var obetydligt lägre. Den ovanligt kalla vintern och den ojämna avrinningen medförde troligtvis att förlusterna blev

så pass låga. Odlingsåtgärder kan naturligtvis inverka men då inventeringen endast gäller för det sista året kan ingen jämförelse göras med föregående år. Möjligen kan andelen vintergrön mark ha varit högre än normalt.

Fosforförlusterna följde på ett mer proportionerligt sätt årsavrinningen än vad kväveförlusterna gjorde. När avrinningen var stor 1990/91 var även fosforförlusterna det. Samma förhållande gällde 1993/94 då avrinning och fosforförluster istället var mindre. Den stora variationen mellan olika år beror på att avdraget för punktkällors bidrag inte kompenseras för avrinningens skillnad mellan åren. Eftersom punktkällornas bidrag var så stort får felkattningar stor inverkan på den beräknade arealförlusten. Likaså får inte odlingsåtgärderna lika stor betydelse för fosforförlusterna då läckaget från enskilda avlopp beräknats vara så stort.

## JÄMFÖRELSE MED ANDRA AVRINNINGSSOMRÅDEN

Arealförlusterna från åkermark i Barlingbo jämförs nedan med arealförlusterna från några andra jordbruksdominerade avrinningsområden i Götaland under samma femårsperiod. Områdena i Malmöhus län har liksom Barlingbo kalkrika moränjordar av lättlera- och morkaraktär (tabell 13). I Kristianstads län är av-

rinningsområdets jord närmast sandig medan den i Östergötlands län är av lättjordstyp med lerinslag. I Skaraborgs län är den dominerande jordarten mellanlera. Andelen åkermark var kring 90% i avrinningsområdena och vintergrön mark utgjorde 50% eller mer av åkerarealen.

Tabell 13. Jordarter, markanvändning och gödsling i olika typområden på jordbruksmark 1989/94 (delvis efter Ulén, 1994a, b, c)

	Dominerande jordart	Areal (ha)	Åkermark (% av arealen)	Vintergrön mark (% av åkerarealen)	Kvävegödsling (kg/ha)	Fosforgödsling (kg/ha)
<i>Gotlands län</i>						
Barlingbo	moränlättilera	490	89	67	108*	13*
<i>Malmöhus län</i>						
Vemmenhögsbäcken	moränlera	890	95	55	130	-
Snogerödsbäcken	moränmo/moränlera	720	90	-	-	-
Lybybäcken	moränmo/moränlera	1520	89	-	-	-
<i>Kristianstads län</i>						
Köpingebäcken	lättjord	180	>90	-	-	-
<i>Östergötlands län</i>						
Marstad	lättjord m. lerinslag	1680	89**	ca 50	121	23
<i>Skaraborgs län</i>						
Uveredsbäcken	mellanlera	813	91**	59	-	-

\* Medeltal över hela åkerarealen

\*\* Inklusive betesmark

Lättare jordar som mo och lättilera är mer genomsläppliga i jämförelse med mjälajordar och styvare leror. Nitratkväveläckaget brukar därför bli högre på den lättare jorden än på en mer finkornig jord. Förlusterna av fosfor brukar däremot bli lägre. På en styvare jord sker fosforförlusterna i högre grad i kollodial och partikelbunden form medan fosforförlusterna på en lättare, grovkornigare jord huvudsakligen sker genom fosfatläckage.

Avrinningen i Barlingbo och de andra avrinningsområdena uppvisade ett relativt likartat

mönster med jämn avrinning under hela vintern och utan typisk höst- och vårflood. I Barlingbo och Uveredsbäcken var avrinningen mer lika mellan åren medan den i övriga områdena uppvisade stora variationer (tabell 14).

Kväveförlusterna från åkermark i Barlingbo var relativt stora liksom från områden med likartade jordarter. Fosforförlusterna var däremot inte speciellt stora. De större förlusterna av fosfor från avrinningsområdena i Skåne kan bero på att läckage från punktkällor inverkar på fosfortransporten i vattendraget.

Tabell 14. Avrinning (mm) samt kväve- och fosfortransporter (kg/ha) från några jordbruksdominerade avrinningsområden i Götaland. Observera att för avrinningsområdena i Malmöhus och Kristianstads län gäller transporter för hela avrinningsområdena utan korrigering för förluster från skog och punktkällor medan transporter från Gotlands, Östergötlands och Skaraborgs län gäller för åkermark med olika avdrag för punktkällors inverkan

	Avrinning (mm)		Totalkvävetransport 1989/94 (kg/ha)		Totalfosfortransport 1989/94 (kg/ha)		Anm.
	Variationer	Femårsmedelvärde	Variationer	Femårsmedelvärde	Variationer	Femårsmedelvärde	
<i>Gotlands län</i>							
Barlingbo	172 - 244	196	14 - 29	21	0,07 - 0,19	0,12	*
<i>Malmöhus län</i>							
Vemmenhögsbäcken	223 - 428	290	15 - 34	25	0,23 - 0,60	0,33	**
Snogerödsbäcken	145 - 427	238	16 - 30	23	0,14 - 0,53	0,29	**
Lybybäcken	202 - 360	266	30 - 43	36	0,20 - 0,21	0,23	**
<i>Kristianstads län</i>							
Köpingebäcken	77 - 394	154	10 - 52	21	0,02 - 0,15	0,05	**
<i>Östergötlands län</i>							
Marstad	61 - 197	96	5 - 20	11	0,03 - 0,17	0,06	***
<i>Skaraborgs län</i>							
Uveredsbäcken	209 - 290	244	9 - 16	12	0,18 - 0,62	0,40	*

\* Åkermark

\*\* Förluster från hela avrinningsområdet, inget avdrag för punktkällor.

\*\*\* Åkermark inklusive jordbrukets punktkällor (avlopp från mjölktrum och läckage från gödselstäder)

# DISKUSSION

De årliga transporterna av närsalter från Barlingbo avrinningsområde var i genomsnitt av totalkväve 20 kg/ha och av totalfosfor 0,18 kg/ha. Den beräknade arealförlusten från åkermark var 21 kg kväve per ha vilket är jämförbart med kväveförlusterna från andra områden med liknande förhållanden som jordart och klimat. Fosforförlusten från åkermark beräknades till 0,12 kg per ha vilket är måttligt i jämförelse med liknande områden. Förändringar i närsalttransporter är däremot svåra att urskilja under femårsperioden. Eftersom väderleksförhållandena olika år, som avrinning och temperatur, ger stora skillnader i transporter kan de vara svåra att skilja från förändringar till följd av åtgärder. Det tar dessutom tid innan effekter av åtgärder blir tydliga. Framförallt gäller detta åtgärder inom jordbruket som exempelvis mer behovsanpassad gödsling och övergång till odlingsformer som ökar andelen grön mark. För att utvärdera effekten av förändrad odling på växtnäringsförluster krävs därför långa tidsserier med kontinuerlig uppföljning av odlingen.

## Förluster från jordbruksmark

Förlusterna av kväve och fosfor påverkas av många faktorer, bla har jordarten stor betydelse. Lättare jordar som den dominerande moränlätteren i Barlingbo är mer genomsläppliga och har ett större läckage av kväve jämfört med en styvare lerjord. För fosfor är istället förhållandet det motsatta med mindre förluster på lättare jordar eftersom den grovkornigare jorden både är mindre känslig för erosion och har mindre mängd fosfor i kolloidal och partikelbunden form. Förlusterna sker därför främst som läckage av nitratkväve och fosfatfosfor genom jordprofilen. Barlingbo avrinningsområde är dessutom flackt vilket också inverkar till att fosforförlusterna genom erosion blir små.

Väderleken har även betydelse för närsaltsförlusterna. Milda vintrar som de flesta vinternarna under femårsperioden i Barlingbo, kan mineraliseringen av kväve fortgå under hela vintern vilket ökar kväveförlusterna. Av betydelse är också jordbearbetningens tidpunkt. Eftersom jordbearbetning ökar omsättningen

av skörderester i marken kan en sen höstplöjning eller ännu hellre vårplöjning, minska mineraliseringen och läckaget av kväve under vintern. För fosforförlusterna inverkar istället kalla vintrar då utfrysning av fosfat från grödor på vintergrön mark kan ske. Möjligen har utfrysning haft en viss inverkan i Barlingbo eftersom andelen vintergrön mark var hög liksom andelen ytvattenbrunnar som kan samla upp avrinnande fosfat. Generellt har emellertid grön mark reducerande effekt på närsaltsförlusterna.

Under år med stor avrinning blir förlusterna av både kväve och fosfor större än under år med liten vattenföring. Fosforförlusterna är dessutom i högre grad än kväveförlusterna koncentrerade till höglödesperioder då framförallt partikelbunden fosfor förs ut i vattendragen. I Barlingbo är emellertid vårfloden liten liksom erosionen varför förlusterna av partikelbunden fosfor blir små. Den stora andelen fosfatfosfor i förhållande till totalfosfor visar också detta liksom att transporten av suspenderat material var liten. Avrinningen på Gotland är dessutom relativt liten i förhållande till nederbörden då Gotland har ett sommar-torr klimat med stor avdunstning.

Odlingen inverkar även på kväve- och fosforförlusterna men då inventeringen endast gäller för 1993/94 kan jämförelser inte göras mellan enskilda år. Möjligen kan andelen vintergrön mark ha varit högre än normalt detta år då arealen med sockerbetor var stor. Enligt länsstyrelsens uppgifter om området är även potatis en viktig gröda men andelen potatis var låg enligt inventeringen. De år mer potatis odlas blir säkerligen förlusterna av kväve större då potatisen har ett stort näringsbehov och lättomsättbara skörderester, dessutom brukar potatis odlas på urlakningskänsliga jordar.

Areförlusterna från åkermark utgör en beräknad differens mellan den totala transporten från området och det schablonberäknade bidraget från andra källor inom området. Beräkningsmetoden innebär att skattningen kan bli osäker, framförallt för fosfor. Med hjälp av växtnäringsbalanser för gårdarna i området skulle växtnäringsflöden från jordbruket till vattendragen kunna uppskattas vilka skulle vara intressanta att jämföra med den beräknade

restposten för åkermark. I jämförelse med den beräknade fosforförlusten från skog, 0,07 kg/ha, var fosforförlusten från åkermark knappt dubbelt så stor, 0,12 kg/ha vilket kan vara möjligt med tanke på jordart, topografi och avrinning.

### **Vattenföringsmätningar och provtagning**

Eftersom provtagningen i Barlingbo endast utfördes en gång per månad har troligen flera höglödestoppar inte provtagits. Det är därför troligt att de verkliga förlusterna av fosfor var högre än de beräknade även om både vårflo den och erosionen är liten i området. Vid jämförelse med andra avrinningsområden i Sverige med tätare provtagningsintervall kan möjligen de beräknade förlusterna i Barlingbo vara låga. Det säkraste sättet att få riktiga fosforhalter är att använda en flödesproportionell provtagningsutrustning som automatiskt tar vattenprover med ett bestämt flödesintervall. Jämförelser mellan manuell och flödesproportionell provtagning visar att den manuella provtagningen kan ge betydande underskattningar av fosfortransporten (Torstensson, 1992). Inom övervakningsprogrammet Typområden på jordbruksmark, utförs enbart manuell provtagning varför jämförelser mellan olika områden borde bli korrekt.

### **Belastning på recipient från punktkällor**

Fosfor från enskilda avlopp beräknades till närmare 50% av den totala fosfortransporten från Barlingbo men eftersom punktkällorna var få och huvudsakligen låg i den borte delen av området antogs retentionen, fastläggningen av fosfor i vattendrag, vara 25%. Den stora andelen fosfatfosfor i vattendraget kan tyda på att inverkan från avlopp är stor men som tidigare nämnts inverkar också faktorer som jordart och topografi till den stora fosfatandelen i vattnet. Med kännedom om hur stor del av hushållen som använder fosfatfria tvätt- och rengöringsmedel skulle beräkningen av belastningen från de enskilda avloppsanläggningarna bli säkrare. Det kan också vara så att fosfat fastläggs i vattendragets sediment och därför inte når provtagningspunkten. Eftersom fosfor ofta är det begränsande näringsämnet för biologisk omsättning i vattendrag och sjöar

är det ändå av största vikt att fosforutsläppen är så låga som möjligt. Belastningen påverkas både av de enskilda avloppens typ och ålder. Slamavskiljare, vilket används som enda reningsmetod för drygt hälften av de enskilda avloppen reducerar endast 15 % av fosfor i avloppsvattnet. Reningsförmågan hos en markbädd är däremot beroende av dess ålder, en nyanlagd bädd har en fosforreningsgrad på 80 % medan den minskat till 25 % efter 10 år (SNV, 1987). Det fosforreducerande sandmaterialet i bädden förnyas sällan vilket medför att en äldre bädd knappast är så mycket effektivare än en slamavskiljare. En effektiv metod att reducera fosforutsläppen från befintliga reningsanläggningar är att använda rengöringsmedel med lågt fosforinnehåll då 60 % av fosfor från ett hushåll kommer från disk- och tvättmedel. I framtiden bör en övergång ske till källseparerande toalett- och avloppssystem.

### **Betydelse för recipienten och förslag på åtgärder**

De stora närsaltstransporterna vintertid är av betydelse för vattenkvaliteten i nedströms liggande vattendrag och framförallt havet. Däremot betyder närsaltstransporterna mindre för vattendraget i Barlingbo då uppehållstiden under vintern är kort och vattentemperaturen låg. Det lättlösliga kvävet förs ut i havet och påverkar vattenkvaliteten där medan fosfor omsätts av växter och organismer i vattendragen eller sedimenterar i bäckfårorna.

Då förlusterna från åkermark i Barlingbo främst sker som nitrat- och fosfatläckage genom markprofilen har åtgärder på åkermarken stor betydelse. Behovsanpassning av gödslingen är viktig. Växtnäring som inte kommer grödorna till godo förloras lätt till vattendraget. Av inventeringen framgår att spannmål fick mer handelsgödselkväve i Barlingbo än genomsnittet för hela Gotland. Givorna av handelsgödsel fosfor var däremot något lägre i Barlingbo. Djurtätheten var emellertid låg varför spridningen av stallgödsel var mindre än för övriga Gotland. Valet av gröda inverkar också på kväveläckaget, med åtgärder som högre grad av vintergrön mark minskar förlusterna. Mest effektiva för att reducera kväveläckaget vintertid är fånggrödor, vall och sockerbetor. För att minska mineraliseringen av kväve under vintern är det också viktigt med jordbearbetning sent på hösten eller om möj-

ligt på våren. Kantzoner har även betydelse, främst för att minska förluster av partikelbunden fosfor genom ytavrinning.

Den bevattningsdamm som finns i området har en utjämnande och reducerande effekt på vattenföringen, vilket troligen inverkar till att förlusterna av kväve och fosfor blir mindre från Barlingbo. Vid högflöde under hösten då transportererna av kväve och fosfor är stora fylls dammen på med vatten från vattendraget. Transporterna från Barlingbo blir därmed mindre på hösten. Sommartid när vattnet används för bevattning återförs den näring som inte omsatts i dammen till åkermarken. Vattnet avdunstar emellertid till största delen och når endast i liten grad till vattendraget. Bevattningen bidrar dessutom till att växterna lättare

kan ta upp näringsämnen i marken vilket resulterar i att mindre mängd lättlöslig näring är kvar i marken som kan läcka ut när avrinningen ökar på hösten.

I aktionsprogrammet Natur '90 (SNV, 1990) sattes kvalitetsmål upp för närsaltsförluster från åkermark vilka skulle gälla på längre sikt. Vid en avrinning på 300 mm/år skulle de årliga arealförlusterna från åkermark inte överstiga 15 kg N/ha och 0,15 kg P/ha. Barlingbo som har en avrinning kring 200 mm/år bör då ha lägre förluster (10 kgN och 0,10 kgP per ha och år). Kväveförlusterna i Barlingbo 1989/94 var då dubbelt stora jämfört med målsättningen medan fosforförlusterna överensstämde relativt väl med målsättningen.

## SAMMANFATTNING

Barlingbo avrinningsområde på Gotland har undersökts och utvärderats med avseende på vattenkvalitet och arealförluster under femårsperioden 1989-94. Området är 490 ha stort och åkermark utgör 89% av arealen. Dominerande jordart är moränlättilera. Vattenprov har tagits en gång per månad utom sommartid då vattendraget varit uttorkat. Vattenföringen har av SMHI simulerats med en modell (HBV). Odling och fastigheter inventerades för växtodlingsåret 1993/94.

Medelårsavrinningen, 196 mm/år, var liten i förhållande till nederbörden, 509 mm/år, men normal för Gotland.

Den flödesvägda årsmedelhalten av totalkväve var under femårsperioden 10,2 mg/l medan nitratkvävehalten var 9,5 mg/l. Totalfosforhalten var 0,092 mg/l och fosfatfosforhalten 0,077 mg/l.

Årsmedeltransporterna av totalkväve, 20 kg/ha och totalfosfor, 0,18 kg/ha, var jämförbara med transportererna från andra områden med liknande förhållanden.

De beräknade kväveförlusterna från åkermark var 21 kg/ha, vilket är i samma storleksordning som förlusterna från likartade områden. Dock överstiger kväveförlusterna den allmänna målsättning som angivits för kväveläckage från åkermark. Fosforförlusterna från åkermark, 0,12 kg/ha, var måttliga jämfört med förlusterna från andra jordbruksdominerade områden i Sverige och godtagbara i förhållande till målsättningen. Den relativt genomsläppliga moränlättileran bidrar till att nitratläckaget blir större och fosforförlusten mindre i förhållande till en mer styv lera.

Från hela avrinningsområdet uppskattades åkermarkens kvävebidrag utgöra nästan hela totalkvävetransporten medan åkermarkens fosforbidrag var ca hälften av totalfosfortransporten. Punktkällor som enskilda avlopp och gödselvårdsanläggningar hade liten inverkan på totalkvävetransporten. Fosfor från framförallt enskilda avlopp hade däremot betydelse och schablonberäknades till 40 % av totalfosfortransporten under femårsperioden.

Odlingens inverkan på förlusterna av kväve och fosfor enskilda år kan inte bedömas då

inventeringen endast gäller för 1993/94. Möjligt var andelen vintergrön mark, 67%, högre än tidigare år.

Resultat av genomförda åtgärder för att minska växtnäringsförlusterna är svåra att urskilja under femårsperioden. Eftersom väderleksförhållandena olika år ger stora skillnader i transporter kan de vara svåra att skilja från förändringar till följd av åtgärder. Visserligen var både totalkväve- och totalfosforförlusterna minst under 1993/94 men avrinningen

var likaså lägst detta år. Vintern var dessutom ovanligt kall vilket medförde att mineraliseringen av kväve blev liten. Det tar dessutom tid innan effekter av åtgärder blir tydliga. Framförallt gäller detta jordbrukets påverkan som exempelvis mer behovsanpassad gödning, etablerandet av skydds-zoner kring vattendrag och anpassade odlingformer som ökar andelen grön mark. Därför är fem år i dessa sammanhang en relativt kort period.





# REFERENSER

## Litteraturförteckning

- Andersson, Ragni. 1992. *Slam från enskilda avlopp - hot eller resurs i ekologiskt lantbruk*. Institutionen för växtodlingslära, Sveriges lantbruksuniversitet, examensarbete. Uppsala.
- Areskoug, H. 1993. *Nedfall av kväve och fosfor till Sverige, Östersjön och Västerhavet*. Statens Naturvårdsverk, Rapport 4148. Solna.
- Borg, Anna. 1993. *Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde - Beräkning av olika källors bidrag till växtnäringssläckaget*. Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen, nr 4. Uppsala.
- Jansson, M och Broberg, A. Opublicerat. *Abiotiska faktorerers karaktäristika, funktion och omsättning i sötvatten*. Limnologiska institutionen, Uppsala universitet. Uppsala.
- Lantbrukskemiska stationen i Visby. 1995. Förteckning över ackrediterade analysmetoder från Lantbrukskemiska stationen i Visby.
- Lundqvist, G. mfl. 1940. *Beskrivning till kartbladen Visby och Lummelunda*. Sveriges geologiska undersökning. Ser Aa nr 183. Stockholm.
- Löfgren, S. och Olsson, H. 1990. *Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland*. Statens Naturvårdsverk, Rapport 3692. Solna.
- Statens naturvårdsverk. 1987. *Rening av hushållspillvatten*. Allmänna råd 87:6. Solna.
- Statens naturvårdsverk. 1990. *Natur '90 - Aktionsprogram för naturvård*. Naturvårdsverket informerar. Solna.
- Statistiska centralbyrån, 1994a. *Jordbruksstatistisk årsbok 1994*. Halmstad
- Statistiska centralbyrån. 1994b. *Gödselmedel i jordbruket 1992/93 - Tillförsel till åkergrödor*. Statistiska meddelanden Na 30 SM 9402. Örebro.
- Steineck, S m fl. 1991. *Stallgödsel*. Sveriges lantbruksuniversitet, Speciella skrifter 43. Uppsala.
- Torstensson, G. 1992. Opubl. *Avrinning och växtnäringstransport vid Oxelbygården 1991-92*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- SMHI. *Väder och vatten*. Augusti 1989-Juli 1994. Norrköping.
- Ulén, B. 1994a. *Förluster av närsalter i Vemmenhögs-, Snogeröds- och Lybybäckens avrinningsområden 88/94*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Ulén, B. 1994b. *Växtnäring förluster från typområden på jordbruksmark och försöksfält i Kristianstad län 88/94*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Ulén, B. 1994c. *Typområden på jordbruksmark i Östergötland 93/94*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

## Muntliga referenser

- Grahn, Gun. 1995. SMHI; Norrköping.
- Hedström, Stefan. 1995. Lantbrukskemiska stationen i Visby.
- Nyberg, Kalle. 1995. Miljöskydds enheten, Länsstyrelsen Gotlands län.
- Pettersson, Bo. 1995. Lantbruksenheten, Länsstyrelsen Gotlands län.



# BILAGOR

Bilaga 1. Analysmetoder vid Lantbrukskemiska stationen i Visby (1995)

Förteckning över ackrediterade  
analysmetoder från Lantbruks-  
kemiska stationen i Visby

Version 3. 1995-0217

Analysvariabel	Metod	Mätosäkerhet
Turbiditet	SS 0281 25-2	10 %
pH	SS 0281 22-2	1 %
Konduktivitet	SS-EN 27 888	2 %
Färgtal	SS 0281 24-2	10 %
COD Mn	SS 0281 18-1	6 %
COD Cr	SS 0281 42-2	7 %
BOD 7	SS 0281 43-2	4 %
Syre	SS-EN 25 813	2 %
Alkalinitet	SS 0281 39-1 mod	5 %
Totalhårdhet, Ca+Mg	SS 0281 21-2	1 %
Kalcium, Ca	SS 0281 61-2 mod	2 %
Magnesium, Mg	SS 0281 61-2 mod	1 %
Natrium, Na	Flamfotometri, Corning 400	2 %
Kalium, K	Flamfotometri, Corning 400	2 %
Ammonium-nitrogen	SS 0281 34-1	8 %
Nitrat-nitrogen	Tecator ASN 110-01/92	2 %
Nitrit-nitrogen	SS-EN 26 777	4 %
Total-nitrogen	Tecator ASN 110-03/92	7 %
Kjeldahl-nitrogen	KLK nr 15 1966 met 2 mod	3 %
Fosfatfosfor	SS 0281 26-2	7 %
Totalfosfor	SS 0281 27-2	4 %
Klorid 10-250 mg/l	SS 0281 20-1	4 %
Klorid 1-500 mg/l	Tecator ASTN	4 %
Fluorid	SS 0281 35-1	2 %
Sulfat	Tecator ASTN, 42/86	2 %
Järn, Fe 0,05-0,20 mg/l	SS 0281 52-2, 50-2	20 %
" 0,20-1,0 mg/l	SS 0281 52-2, 50-2	3 %
Mangan, Mn 0,05-0,20 mg/l	SS 0281 52-2, 50-2	15 %
" 0,20-1,0 mg/l	SS 0281 52-2, 50-2	3 %
Koppar, Cu	SS 0281 52-2, 50-2	20 %
Aluminium 0,010-0,400 mg/l	SS 0282 10-1	9 %
Aluminium 0,01-0,6 mg/l	SS 0281 41-1	10 %
Torrsubstans, TS, GR	SS 0281 13-1	2 %
Suspenderat, TS, GR	SS 0281 12-3	4 %
Grumlighet	SLV 1990-01-01	--
Lukt	SLV 1990-01-01	--
Smak	SLV 1990-01-01	--

Bilaga 2 Schabloner för näringsinnehåll i stallgödsel (SCB, 1994b)

**Näringsinnehåll i stallgödsel från nötkreatur, svin, höns och häst vid olika spridningstidpunkter<sup>1</sup>, kg per ton stallgödsel**

Total nitrogen, NH<sub>4</sub>-nitrogen, phosphorus and potassium in animal waste from cattle, swine, poultry and horses at different spreading times. Kg per ton of animal waste

		Totalkväve					Ammoniumkväve					Fosfor	Kalium
		Vår-vinter	Vårbruk	Sommar	Tidig höst <sup>2</sup>	Sen höst	Vår-vinter	Vårbruk	Sommar	Tidig höst <sup>2</sup>	Sen höst		
Nöt,	Fastgödsel	4,7	5,0	4,7	4,4	5,2	1,1	1,2	0,7	1,0	1,3	1,5	5,0
	urin	0,4	0,5	0,7	0,4	0,5	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,0	4,0
	kletgödsel	4,0	4,2	4,0	3,8	4,5	1,7	1,8	1,1	1,5	1,9	1,2	6,1
	flytgödsel	3,1	3,2	2,3	2,9	3,4	1,8	1,9	1,1	1,5	2,0	0,7	4,8
Svin,	Fastgödsel	5,1	5,4	5,1	4,8	5,7	1,2	1,3	0,8	1,1	1,4	3,0	3,5
	urin	0,6	0,9	1,2	0,6	0,9	0,4	0,8	1,0	0,4	0,8	0,1	1,4
	kletgödsel	4,3	4,5	4,3	4,0	4,8	2,1	2,2	1,3	1,8	2,3	2,6	3,0
	flytgödsel	3,6	3,8	2,7	3,4	4,0	2,0	2,1	1,3	1,8	2,3	1,6	2,4
Höns,	fastgödsel <sup>3</sup>	11,5	12,0	11,5	10,8	12,8	2,7	2,9	1,7	2,4	3,1	6,2	7,1
	fastgödsel <sup>4</sup>	7,7	8,1	7,7	7,2	8,6	1,8	2,0	1,2	1,6	2,1	4,7	5,4
	kletgödsel	8,2	8,7	8,2	7,8	9,2	4,6	4,9	2,9	4,1	5,2	4,0	4,0
	flytgödsel	3,7	3,9	2,8	3,4	4,1	2,4	2,6	1,5	2,1	2,7	1,6	1,6
Häst,	fastgödsel	3,3	3,5	3,3	3,1	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,4

1) Vårvinter = 1/1 - 30/3; vårbruk = 1/4 - 30/6; sommar = 1/7 - 31/7; höst = 1/8 - 31/12

2) Tidig höst tillämpas för län 20-25. För övriga län, sen höst

3) Gäller län 04, 05, 08, 09, 10, 11, 12, 13 och 16

4) Samtliga län utom de som angetts i not 3

Bilaga 3. Uppmätta koncentrationers variation som max- och minvärden 1989-1994

	Variation
Tot-N	0,42-26,2
NO <sub>3</sub> -N	0,1-23,8
NH <sub>4</sub> -N	0,001-0,23
Tot-P	0,031-0,2
PO <sub>4</sub> -P	0,019-0,16
Suspenderat material	5-18
COD (Mn)	2,8-11
Alkalinitet	2,39-5,96
Konduktivitet	37,5-103
Turbiditet	0,55-9,5
Färg	10-45
pH	7,6-8,3
Temperatur	0-18

Bilaga 4. Analysresultat

	N tot (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	P tot (mg/l)	PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	Susp mtrl (mg/l)	COD (Mn) (mg/l)	Alkal- initet (mmol/l)	Kond- uktivitet (mS/m)	Turb- iditet (FNU)	Färg (mg Pt/l)	pH	Temp (C°)
1989-06-13	0,7	0,26	0,02	0,1	0,077	5	4	5,42	77,9	1,8	10	7,9	-1
1989-08-14	0,48	0,3	0,02	0,11	0,079	7	3	5,77	78,7	1,8	10	8,1	-1
1989-10-18	0,58	0,2	0,02	0,2	0,16	5	11	4,81	103	1,5	40	7,9	8,5
1989-11-15	19,2	19	0,05	0,13	0,11	5	7	5,31	89,1	2	20	7,8	6
1989-12-12	14,9	14,5	0,05	0,093	0,084	5	4	4,68	80,7	0,85	15	7,9	0
1990-02-15	9,12	8,05	0,01	0,084	0,079	5	6	4,52	64,6	1,5	20	7,9	3
1990-03-14	6,04	5,3	0,01	0,086	0,08	5	5	5,09	71,1	1,5	20	8,15	2
1990-04-17	3,34	1,96	0,05	0,047	0,034	5	6	5,32	77,5	3,8	10	8,2	10
1990-06-13	0,42	0,1	0,08	0,12	0,1	5	5,4	5,29	76,8	2,4	25	7,95	18
1990-10-15	8,05	7,76	0,01	0,066	0,054	5	5,1	5,43	76	0,9	20	7,85	10,8
1990-11-14	8,21	7,94	0,02	0,1	0,084	5	5	5,57	75,3	2	20	7,85	6
1990-12-18	8,08	7,43	0,03	0,12	0,11	5	6,5	5,15	73,1	2	15	7,95	4
1991-01-14	8,1	7,7	0,01	0,12	0,11	5	6,7	4,42	61,5	4,6	35	7,75	1
1991-02-18	1,99	1,82	0,05	0,084	0,05	9,5	3,8	5,32	72,9	3,5	20	7,6	0
1991-03-14	6,1	5,8	0,03	0,094	0,072	5	5,1	4,5	61,5	1,5	30	8,1	4
1991-04-15	4,02	3,62	0,07	0,063	0,03	18	4,8	5,37	71,8	6,5	25	8,15	9
1991-06-17	1,46	1,11	0,06	0,14	0,12	13	7,1	5,08	67,8	3,5	30	8,1	15
1991-11-13	20	19,2	0,019	0,14	0,12	8	4,9	4,89	79,4	1,5	20	7,9	7
1991-12-17	11,2	10,2	0,017	0,073	0,056	5	3,4	5,36	77,8	0,85	15	7,9	2
1992-01-14	13,7	12,3	0,016	0,083	0,076	5	5,1	4,22	68,4	1,5	20	7,9	3
1992-02-13	10,9	10,7	0,039	0,1	0,085	5	4,5	4,18	62,9	1,4	20	8	2
1992-03-17	10,1	9,82	0,016	0,072	0,06	5	4,8	4,16	62	1,9	20	8	1
1992-04-15	6,47	5,92	0,014	0,06	0,045	6	4	4,49	66,1	1,7	25	7,95	4
1992-10-21	26,2	23,8	0,025	0,11	0,063	8,5	9,3	3,72	72,2	9,5	30	7,75	6
1992-11-25	15,9	14,3	0,001	0,071	0,065	5	5,6	4,25	65,1	1,5	25	7,85	4
1992-12-14	12,4	12,2	0,038	0,096	0,086	5	5,1	4,36	63	2,5	20	8	2
1993-01-13	8,76	8,62	0,033	0,11	0,089	5	5,6	4,39	65,1	3	15	7,95	2
1993-02-15	10,2	9,12	0,061	0,091	0,082	5	4,8	4,31	65,6	3	15	8	2
1993-03-16	10,6	7,96	0,043	0,11	0,089	7	6,6	3,1	46,3	8	45	7,8	3
1993-03-24	6,88	6	0,027	0,1	0,078	13	7,4	4,28	57,9	4	30	8,1	4
1993-04-19	7,04	6,94	0,018	0,04	0,03	5	5,8	4,51	62,5	2	20	8,3	6,5
1993-10-19	1,9	1,34	0,006	0,078	0,053	5	7,1	5,96	75,7	1,5	25	8	5
1993-11-18	0,53	0,2	0,014	0,031	0,019	5	2,8	5,64	75	0,6	10	8,1	1,5
1993-12-14	10,5	10,1	0,013	0,045	0,042	5	2,9	4,89	72,9	0,55	10	8	0,5
1994-01-18	12,6	12,1	0,01	0,071	0,067	5	3,9	4,46	70,3	0,7	20	7,8	0
1994-02-14	6,79	6,62	0,072	0,07	0,064	5	3,8	5,56	82,3	0,7	15	7,9	0
1994-02-14	6,79	6,62	0,072	0,07	0,064	5	3,8	5,56	82,3	0,7	15	7,9	0
1994-03-07	3,14	2,64	0,23	0,1	0,087	5	4,1	4,92	72,9	0,85	15	7,8	0
1994-03-11	7,24	6,62	0,045	0,19	0,14	5	8	2,39	37,5	8,6	40	7,6	-1
1994-03-16	8,44	7,66	0,007	0,12	0,099	5	7	3,1	47,4	4,5	35	7,7	1
1994-03-28	9,4	9,36	0,001	0,081	0,066	5	5,7	4,08	59,7	1,5	25	7,9	-1
1994-04-13	7,08	6,56	0,008	0,055	0,043	5	6,4	4,21	62,5	1	25	7,9	5
1994-05-04	2,82	2,57	0,016	0,045	0,024	5	5,5	4,52	65,6	0,75	20	8,3	13
1994-05-26	5,35	4,94	0,086	0,08	0,051	6	4,9	4,7	69,1	2,5	25	8,1	13
1994-06-08	1,61	1,15	0,086	0,095	0,06	5	4,4	5,3	72,9	0,7	20	8	12
1994-06-23	1,7	1,2	0,067	0,12	0,097	5	4	5,34	72,9	2,5	20	8	12
1994-09-05	1,27	0,75	0,025	0,13	0,1	5	7,4	5,4	71,6	1,5	40	8	13
1994-09-21	6,04	5,68	0,011	0,08	0,066	5	4,9	6	75,7	1,4	20	8,5	11
1994-10-04	24,8	24,5	0,003	0,11	0,097	5	6,7	5,8	84,3	1,2	25	7,9	8
1994-10-13	16	14,2	0,004	0,062	0,053	5	3,6	6	82,4	0,5	15	8,1	8



Denna serie efterträder den åren 1970-1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvårdslära vid institutionen för markvetenskap Sveriges lantbruksuniversitet. Serien vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1-6. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress på omslagets baksida).

*This series is successor to Vattenvård Published in 1970-1977. Here you will find research reports from the Division of Water Quality Management at the University of Agricultural Sciences. The Vattenvård series is listed in Ekohydrologi 1-6. You will find earlier issues of Ekohydrologi listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Quality Management (address, see the back page)*

- | Nr | År   | Författare och titel. <i>Author and title.</i>  |
|----|------|---|
| 1  | 1978 | Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i>   |
| 2  | 1978 | Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure gone astray.</i><br>Lars Lingsten och Nils Brink. Åker gödslingens inverkan på miljön i en bäck. <i>The effect of agricultural manuring on the environment in a brook.</i><br>Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen leaching from arable land.</i>  |
| 3  | 1979 | Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from compost of refuse and sludge.</i><br>Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice.<br>Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. <i>Loss of nutrients on the Kristianstad plain.</i><br>Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the groundwater by a dung yard.</i>   |
| 4  | 1979 | Nils Brink. Vattnet är det yppersta.<br>Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979.<br>Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i>   |
| 5  | 1979 | Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. <i>Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.</i><br>Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of nutrients from forests.</i><br>Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i><br>Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.   |
| 6  | 1980 | Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of Nutrients in Skåne and Halland.</i><br>Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after spreading of potato juice.</i><br>Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i><br>Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.   |
| 7  | 1980 | Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i><br>Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön.</i><br>Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet.<br>Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark.<br>Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.  |
| 8  | 1981 | Nils Brink. Förurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i><br>Rikard Jernlås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i><br>Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm washing of phosphorus from arable land.</i><br>Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i>  |
| 9  | 1981 | Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i><br>Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i>  |
| 10 |      | Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i><br>Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i><br>Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.</i><br>Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i> |
| 11 | 1982 | Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön.</i><br>Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i>  |

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
11, forts.		Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige. Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. <i>Erosion of phosphorus from arable land.</i> Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.
12	1982	Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. <i>Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.</i> Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. <i>Leachate migration through soils.</i> Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden. Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden.
13	1983	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad åker. <i>Surface transport of plant nutrients from field spread with manure.</i> Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. <i>Leaching of TCA on a clay soil.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. <i>Losses of nutrients at Öjebyn.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. <i>Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.</i> Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. <i>Drainage losses of nitrate and irrigation.</i>
14	1983	Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kvävemineralisering vid plöjningsfri odling. <i>Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.</i> Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. <i>Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.</i> Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. <i>Soil sampling for nitrogen forecasts.</i> Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. <i>Nutrients and organic matters from farmland and forest.</i> Nils Brink. Gödsel användningens miljöproblem.
15	1984	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. <i>Nutrient losses in the Ringsjö area.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. <i>Catch crop after barley.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. <i>Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. <i>Losses of nutrients at Vagle.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. <i>Losses of nutrients at Offer.</i>
16		Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. <i>Intensity and duration of drainage discharge from arable land.</i>
17	1984	Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. <i>Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.</i> Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. <i>Losses of nutrients from sandy soils.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. <i>Losses of nutrients at Boda.</i> Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall.
18	1984	Barbro Ulén. Påverkan på yt- och dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i> Barbro Ulén. Nitrogen and Phosphorus to surface water from crop residues.
19	1985	Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area.</i> Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of nutrients from clay soils in Skåne.</i> Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala.</i> Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. <i>Drinking water quality in the region of Uppsala.</i> Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop.</i> Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with surface run-off of cyanazine.</i>
20	1985	Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop in a sandy soil.</i> Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of nutrients from a sandy soil in Halland.</i> Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of phosphorus from arable Land.</i> Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.



- | Nr | År   | Författare och titel. <i>Author and title.</i>   |
|----|------|--|
| 21 | 1986 | Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity test for pesticides using protozoa.</i><br>Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.<br>Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of phosphorus from soils.</i><br>Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.</i><br>Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark.   |
| 22 | 1987 | Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate.   |
| 23 | 1987 | Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil  |
| 24 | 1987 | Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i><br>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin</i><br>Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.</i><br>Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.<br>Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.<br>Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker.                        |
| 25 | 1987 | Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.<br>Nils Brink. <i>Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i><br>Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water Quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.</i><br>Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i><br>Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i> |
| 26 | 1988 | Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i><br>Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i><br>Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i>   |
| 27 | 1990 | Lisbet Lewan. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringssämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i><br>Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown catch crops - effects on leaching of nitrogen.</i><br>Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i>   |
| 28 | 1992 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växt näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.</i>   |
| 29 | 1992 | Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. <i>Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.</i><br>Markus Hoffman. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90</i><br>Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. <i>Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.</i>  |
| 30 | 1993 | Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäring utlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödslade odlingssystem. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure, and with or without ryegrass catchcrop.</i>   |
| 31 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. <i>Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.</i>   |
| 32 | 1993 | Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäring förluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.</i>  |
| 33 | 1993 | Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingssystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. <i>Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.</i>   |
| 34 | 1993 | Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. <i>Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. Ecological agriculture - leaching risks and nitrogen turnover.</i>   |
| 35 | 1993 | Erik Kellner. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar - en enkel modellansats. <i>Seasonal nitrogen fluxes and denitrification in ponds - simple model approach</i>   |

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
36	1995	Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1992/93 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1992/93 and a long term review.</i>