



Växtnäringsförluster till vatten

i Averstadåns avrinningsområde

Redovisning av mätresultat för perioden 1988 till 2000, Averstadån,
Värmlands län



Carina Carlsson

Ekohydrologi 61

Uppsala 2001

Avdelningen för vattenvårdslära

**Swedish University of Agricultural Sciences
Divison of Water Quality Management**

**ISRN SLU-VV-EKOHYD--61--SE
ISSN 0347-9307**

Sammanfattning

Averstadåns avrinningsområde är beläget på Värmlandsnäs i Värmland, ca 15 km sydost om Säffle. Sedan 80-talet har undersökningar av växtnäringsförluster av framförallt kväve och fosfor från avrinningsområdet till Averstadån pågått. Vattenprovtagning har skett med viss regelbundenhet. Sedan 1994 sker provtagning och vattenföringsmätningar inom ramen för det regionala miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark". Under våren 2001 fick Avd. för vattenvårdslära, SLU, i uppdrag av länsstyrelsen i Värmland att sammanställa och utvärdera resultat från vattenprovtagningen i Averstadån för perioden 1 juli 1988 till 30 juni 2000. Målet med rapporten är främst att sammanställa växtnäringsförluster från avrinningsområdet och även att sammanställa befintlig information från inventeringar som skett i området. Vidar ska rapporten kunna användas i det regionala miljöarbetet samt fungera som ett underlag till bedömning angående avrinningsområdets fortsatta drift. I rapporten redovisas bl a flödesvägda halter och årstransporter, inomårsvariationer, källfördelning och jämförelse med andra typområden.

Avrinningsområdet är ca 3500 hektar stort varav åkermark utgör ca 39 %, skogsmark ca 59 % och våtmark 2 %. Området är ett för Värmland intensivt jordbruksområde med i huvudsak uppfödning av slaktsvin. Området är djurtätt och främst odlas vårsådd spannmål och vall. Den höga andelen vårsådd spannmål gör att mycket jordbruksmark är öppen vintertid. Det är inte känt om fånggrödor förekommer. I området bor ca 200 personer fördelade på 80 hushåll, men det finns även ett 30-tal fritidsbostäder. De enskilda avloppen belastar Averstadån med ca 600 kg kväve och 100 kg fosfor per år vilket utgör ca 2 % kväve och 8 % fosfor av det totala läckaget från området till ån. Åkermarken står för den procentuellt högsta andelen av belastningen, ca 19 kg kväve och 0,6 kg fosfor per hektar beräknat som medel för 11 års mätningar. Detta är något lägre än normalutlakningen för produktionsområdet Svealands slättbygder i vilket Averstadån är belägen. Undersökningsperioden karakteriserades av en större nederbörd och högre medeltemperatur än normalnederbörden och normaltemperaturen för 1961-90. Avrinningen var som medel för 11 år ca 280 mm vilket är högre än för andra typområden i produktionsområdena Svealands skogs- och slättbygder. Flödesvägda medelhalter beräknades till 3,4 mg/l totalkväve och 0,11 mg/l totalfosfor. Detta gav en medeltransport av 930 kg kväve/km² och 35 kg fosfor/km². Transporten av totalkväve är högre i Averstadån, men totalfosfortransporten lägre vid jämförelse med medeltransporter för produktionsområdet.

Både halterna och transportererna är måttliga i jämförelse med andra områden och stabila mellan åren i undersökningsperioden. Fosforhalten verkar ha ökat något, men inga statistiskt signifikanta trender vid signifikansen 5 % har kunnat påvisas. Jordbruket i området verkar inte ha förändrats nämnvärt vad avser odlingen, men djurtätheten har ökat sedan mitten av 90-talet. Detta kan på sikt leda till ett högre läckage från jordbruksmark eftersom en högre djurtäthet troligtvis leder till att stallgödselns andel av tillförda växtnäringsämnen till åkermark ökar. Enligt uppgifter sker en bättre hushållning med växtnäringsämnen nu än tidigare, men detta kan inte ses i halterna i ån.

INLEDNING	7
OMFATTNING OCH MÅL	7
UNDERSÖKNINGSMETODER.....	8
VATTENFÖRING OCH PROVTAGNING	8
KONCENTRATIONER OCH TRANSPORTBERÄKNINGAR	9
TRENDANALYS.....	9
OMRÅDESINFORMATION	10
FÖRHÅLLANDEN I AVRINNINGSSOMRÅDET.....	10
OMRÅDESBESKRIVNING	10
ODLING OCH DJURHÅLLNING	11
LANTBRUKETS PUNKTKÄLLOR	14
ENSKILDA AVLOPP	14
KLIMAT OCH AVRINNING	15
RESULTAT FRÅN VATTENPROVTAGNING	18
FLÖDESVÄGDA HALTER OCH MEDELVÄRDEN	18
UPPMÄTTA HALTER.....	19
BEKÄMPNINGSMEDEL	19
ÅRSTRANSPORTER	20
INOMÅRSVARIATIONER	21
TRENDANALYS.....	23
JÄMFÖRELSE MED ANDRA AVRINNINGSSOMRÅDEN.....	24
KÄLLFÖRDELNING	26
NETTOAREALFÖRLUST FRÅN ÅKERMARK	26
DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	28
REFERENSER.....	30
APPENDIX 1 TILL 11	31

Inledning

Under våren 2001 fick Avd. för vattenvårdslära, SLU, i uppdrag av länsstyrelsen i Värmland att sammanställa och utvärdera resultat från vattenprovtagningar i Averstadån. Averstadåns avrinningsområde är beläget på Värmlandsnäs i Värmland, ca 15 km sydost om Säffle. Undersökningarna av framförallt kväve och fosforförluster från Averstadåns avrinningsområde har pågått sedan 80-talet och sedan 1994 ingår området i det regionala miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark". Detta innebär att undersökningarna utförs enligt en handbok upprättad av Naturvårdsverket, något som underlättar jämförelser av resultat från olika typområden. År 2000 ingick totalt 33 olika avrinningsområden i miljöövervakningsprogrammet "Typområden på jordbruksmark" vilket har som övergripande mål att kartlägga och kvantifiera jordbrukets påverkan på yt- och grundvattenkvaliteten. De områden som ingår i programmet är jordbruksdominerade avrinningsområden vilka representerar olika regioner, klimat, jordar och grödor i landet. Flertalet av områdena är små vilket underlättar inventering av jordbruksmarken och kartläggning av olika punktkällor inom områdena.

Denna sammanställning omfattar totalt 12 år och innehåller bl a nederbörd, vattenföring, halter i avrinnande vatten och ämnestransporter. En källfördelning och trendanalys har även gjorts för vissa parametrar och resultaten kommenteras dessutom översiktligt. Avrinningsområdet har inventerats översiktligt vid tre tillfällen, 1987, 1994 och 1999 vilket ligger till grund för de uppgifterna om området som ingår i sammanställningen.

Omfattning och mål

Sammanställningen omfattar perioden 1 juli 1988 till 30 juni 2000, totalt 12 år. Året 1992/1993 redovisas ej vad avser analysresultat och transporter eftersom ingen provtagning har skett under större delen av året. Analysresultaten för perioden 1987 till 2000 redovisas i bilaga. Året 1987/1988 ingår inte i övrigt i sammanställningen vad avser transporter och flödesvägda halter eftersom ett mindre antal parametrar analyserades under denna period.

Målet med rapporten är att

- beräkna och sammanställa växtnäringsförluster från avrinningsområdet till Averstadån.
- sammanställa resultaten från flödesmätningar och vattenprovtagningar gjorda under undersökningsperioden samt befintlig information om området. Utvärdera resultaten utifrån områdesinformation och vattenförings- och klimatvariationer liksom analysera om eventuella trender i halter föreligger.
- den ska fungera som ett underlag för rekommendationer angående avrinningsområdets fortsatta drift.
- rapporten ska kunna användas som ett underlag inom det regionala miljöarbetet.

Undersökningsmetoder

Vattenföring och provtagning

En vattenföringsstation med triangulärt mätöverfall och kontinuerligt skrivande pegel installerades i Averstadån sommaren 1994 med TerraLimnogruppen som konsult. Från 1987 fram till våren 1993 finns även viss vattenföringsdata, men dygnsvärden saknas och mätningarna är sporadiska. Under denna tidiga period har mätningar utförts med flödesmätare ”Detflow”. Eftersom mätningarna endast utförts under vissa perioder har vattenföringen från SMHI:s station Kvarntorp justerats för Averstadån för perioden 1 juli 1988 till 30 juni 1994. Detta har gjorts genom att vattenföring < 57 l/s har arealviktats och för vattenföring som överstiger 57 l/s har ett beräknat linjärt förhållande mellan vattenföringen för Kvarntorp och Averstadån använts (ekvation 1). Denna har beräknats genom att flödet från de båda stationerna har jämförts för perioden 1994 till 2000.

$$Q = 2,17x + 60,082 \quad (1)$$

Q= vattenföring (l/s) i Averstadån
X= vattenföring (l/s) i Kvarntorp

Kvarntorps avrinningsområde är ca 1090 hektar stort och har knappt 6 % sjö. Sjöarealen bidrar till att flödet är dämpat och inte uppträder med samma snabba respons på nederbörden som flödet i Averstadån. Vidare har Kvarntorp ett något högre basflöde än Averstadån. Om det linjära sambandet används blir vattenföringen aldrig noll vilket gör att vattenföring under 57 l/s har justerats genom arealviktning. Det viktade sambandet tar bättre hänsyn till låg vattenföring medan det linjära sambandet ger ett bättre resultat vid höga värden.

Mätöverfallet som installerades i bäcken 1994 är inte tillräckligt vid höga flöden. Under 1994 till 2000 har vattenståndet vid ett flertal tillfällen stigit över mätsektionen (90 cm) vilket har gjort att en formel för dessa vattenstånd konstruerats baserad på skattning av den övre sektionens utseende. Inga mätningar av flödet har dock gjorts vid höjder över 90 cm vilket gör att formeln behöver kompletteras med vattenföringsmätningar vid höga vattenstånd. För att det ska bli lättare att jämföra observationer från olika områden har vattenföringen omräknats till specifik avrinning (avrinning) genom att vattenföringen fördelats jämnt över hela avrinningsområdets areal. Enheten som används är mm/år vilket motsvarar $0,032$ l/(s*km²).

Vattenprovtagning i Averstadån har skett med viss kontinuitet sedan våren 1987, men redan 1976 finns resultat från provtagning och analys av totalfosfor. Sedan 1994 har provtagningen utförts regelbundet, ungefär varannan vecka, och proverna har skickats för analys till avdelningen för vattenvårdslära, SLU, samma dag som provet tagits. Innan 1994 anlätades KM-lab i Karlstad för analyser. De analyserade parametrarna, liksom provtagningsfrekvensen, har varierat något under perioden 1987 till 1994, men sedan januari 1994 analyseras totalt 11 parametrar. I appendix 9 redovisas analysresultat från 1987 till 2000. Under 1988 till 1992 togs även prover i en uppströms liggande punkt som i huvudsak avvattnar skogsmark. Resultat från denna punkt har använts för att skatta arealförluster från skogsmark, men redovisas inte i övrigt i denna sammanställning. Vattenprover har analyserats med avseende på bekämpningsmedelsrester vid två tillfällen, i juni 1989 och 1991.

Nederbörden redovisas för SMHI:s station Traneberg (station nummer 8340) och temperaturen för Karlstad flygplats. Både temperatur och nederbörd redovisas som års- och månadsme-

delvärden och som jämförelse redovisas normalnederbörden och normaltemperaturen beräknade för 1961-90.

Koncentrationer och transportberäkningar

Transportberäkningar har erhållits genom att multiplicera dygnskoncentrationer med respektive dygnsvattenföring. Dygnskoncentrationerna har räknats fram genom linjär interpolering mellan uppmätta halter för respektive provtagningstillfälle. Dygnstransporterna har sedan summerats till månads- och årstransporter. Transporterna redovisas som arealkoefficienter för hela avrinningsområdet (kg/km^2) vilket betyder att det är områdets samlade effekt på vattenkvaliteten som redovisas. I denna ingår inte bara jordbruksmarkens påverkan, utan även påverkan från bl a punktkällor och skogsmark. För att uppskatta jordbrukets andel av den totala växtnäring förlusten har en källfördelning beräknats där åkermarsläckaget redovisas (kg/ha). Vidare jämförs långtidsmedel för halter och transporter i Averstadån med ett antal andra typområden.

Eftersom provtagningsfrekvensen är något ojämn för perioden 1988 till 1994 har vissa antaganden fått göras för att kunna beräkna transporter. Vid fyra tillfällen har kemivärden fått antas utifrån tidigare värden eftersom det varit en lång period mellan provtagningstillfällena vilket gjort att skillnaden mellan kemivärdena varit väldigt stor. Vid stora skillnader blir den linjära interpoleringen missvisande. För året 1992/1993 har inte några transporter kunnat beräknas eftersom mycket få provtagningar gjorts vilket gör att osäkerheten i en eventuell transportberäkning blir allför stor.

Årsmedelhalter redovisas som flödesvägda medelhalter för parametrar där transportberäkningar har utförts. Detta innebär att årstransporter har dividerats med respektive årsvattenföring för att ge årsmedelhalter. Ett flödesvägt medelvärde tar bättre hänsyn till halterna vid stora flöden än eventuella höga halter som uppmätts under sommarens ofta låga flöden. För parametrar där transportberäkningar inte har gjorts redovisas aritmetiska medelvärden för året.

För halter och transporter redovisas även ett medelvärde för hela perioden. Årsvärdena redovisas för agrohydrologiska år d v s 1 juli till 30 juni. Detta gör att årsskiftet sker när vattensmagasinen i marken är små och ungefär lika mellan åren. Om vanliga kalenderår används för redovisningen finns en risk att skillnaden blir stor mellan åren vad avser mängden vatten som finns lagrat i marken och mängden snö och is ovan marken. Inomårsvariationer för avrinning, halter och transporter redovisas som månadsmedel baserat på 11 år och beräknat för varje månad.

Trendanalys

En statistisk analys av trender i nitratkväve- och totalfosfortransporter till Averstadån har utförts. De beräknade månadstransporterna har flödesnormaliserats för att skillnader i transporter mellan åren ska reduceras. Skillnader kan förekomma som följd av varierande avrinning. Flödesnormaliseringen har utförts med en semiparametrisk modell som bygger på antagandet att det finns ett statistiskt samband mellan transport och avrinning som kan förändras gradvis över tiden. På flödesnormaliserade månadstransporter har en trendanalys utförts med en icke-parametrisk modell (Seasonal Mann-Kendall Test Statistics). Denna modell tar hänsyn till se-

riellt beroende och säsongsvariationer och vid analysen jämförs varje månad under varje år med varandra. En trend har antagits vara statistiskt säkerställd vid signifikansen 5 % (Kyllmar, 2000). Trendanalysen har utförts för perioden 1993/1994 till 1999/2000, alltså sju år. Kortare tidsserier är inte lämpliga för trendanalys eftersom andra variationer i klimatet än flödet får stor betydelse t ex vintertemperatur. Hela tidserien om 11 år har inte kunnat användas eftersom det inte finns några resultat under året 1992/1993.

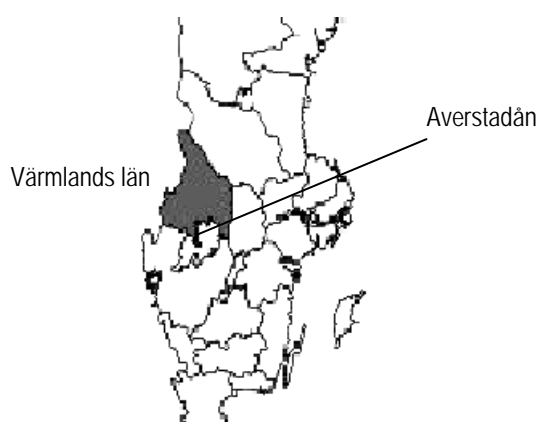
Områdesinformation

Uppgifter om avrinningsområdet så som arealer, odlade grödor och punktkällor har tillhandahållits av länsstyrelsen i Värmland och Säffle kommun. Redan 1987 gjordes en inledande studie där grundläggande data om Averstadån sammanställdes (Gunnarsson, 1987). Avrinningsområdet inventerades under 1994, främst med avseende på markanvändning, arealer och enskilda avlopp (Törnqvist, 1994). I december 2000 gjordes en ny sammanställning där förändringar som skett sedan 1994 kartlades liksom t ex odlade grödor och areal åkermark. Ingen komplett inventering vad avser jordbruket har dock gjorts. När det har varit möjligt redovisas de senast framtagna uppgifterna.

Förhållanden i avrinningsområdet

Områdesbeskrivning

Averstadåns avrinningsområde är beläget på Värmlandsnäs i Värmlands län, Säffle kommun (figur 1). Huvudfåran är ca 17 km lång och mynnar i Väneren på Värmlandsnäs västra sida i den del av Väneren som kallas Dalbosjön. Provtagningspunkten och vattenföringsstationen är belägna vid Fiskartorpet en bit uppströms utloppet, koordinater 654540, 134535. Den övre provtagningspunkten, vars avrinningsområde till största delen avvattnar skogsmark, har koordinaterna 655675, 134825. I ett skogsområde inom avrinningsområdet är en lokal för mätning av luftföreningar belägen. Mätningar av deposition och markvatten startade 1990 och bedrivs av IVL på uppdrag av Värmlands läns Luftvårdsförbund (Hallgren Larsson, 2001). I appendix 11 visas en karta över avrinningsområdet.



Figur 1. Averstadåns geografiska läge i Värmlands län.

Hela avrinningsområdet är ca 3500 hektar och arealmässigt dominerar skogsmarken (tabell 1). Berggrunden består av grå gnejs och jordarterna är finkorniga med lättare leror, mjåla och mo. Ett stråk av älv- och svämsand sträcker sig genom området. Inom området finns inga sjöar, men däremot två mossar. Huvudfåran är inte kulverterad, men vissa biflöden kan vara det. Vid inventeringen 1987 fastställdes ett fåtal ändringar av å- fåran som skett sedan 1963. Ett nytt biflöde hade tagits upp till följd av nyodling medan ett antal biflöden hade kulverte-rats för att ge större sammanhängande åkrar. Avrinningsområdets arealer har mätts vid ett flertal tillfällen, 1987, 1994 och senast i december 2000. Då gjordes mätningar i Arcview av digitala blockkartor hörande till SAM 99 samt den digitala ekonomiska kartan. Den totala arealen befanns vara något större än tidigare mätningar, men andelen åkermark i procent var samma som uppmättes 1994. Skillnader i areal mellan mätningarna kan bero på att olika för-faringssätt har använts. Under 1994 fastställdes en delvis ny områdesgräns, men den totala arealen förändrades inte nämnvärt av detta jämfört med den beräkning som gjordes 1987.

Skogsmarken har beräknats som den mark som inte är jordbruksmark eller våtmark. I denna ingår då annan mark t ex tomtmark och olika impediment. Tomtmarken beräknades 1994 uppgå till knappt 2 % av den totala arealen. Arealernas förändring mellan 1987, 1994 och 1999 redovisas i appendix 1.

Tabell 1. Andel jordbruks-, skogs- och våtmark i hektar och procent för hela avrinningsområ-det och för det övre delområdet

	<i>Hela området¹</i>		<i>Övre området</i>	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Jordbruksmark	1390	39	8	3
Skogsmark ²	2063	59	296	97
Våtmark	68	2	-	-
Total areal	3521	100	304	100

¹ Arealberäkningar för hela avrinningsområdet gjordes i december 2000, men baseras på förhållanden som rådde 1999. Uppgifter för det övre området har hämtats från en sammanställning gjord 1987.

² I skogsmark ingår för det övre området både impediment, våtmark och annan mark som ej är jordbruksmark. För hela avrinningsområdet ingår i begreppet skogsmark impediment och annan mark.

Odling och djurhållning

Avrinningsområdet representerar ett för Värmland jordbruksintensivt område och är det största svinproducerande området i Värmland. Jordbruksmarken är till största delen belägen i de södra delarna av avrinningsområdet och kantar Averstadån. I de norra delarna av området och längs avrinningsområdets avgränsning dominerar skogsmark. Större delen av jordbruksmarken är täckdikad och väl-dränerad. Mot ån finns på vissa ställen skydds-zoner eftersom brukaren ingår i miljöstödsprogrammet REKO¹.

I december 2000 gjordes en översiktlig sammanställning av jordbruksdriften i området baserat på uppgifter från 1999. Totalt finns sju större gårdar i området vilka brukar drygt 50 % av jordbruksmarken. Dessa brukningsenheter står även för huvuddelen av djurhållningen varav en i huvudsak är inriktad på mjölkproduktion, en enhet är småskalig nötuppfödare och fyra enheter domineras av svinproduktion. Vissa svinproducenter ingår i en suggring vilket inne-

¹ Resurshushållande konventionellt jordbruk

bär att de var 8:e vecka får ta emot dräktiga suggor från ett suggnav. Antalet suggor varierar något mellan de olika brukningsenheterna, men är ca 60 till 70 stycken per brukningsenhet. Smågrisarna föds upp till slakt på brukningsenheten. Sedan 1994 har två brukningsenheter utökat sin slaktsvinsproduktion med sammanlagt 1530 platser, enligt uppgifter från Säffle kommun. I figur 2 visas hur antalet djurenheter har förändrats från 1987 till 1999.

I tabell 2 anges antal djur och djurslag för de 7 största brukningsenheterna i området. Kalvar har beräknats som ungnöt för att kunna jämföra uppgifterna med tidigare års antal djurenheter. Troligtvis har ingen åtskillnad gjorts mellan kalvar och ungnöt i tidigare års inventeringar. Antal djur och djurenheter år 1994 anges i appendix 2. Inventeringen som baseras på uppgifter från 1994 täcker in hela området och visar att totalt 20 brukningsenheter har djur av något slag varav 14 stycken har mer än 10 djurenheter. Den visar också att totalt 67 fastigheter har mer än 0,5 ha åkermark, men att många brukningsenheter arrenderar mark vilket gör att det finns ca 20 brukningsenheter med innehav av åkermark. Merparten av dessa enheter har även skogsmark.

Tabell 2. Antal djur och djurenheter för de 6 största djurgårdarna i området baserat på uppgifter från 1999

	<i>Mjölkkor</i>	<i>Amkor</i>	<i>Ungnöt</i>	<i>Kalvar</i>	<i>Grisar¹</i>	<i>Hästar</i>	Totalt
Antal	189	17	84	93	9500	13	-
Djurenheter ²	189	17	42	46	797	13	1104

¹ Grisar anger det totala antalet grisar i juni 1999 inkluderat suggor, smågrisar och slaktsvin. Antal DE är osäkert eftersom uppdelningen i antal smågrisar och slaktsvin har skattats.

² En djurenhet motsvarar:

1 fullvuxet nötkreatur eller

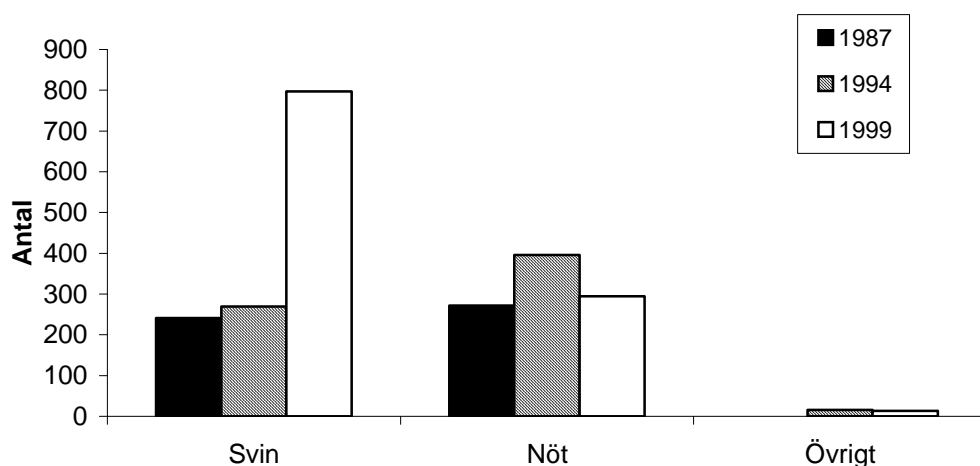
1 häst eller

2 ungnöt eller

3 suggor eller

10 slaktsvin (Miljöbalken, 1999)

Området är djurtätt, men en del brukningsenheter har en viss andel av sin totala jordbruksmark belägen utanför avrinningsområdet. Om antalet djurenheter viktas med avseende på detta fås att totalt 842 DE påverkar avrinningsområdet vilket ger en djurtäthet på 0,6 DE per hektar. Detta förutsätter att antalet djur belastar jordbruksmarken lika mycket inom som utom avrinningsområdet. Enligt inventering 1994 lagras gödseln som fastgödsel (djupströ) eller i flytgödselbehållare. I ett fall finns även urinbrunn. Inte alla brukningsenheter som har djur har uppgivit hur gödseln lagras, men troligtvis har enheter med ett mindre antal djur endast en gödselplatta. Det finns få uppgifter om tillförd mängd växtnäring till olika grödor, men en brukare i området har uppgivit att det sker en bättre hushållning med gödseln nu än tidigare. Stallgödsel sprids både vår och höst och givan bedöms vara enligt rekommendationer.



Figur 2. Förändring i antalet djurenheter mellan 1987, 1994 och 1999. Djurenheterna har ej viktats med avseende på areal jordbruksmark inom området. För posten övriga djur finns inga uppgifter för 1987.

I tabell 3 anges areal och odlad gröda för 50 % av jordbruksmarken 1999. Andelen betesmark är låg (0,5 % av den inventerade arealen) och består främst av åkermark som utnyttjas för bete. Permanenta betesmarker förekommer troligtvis i liten omfattning. Under 1999 odlades i huvudsak vårkorn och havre, men även andelen vall var stor. Den förhållandevis höga andelen vårsådd spannmål och potatis gör att knappt 60 % av odlingsmarken är öppen vintertid. Odling av fånggrödor är möjlig, men uppgifter om detta saknas. Det är viktigt att observera att uppgifterna om odlade grödor endast baseras på 50 % av den totala åkerarealen. Denna åkermark är intensivt odlad och grödfördelningen kan därför troligtvis inte representera hela åkermarksarealen inom avrinningsområdet. Från 1994 finns inga uppgifter om odlade grödor, men 1987 anges att korn och havre svarar för hela 75 % av den odlade arealen medan vall endast odlades på 10 % av jordbruksmarken. I appendix 3 anges grödfördelning för 1987.

Det är svårt att jämföra uppgifter från de olika åren eftersom oklarheter om hur inventeringar och beräkningar har gjorts förekommer. Uppgifterna från inventeringen 2000 är inte heller heltäckande utan representerar endast 50 % av den odlade arealen och de största djurgårdarna, totalt sju brukningsenheter varav sex har någon typ av djurhållning.

Tabell 3. Areal odlad gröda på 50 % av jordbruksmarken. Uppgifterna baseras på uppgifter från 1999

Gröda	Areal	
	(ha)	(%)
Vårkorn	252	34
Havre	96	13
Höstvete	63	9
Blandsäd	43	6
Rågvete	44	6
Skyddszon	8	1
Matpotatis	40	5
Vall	131	18
Träda	61	8
Totalt	738	100

Lantbrukets punktkällor

Inom lantbruket förekommer punktkällor som bidrar med växtnäringsämnen till vattendraget. Sådana källor kan t ex vara gödselanläggningar, mjölkkrum och pressaft från förvaringsplatser för ensilage. För Averstadån har utsläppet från mjölkkrum ansetts vara försumbart och förvaringsplatser för ensilage är inte känt vilket gör att denna källa inte tas med i beräkningen. Utsläpp från gödselanläggningar sker oftast i samband med riklig nederbörd eller snösmältning. Orsakerna är vanligen otillräckliga eller defekta avgränsningar av gödselplattor och för små urinbrunnar (SNV, 1987). Under senare år har standarden på gödselanläggningar generellt förbättrats och utsläppen minskat, men man kan ändå anta att en förlust med 1 % av kvävet och fosfor i färsk träck och urin sker från 50 % av djurbesättningarna (muntl. medd. Steineck, 2001).

Den totala mängden kväve och fosfor som produceras av djuren inom avrinningsområdet har beräknats för 1994 och 1999. Ett genomsnitt av producerad mängd kväve och fosfor per djurenhet nöt respektive svin anges i tabell 4. Som medel för 11 år är de skattade totala förlusterna från gödselanläggningarna i området låga.

Tabell 4. Producerad mängd kväve och fosfor (kg/djurenhet nöt och svin) samt den årliga medelförlusten från gödselanläggningar i Averstadån

	kg/djurenhet		kg/år
	Nöt	Svin	
Kväve	0,77	0,35	197
Fosfor	0,12	0,09	38

Enskilda avlopp

År 1994 gjordes en inventering av bebyggelse och avloppsstandard inom området. Det har bedömts att endast minimala förändringar i bebyggelse har skett i området sedan 1994 t ex används inte längre en lokal som tidigare nyttjades av bl a hemtjänsten. Inom avrinningsområdet bor 201 personer permanent, fördelade på 80 hushåll. Vidare finns 29 fritidsbostäder, 2 hus som inte används och 3 övriga hus som består av en jaktstuga, bygdegård och en lägergård vilka samtliga utnyttjas endast delar av året. Totalt finns 112 hus med någon typ av boende (tabell 5).

Tabell 5. Reningsmetoder för enskilda avlopp kopplade till permanentbostäder eller fritidsbostäder. Uppgifterna baseras på förhållandena som rådde 1994, men korrigering för kända förändringar har gjorts

Reningsmetod	Fritidsbostad		Permanentbostad		
	Antal hus	Antal personer ¹	Antal hus	Antal personer	Nyttjandegrad (%) ²
BDT och TC					
Direktutsläpp ³	21	47,5	5	8	100
Stenkista	-	-	1	1	100
Slamavskiljare/ direktutsläpp	2	5	-	-	-
BDT och WC					
Slamavskiljare/direktutsläpp	5	16,5 ^A	39	105	52
Slamavskiljare/markbädd	3	4	17	38	37
Slamavskiljare/infiltration	1	5	4	11	45
Slamavskiljare/grusfilterbrunn	-	-	14	38	68
Totalt	32	78	80	201	54

¹ Antal personer är beräknat per helår, men fritidsbostaden används endast delar av året. Där det inte angivits hur många personer som nyttjar bostaden och under hur lång tid, har vissa antaganden gjorts.

² Antal personer som större delen av dagen vistas i bostaden i procent av antal boende/hus.

³ BDT- vattnet leds till åkerdränering eller direkt till dike.

^A Lägggården har ej inräknats.

Den årliga kväve- och fosforförlusten från enskilda avlopp har beräknats baserat på uppgifter från inventeringen 1994. Vissa antaganden har fått göras för att komplettera uppgifter som saknats. Varje person beräknas producera 4,9 kg kväve och 0,8 kg fosfor per år. För fritidsbostäderna saknas i vissa fall uppgifter om antal personer per hushåll och antal månader per år som huset används. Det har då antagits att 2,5 personer/hushåll nyttjar bostaden i 2 månader/år. Belastningen från enskilda avlopp kopplade till fritidshus har viktats med avseende på hur stor del av året som huset nyttjas. Det har även antagits att all WC- och BDT-vatten produceras i bostaden. För de permanent boende i området har en viktning skett med avseende på avloppsanläggningens nyttjandegrad. Viktningen har bara skett för WC-vatten och det har antagits att 40 % av toalettbesöken sker i hemmet (Carlsson, 1999). Reningsgrad för respektive reningsmetod anges i appendix 4. De enskilda avloppen beräknas belasta recipienten med totalt 103 kg fosfor och 617 kg kväve per år.

Klimat och avrinning

För nederbördsdata används SMHI:s nederbördsstation Traneberg vilken är belägen drygt 35 km söder om Averstadåns utlopp. Temperaturmätningar redovisas från Karlstads flygplats. I tabell 6 anges normalvärden 1961-90 och min- och maxvärden för månadsmedelvärden 1988/1989 till 1999/2000. Eftersom temperaturen anges som medelvärden kan högre och lägre temperaturer förekomma inom månaden.

Tabell 6. Normalnederbörd och temperatur 1961-90 för SMHI:s station Traneberg och Karlstad. Min- och maxvärden för månadsnederbörd och månadsmedeltemperatur

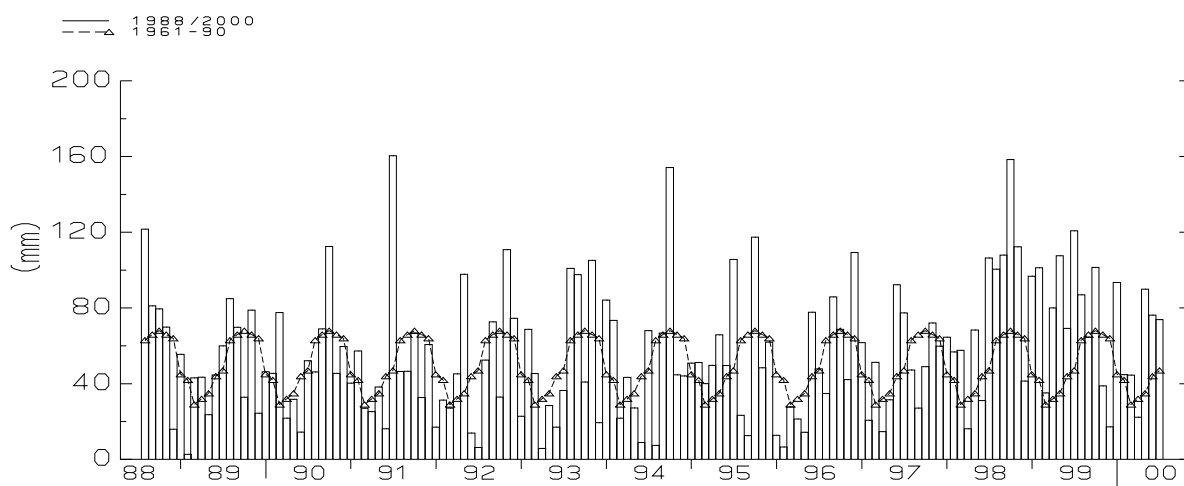
	<i>Nederbörd Temperatur</i>	
Normal 1961-90	601	5,4
Max 1988 till 2000 (månadsvärde)	160	20,5
Min 1988 till 2000 (månadsvärde)	3	-8,9

Större delen av 12-års perioden har varit varmare än normalt och nederbördsrikare än normalnederbörden (tabell 6 och 7). Totalt 8 av 12 år har högre årsnederbörd än normalt och 10 av 12 år har en högre årsmedeltemperatur. Det är främst den senare delen av perioden som är nederbördsrikare medan temperaturen är något lägre under samma period jämfört med de sex första åren i mätperioden. Medelvärdet för hela mätperioden är betydligt över normalvärdet, både för nederbörd och temperatur.

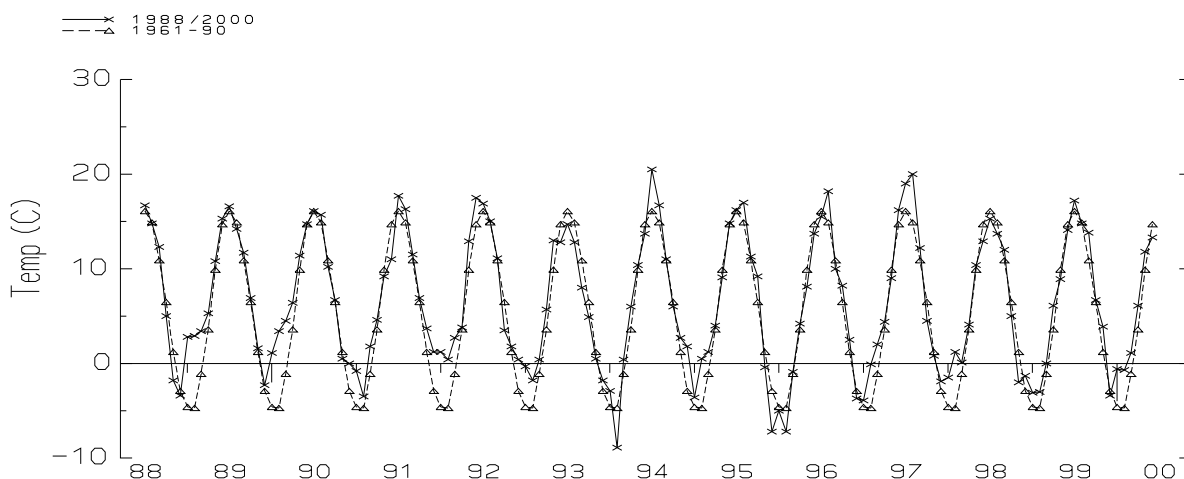
Perioden juli till november har den högsta månadsnederbörden och i September har vid ett flertal tillfällen t ex 1990, 1994 och 1998 uppmätts en mycket hög nederbörd. Åren 1993/1994 och 1995/1996 hade kalla vintrar med temperaturer som sjönk betydligt under de normala medan övriga vintrar har varit ganska milda. Vinter 1991/1992 sjönk inte medeltemperaturen under noll. Under perioden har det även förekommit en del varma somrar med temperaturer betydligt över det normala (figur 3 och 4).

Tabell 7. Nederbörd (mm), temperatur (°C) och avrinning (mm) som årsvärden under 1988/1989 till 1999/2000. Specifik avrinning mm/år= 0,032 l/(s*km²)

	<i>Nederbörd (mm)</i>	<i>Temperatur (°C)</i>	<i>Avrinning (mm)</i>
1988/1989	641	7,0	328
1989/1990	583	7,5	176
1990/1991	698	6,0	265
1991/1992	492	8,0	264
1992/1993	568	6,5	188
1993/1994	691	4,8	338
1994/1995	730	7,1	355
1995/1996	472	4,9	75
1996/1997	690	6,5	206
1997/1998	656	6,8	370
1998/1999	1131	5,5	500
1999/2000	754	7,0	331
Medel 1988/2000	676	6,5	283
Medel 1988/1994	612	6,6	260
Medel 1994/2000	739	6,3	306

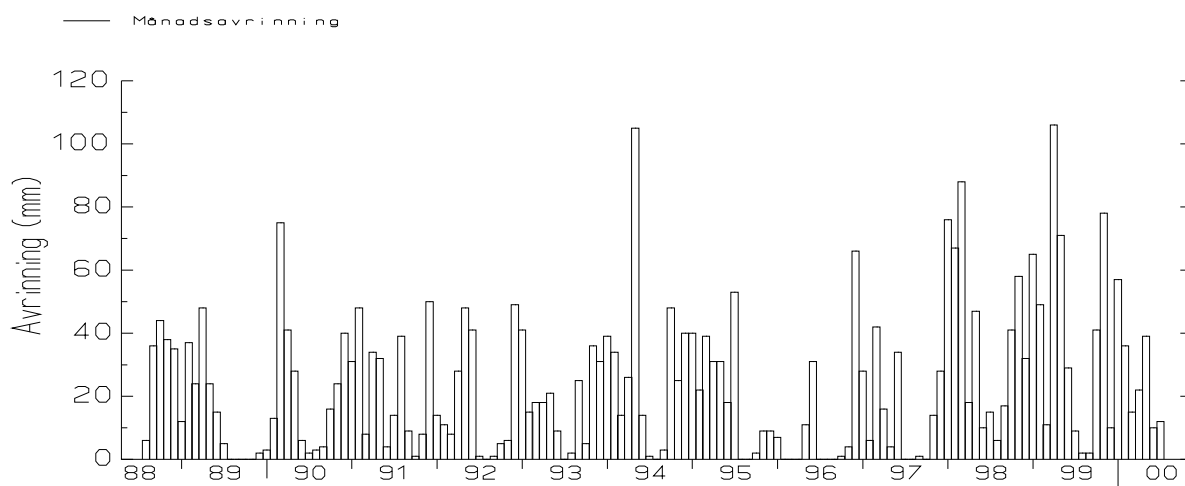


Figur 3. Månadsnederbörd (mm) vid SMHI:s klimatstation Traneberg för perioden juli 1988 till juni 2000 och normalnederbörd 1961-91.



Figur 4. Månadsmedeltemperatur vid Karlstads flygplats och normaltemperatur 1961-90.

Avrinningen för perioden 1 juli 1988 till 30 juni 1994 har beräknats från justerad vattenföring från SMHI:s station Kvarntorp, belägen drygt 45 km norr om Averstadåns nordliga avgränsning. Årsavrinningen är under de sex första åren i mätperioden lägre än under de senare åren (tabell 7). En betydligt lägre nederbörd har även uppmätts under de första åren vilket kan förklara skillnaderna i medelavrinning. Inomårsvariationen är vissa år betydande, men en hög avrinning förekommer främst under sen höst och vinter (figur 5). Trots att det faller en del regn under sommarmånaderna är avrinning betydligt lägre jämfört med vinterhalvåret vilket bl a beror på att växtupptag och avdunstning förbrukar vattnet. Nederbörden ger oftast en snabb respons i flödet (appendix 5), men två olika delperioder kan urskiljas inom mätperioden där den skattade dygnsvattenföringen (1988 till 1994) har lägre toppar och ett högre basflöde jämfört med 1994 till 2000 då flödet har mätts. Skillnaden i vattenföringen jämnar dock ut sig beräknat på månads- och årsbasis (tabell 7 och appendix 6).



Figur 5. Månadsavrinning (mm) från 1 juli 1988 till 30 juni 2000.

Resultat från vattenprovtagning

Flödesvägda halter och medelvärden

Kväveförlusterna beror av en rad faktorer så som jordart, avrinningens storlek och fördelning under året, marktemperatur och restkväve i markprofilen på hösten. Fosfor är till skillnad mot kväve starkt partikelbunden och den största förlusten sker i samband med hög avrinning då erosion av marken uppkommer. I Averstadån är de flödesvägda årsmedelhalterna av kväve jämna mellan åren och verkar inte heller ha ökat eller minskat under mätperioden. Däremot kan en ökning av fosforhalten under den senare delen av mätperioden urskiljas och det verkar vara främst den partikulärt bundna fosfor som bidragit till ökningen av totalfosforhalten (tabell 8 och figur 6). En större andel partikulärt bunden fosfor och en ökande halt suspenderat material tyder på att den ökande halten av fosfor beror på att avrinningen är högre under de senare åren i mätserien. Detta eftersom en större avrinning kan leda till högre erosionsförluster. Till viss del kan även ökningen i halt förklaras med att stallgödselanvändningen troligtvis har ökat, men detta borde då även ha lett till en högre ammoniumkvävehalt vilket inte är fallet.

Medelhalterna för 11-årsperioden för totalkväve och totalfosfor var 3,4 respektive 0,11 mg/l. Halterna kan jämföras med medelhalter för det övre, skogsdominerade delområdet där medelhalten för perioden 1988/1989 till 1990/1991 var 0,79 och 0,039 mg/l för totalkväve respektive fosfor. Dessa halter kan anses utgöra bakgrundshalter vilket kan ses som en utlakning som äger rum med låg mänsklig påverkan och som representerar utlakningen från skog och obrukad mark. Utlakningens storlek från skogsmark påverkas av olika skogsbruksmetoder t ex avverkning, dikning, markberedning och gödsling.

Det agrohydrologiska året 1995/1996 hade en hög kvävehalt vilket kan bero på att den låga avrinningen (75 mm) inte gav upphov till någon större utspädningseffekt. Halten av partikulärt bunden fosfor blev 1995/1996 den lägst uppmätta under mätperioden eftersom den låga avrinningen troligtvis inte gav upphov till någon större förlust av fosfor genom erosion. Den

låga avrinningen under 1995/1996 gjorde att även halten suspenderat material och TOC² blev de lägsta i mätperioden, men samtidigt steg alkaliniteten och konduktiviteten. Betydelsen av de olika mätparametrarna förklaras i appendix 9.

Tabell 8. Flödesvägda årsmedelhalter från 1988/1989 till 1999/2000 i Averstadån, mg/l där inget annat anges. Kursiva värden avser aritmetiska medelvärden

	Flödesvägda medelhalter (mg/l)								Aritmetiska medelvärden		
	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P	Susp mtrl	TOC	Alkalinitet (mmol/l)	Kond (mS/m)	pH
1988/1989	2,3	1,4	-	0,136	0,017	-	-	-	<i>0,66</i>	<i>15</i>	<i>7,3</i>
1989/1990	4,2	2,7	-	0,075	0,039	-	-	-	<i>0,53</i>	-	<i>7,0</i>
1990/1991	3,9	2,9	-	0,094	0,058	-	-	-	<i>0,57</i>	-	<i>6,9</i>
1991/1992	3,8	3,4	-	0,145	0,035	-	-	-	<i>0,60</i>	-	<i>6,9</i>
1992/1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993/1994	2,6	1,6	-	0,093	0,034	-	19	-	<i>0,60</i>	<i>15</i>	<i>6,7</i>
1994/1995	3,6	2,1	0,07	0,082	0,022	0,035	27	21	<i>0,54</i>	<i>15</i>	<i>6,9</i>
1995/1996	4,0	2,6	0,11	0,087	0,027	0,033	19	18	<i>1,1</i>	<i>22</i>	<i>6,7</i>
1996/1997	3,6	2,4	0,08	0,103	0,018	0,051	35	19	<i>0,77</i>	<i>19</i>	<i>6,7</i>
1997/1998	3,2	2,0	0,10	0,146	0,019	0,091	73	19	<i>0,62</i>	<i>16</i>	<i>6,7</i>
1998/1999	2,5	1,2	0,13	0,140	0,040	0,072	45	22	<i>0,64</i>	<i>15</i>	<i>6,8</i>
1999/2000	3,2	1,8	0,10	0,152	0,037	0,092	59	23	<i>0,78</i>	<i>16</i>	<i>7,0</i>
Medel	3,4	2,2	0,10	0,11	0,03	0,06	40	20	<i>0,67</i>	<i>17</i>	<i>6,9</i>

Uppmätta halter

I appendix 9 redovisas mätresultat från 1987 till december 2000 för samtliga uppmätta parametrar, likaså redovisas i diagramform pH, alkalinitet och konduktivitet och uppmätta halter av TOC och suspenderat material i appendix 7a och 7b. För vissa parametrar t ex nitratkväve har halterna en högre spridning under de första mätåren jämfört med senare del av mätperioden. Detta kan delvis bero på att olika analyslaboratorier har använts. Vid ett par tillfällen har förhöjda totalfosforhalter, främst bestående av partikulär fosfor, uppmätts då vattenföringen varit låg. Enstaka toppar i partikulärt bunden fosfor kan bero på att slam har ansamlats vilket vid låg vattenföring fås med vid provtagningen. Vid bl a årsskiftet 1995/1996 och hösten 1996 och 1999 förekommer förhöjda halter av ammoniumkväve vilket kan tyda på påverkan från punktkällor eftersom vattenföringen varit låg. Halterna steg från ca 0,1 mg/l till mellan 1,0 och 1,8 mg/l.

Bekämpningsmedel

I juni 1989 togs ett prov i Averstadån för analys av bekämpningsmedelsrester. Inga rester kunde påvisas i provet. Även i juni 1991 togs ett vattenprov vid vattenföringsstationen för analys av bekämpningsmedelsrester. Provet analyserades med avseende på sju olika substanser, men endast en substans kunde påvisas. Den påvisade substansen var bentazon som är en aktiv substans i ogräsmedel bl a i Basagran. Påvisningsgräns 0,1 µg/l och påvisad halt 0,1 µg/l (appendix 10). Påvisningsgränsen för bekämpningsmedel är idag lägre än den var 1991 vilket gör att det kan vara möjligt att hitta bekämpningsmedelsrester vid lägre halter än 0,1 µg/l.

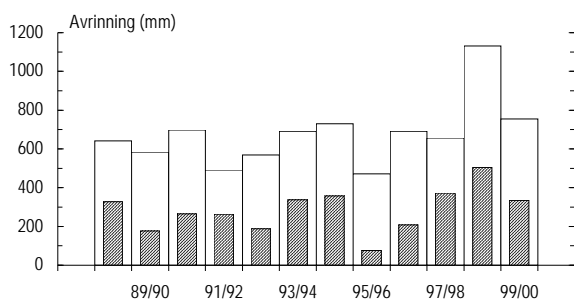
² Totalt Organiskt Kol

Årstransporter

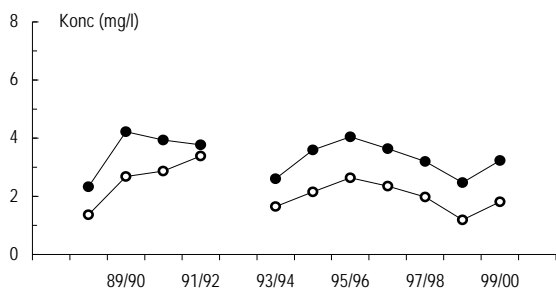
Transporterna av totalkväve varierar måttligt mellan åren i mätperioden, från 300 kg/km² 1995/1995 till drygt 1200 kg/km² 1998/1999. Totalfosfortransporten varierar betydligt mer, mellan 6,5 kg/km² 1995/1996 och 70 kg/km² 1998/1999 (tabell 9 och figur 6). Variationen utgörs främst av partikulär fosfor och följer variationen i avrinningen mellan åren. Den låga avrinningen 1995/1996 gjorde att transporterna både för totalkväve och fosfor blev de lägsta i mätserien. Även suspenderat material och TOC hade väldigt låga transporter under 1995/1996 eftersom halterna var de lägst uppmätta i mätserien.

Tabell 9. Årsavrinning (mm) samt årstransporter (100*kg/km²) fördelade över avrinningsområdets hela areal (35,2 km²) för Averstadsån från 1988/1989 till 1999/2000

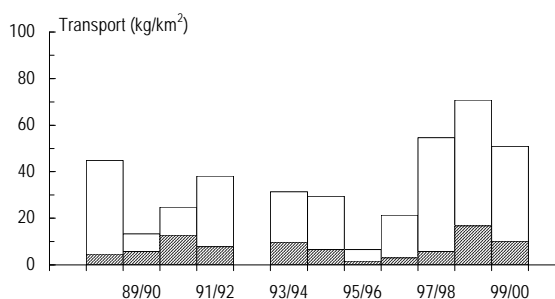
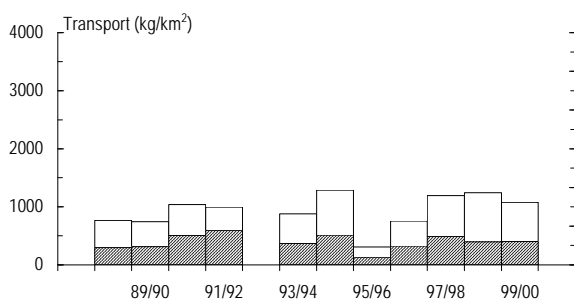
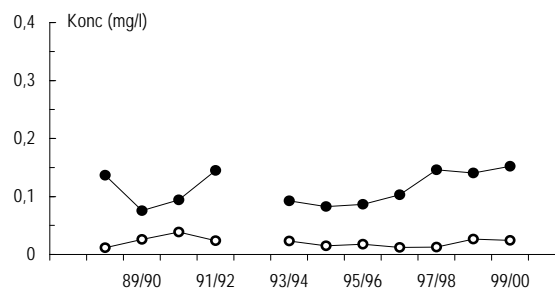
	Avrinning	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P	Susp mtrl	TOC
1988/1989	328	7,7	4,5	-	0,448	0,056	-	-	-
1989/1990	176	7,4	4,7	-	0,133	0,069	-	-	-
1990/1991	265	10,4	7,6	-	0,249	0,153	-	-	-
1991/1992	264	9,9	8,9	-	0,382	0,093	-	-	-
1992/1993	188	-	-	-	-	-	-	-	-
1993/1994	338	8,8	5,6	-	0,314	0,116	-	66	-
1994/1995	355	12,8	7,6	0,27	0,292	0,078	0,125	97	76
1995/1996	75	3,0	2,0	0,09	0,065	0,020	0,025	14	13
1996/1997	206	7,5	4,8	0,16	0,212	0,037	0,106	73	39
1997/1998	370	11,8	7,3	0,38	0,541	0,069	0,336	271	70
1998/1999	500	12,3	5,9	0,67	0,701	0,199	0,358	223	111
1999/2000	331	10,7	6,0	0,33	0,502	0,121	0,303	196	75
Medel	283	9,3	5,9	0,32	0,35	0,09	0,21	134	64



Kväve



Fosfor

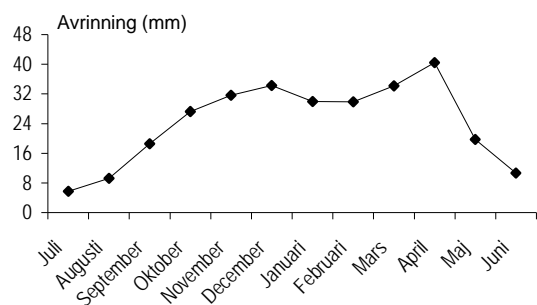


Figur 6. Nederbörd (hel stapel) och avrinning (streckad). Flödesvägd halt av totalkväve (●) och nitratkväve (○). Transport av totalkväve (hel stapel) och nitratkväve (streckad). Flödesvägd halt av totalfosfor (●) och fosfatfosfor (○). Transport av totalfosfor (hel stapel) och fosfatfosfor (streckad). Resultat för året 1992/1993 ingår ej p g a avsaknad av provtagningar.

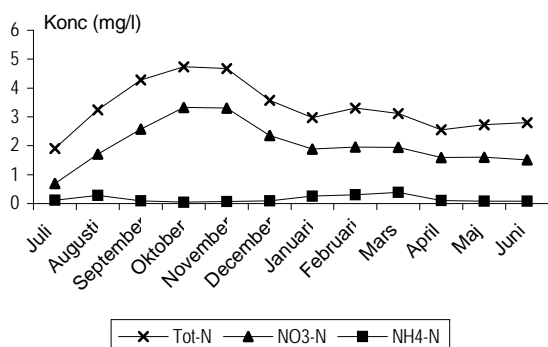
Inomårsvariationer

För att kunna se hur ett genomsnittligt år varierar med avseende på halter, transporter och avrinning har ett månadsmedel baserat på 11 år beräknats för varje månad (figur 7). Koncentrationerna av kväve är generellt låga under sommaren då växtupptaget är som störst och ökar under hösten när växtupptaget avtar och förhållandena för mineralisering fortfarande är gynnsamma. Under vintern och våren sjunker åter halterna eftersom det mesta nitratkvävet redan utlakats. Fosforhalterna följer i princip samma mönster som kvävet, men koncentrationerna sjunker kraftigt redan i september. I februari uppkommer en haltökning främst av partikulär fosfor. Detta beror på snösmältning som sker under dagen vilket ger upphov till ytavrinning och erosion och således förhöjda halter av partikulärt bunden fosfor. Snösmältningen ger endast en relativt liten ökning i flödet vid samma tillfälle.

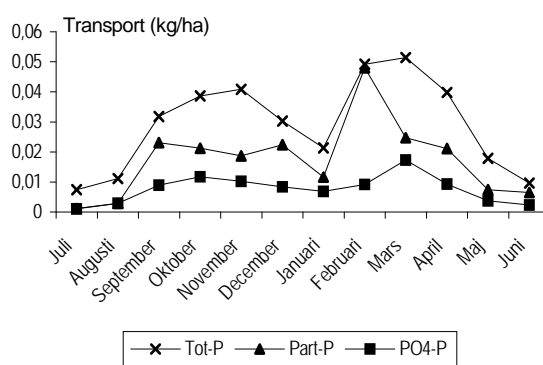
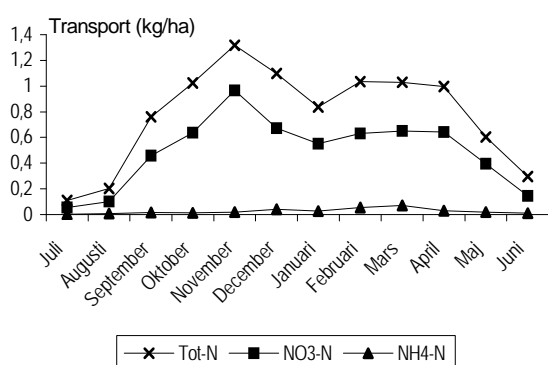
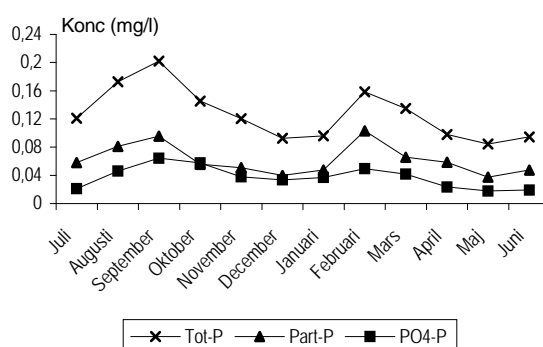
Avrinningen är låg på sommaren och ökar under hösten när växtupptaget och avdunstningen minskar och markvattenförråden fylls på av höstens regn. Under vintern sjunker avrinningen något och i april sker åter en ökning vilket kan bero på snösmältning, men enstaka höga avrinningsvärden under vårmånaderna har troligtvis påverkat årsmönstret. Transporterna av både kväve och fosfor är som en följd av låg avrinning och låga koncentrationer, små under sommarmånaderna. Ökningen i transporter sker under hösten fram till november för att sedan sjunka något. I februari sker en kraftig ökning av fosfortransporten till följd av ökningen i koncentrationen. I mars sjunker åter transporten av fosfor medan kvävetransporten är på en jämn nivå fram till april för att sedan sjunka till följd av minskad avrinning.



Kväve



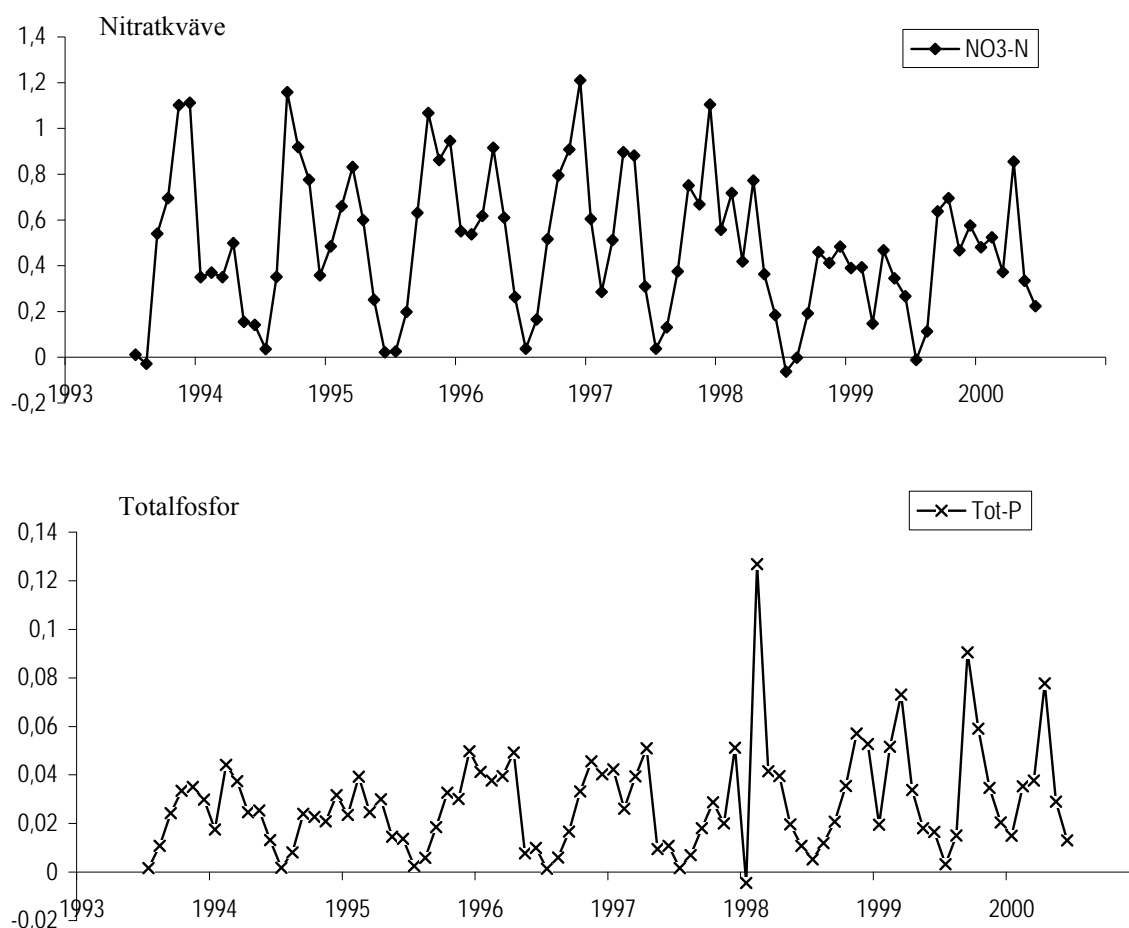
Fosfor



Figur 7. Avrinning (mm), flödesvägda halter (mg/l) och transporter ($100 \cdot \text{kg}/\text{km}^2$) beräknade per månad för mätperiodens 11 år.

Trendanalys

En trendanalys för nitratkväve- och totalfosfortransporter för perioden 1 juli 1993 till 30 juni 2000 har utförts. Analysen visar ingen statistiskt säkerställd trend, varken nedåtgående eller uppåtgående, vid signifikansen 5 %. Varken för nitratkväve eller totalfosfor. Flödesnormaliserade månadstransporter för nitratkväve och totalfosfor visas i figur 8. Flödesnormaliseringen visar ett årsmönster för Averstadån liksom det som åskådliggörs i figur 7, men mönstret är tydligare än vad flödesvägda halter och transporter kan visa. Transporterna varierar med ett par undantag likartat mellan åren. Som följd av en kraftigt förhöjd halt av fosfor i början av 1998 uppstår vid detta tillfälle en mycket förhöjd flödesnormaliserad fosfortransport. Negativa värden kan uppstå på grund av den dämpning som ingår i formeln för flödesnormaliseringen. Dämpningen innebär att icke-linjära avvikelser från sambandet mellan transport och avrinning inte tas lika stor hänsyn till. Vissa år är denna dämpning troligtvis för stor vilket ger de negativa transporterna. Flödesnormaliseringen är mest lämpad att användas för kväve eftersom fosfor i huvudsak är partikelbunden och förlusten främst beror av erosionsprocesser. Fosfortransporterna är på grund av detta starkt tidsvarierande och har höga toppar i samband med kraftig avrinning. Flödesnormaliseringen kan ibland bara kompensera för delar av den uppkomna mellanårsvariationen (Stålnacke & Grimvall, 1999).



Figur 8. Flödesnormaliserade månadstransporter av nitratkväve och totalfosfor (kg/ha).

Jämförelse med andra avrinningsområden

Långtidsmedelvärden för 12 typområden belägna i tre av SCB:s produktionsområden har använts för att jämföra avrinning, förluster och halter med motsvarande värden från Averstadån. Merparten av områdena är liksom Averstadån belägna inom Svealands slättbygder, men tre områden är belägna i Götalands och ett område i Svealands skogsbygder. I tabell 10 anges karakteristik för de olika områdena. Den jämförda tidsperioden är för de flesta områdena kortare än för Averstadån. Mätningar i de jämförande typområdena startade 1989 i ett område, men för de flesta områdena som använts för jämförelsen startade mätningarna 1993 eller senare. Korta tidsserier gör att mellanårsvariationerna inte utjämnas utan enstaka år med låga eller höga förluster kan få stor påverkan. De flesta typområdena är mindre och har en högre andel jordbruksmark än Averstadån. Ett litet området gör att handlings sättet vid en enstaka brukningsenhet kan påverka förluster och halter medan en stor andel åkermark minskar andra källors påverkan.

De beräknade transporter och flödesvägda halterna inkluderar förlusten från hela avrinningsområdet och ingen hänsyn har således tagits till andelen åkermark eller om något område har en stor andel påverkan från punktkällor. Medelvärdena avser hela mätperioden i respektive typområde. Averstadån har i jämförelse med övriga områden en relativt måttlig halt av totalkväve där medelhalten är lägre än för produktionsområdena. Ungefär hälften av typområdena har högre halter. Även halten av totalfosfor är måttlig, men medelhalten för områdena i Svealand är något högre. De flesta typområdena har mellanlera eller styv lera som dominerande jordart vilket ger högre halter av partikulär fosfor jämfört med Averstadån. Avrinningen är hög jämfört med typområden i Svealand vilket ger transporten i nivå med övriga typområden. För områden i Götaland är avrinningen högre än i Averstadåns avrinningsområde vilket trots måttliga halterna gör att transporter blir nästan dubbelt så stora för totalkväve jämfört med Averstadån och något högre för totalfosfor (tabell 11).

Tabell 10. Karakteristik för typområden belägna i tre av SCB:s produktionsområden. Antal år anger mätperiodens längd

Typområde	Län	Antal år	Areal ¹ (ha)	Åkermark (%)	Dominerande jordart
<i>Götalands skogsbygder (Gsk)</i>					
Draftingebäcken	Jönköpings	6	193	79 ^a	sand
Öxnevallabäcken	Västra Götalands	7	1150 (430)	55 ^b	mellanlera
Vikenbäcken	Västra Götalands	7	600	37	mellanlera
<i>Svealands skogs- & slättb. (Ssk & Ss)</i>					
Vällbäcken	Örebro	6	2500	45	styv lera
Fiholm	Västmanlands	7	470	62	styvlera
Frögärdebäcken	Västmanlands	7	760	53	mellanlera
Hillestabäcken	Södermanlands	6	260	60	mellanlera
Bergshammarsbäcken	Södermanlands	6	1500	62	mellanlera
Långtora	Uppsala	6	3290	60 ^a	mellanlera
Skepptuna	Stockholms	8	2100	52	mellanlera
Lohärad	Stockholms	7	1849 (917)	47	lättlera
Mässingsboån (Ssk)	Dalarnas	11	5787	37	mjäla
Averstadån	Värmlands	11	3521	39	lättlera

¹ Areal inom parentes avser typområdet, den större arealen avser hela avrinningsområdet

^a Åkermark samt betesmark

^b Andel av typområdet

Tabell 11. Långtidsmedelvärden för avrinning (mm/år), transporter (100*kg/km²) och flödesvägda halter (mg/l) för 12 olika typområden samt medelvärden för produktionsområdena

Typområde	Avr	Transport						Halter					
		Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P	Tot-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Tot-P	PO ₄ -P	Part-P
<i>Gsk</i>													
Draftinge	399	19	14	0,66	0,30	0,07	0,14	4,9	3,6	0,17	0,07	0,02	0,03
Öxnevalla	605	18	13	0,28	0,43	0,05	0,30	3,2	2,3	0,05	0,07	0,01	0,05
Vikenbäcken	417	10	6	0,60	0,61	0,21	0,29	2,9	1,8	0,17	0,16	0,06	0,07
Medel	474	16	11	0,51	0,45	0,11	0,24	3,7	2,6	0,13	0,10	0,03	0,05
<i>Ssk & Ss</i>													
Vällbäcken	255	6	3	0,40	0,72	-	0,52	2,5	1,4	0,21	0,27	-	0,19
Fiholm	249	9	6	0,47	0,75	0,44	0,46	3,8	2,6	0,18	0,30	0,16	0,18
Frögärde	293	9	7	0,31	0,44	0,26	0,24	3,3	2,5	0,11	0,13	0,08	0,07
Hillesta	222	9	7	0,46	0,29	0,10	0,20	3,9	2,9	0,22	0,12	0,04	0,08
Bergshammarsbäcken	240	12	10	0,22	0,20	0,10	0,15	4,7	4,0	0,09	0,08	0,03	0,06
Långtora	214	7	5	0,07	0,33	0,10	0,19	3,5	2,5	0,05	0,13	0,04	0,07
Skepptuna	171	7	5	0,24	0,25	0,11	0,10	4,2	3,1	0,16	0,14	0,07	0,05
Lohärad	193	9	7	0,10	0,20	0,10	0,06	4,7	3,5	0,06	0,10	0,05	0,03
Mässingsboån	259	5	3	0,55	0,22	0,06	0,09	1,8	1,1	0,24	0,09	0,03	0,04
Medel	233	8	6	0,31	0,38	0,16	0,22	3,6	2,6	0,15	0,15	0,06	0,08
Averstadån	283	9	6	0,32	0,35	0,09	0,21	3,4	2,2	0,10	0,11	0,03	0,06

Källfördelning

En källfördelning har beräknats för området. I den ingår både diffusa källor så som läckage från skogs-, jordbruks- och övrig mark och påverkan från olika punktkällor. De punktkällor som har tagits med i beräkningen är enskilda avlopp och gödselanläggningar. Förlusterna av kväve och fosfor från skogsmark och övrig mark har skattats med hjälp av resultat från vattenprovtagning i det övre delavrinningsområdet. Arealförlusten från övrig mark har antagits vara lika stor som för skogsmarken. I övrig mark ingår både våtmark och annan mark som inte är skogs- eller åkermark. Detta kan vara t ex impediment av olika slag och vägar. Annan mark har beräknats till 3 % av totalarealen baserat på uppgifter om arealer för 1987 och 1994 (appendix 1). Våtmark har beräknats till ca 2 %.

Prover togs i det övre, skogsdominerade området från augusti 1988 till maj 1992. Åren 1988/1989 till 1990/1991 har legat till grund för beräkningen av totalkväveförluster och totalfosforförluster. En arealsviktad vattenföring har använts och transporterna har beräknats på samma sätt som för hela avrinningsområdet. Arealförlusten från skogsmarken har sedan beräknats genom att flödesvägda halter har multiplicerats med medelvattenföringen för perioden 1988/1989 till 1999/2000 för att ge en utlakning som kan anses ske under ett normalår. Arealförlusten av totalkväve beräknades till 2,24 kg/ha och för totalfosfor till 0,11 kg/ha vid ett vattenföring som motsvarar en avrinning av 283 mm/år vilket antagits vara normalavrinningen i området. I medeltal för 11 år bidrar skogsmarken med 5118 kg kväve och 253 kg fosfor per år till Averstadån.

I vattendraget kan en viss retention av näringsämnen ske innan provtagningspunkten. I snabbt rinnande vatten kan det antas att fastläggningen av fosfor inte är så omfattande. I öppna, bevuxna diken som större delen av året är mer eller mindre torrlagda finns större förutsättningar för en retention av fosfor och i viss mån även kväve. Retentionen är svår att uppskatta, men för punktkällorna har antagits att 10 % av fosfor fastläggs från utsläppskällan till provtagningspunkten. Ingen retention har beräknats ske för kväve (Falck, 1996).

Nettoarealförlust från åkermark

Källfördelningen gör det möjligt att beräkna åkermarkens nettoarealförlust. Med nettoarealförluster menas åkermarkens utlakning till rotzonen (bruttoarealförluster) minus retentionsförluster och förluster till djupare grundvatten. Åkermarkens nettoarealförlust har beräknats som differensen mellan den totala arealförlusten och skattningarna av utsläpp från punktkällor och övriga markslag. Skattningarna gör att åkermarkens arealförlust kan bli negativ (då övriga källors förlust överstiger den totala transporten) och då har läckaget från åkermarken antagits vara noll.

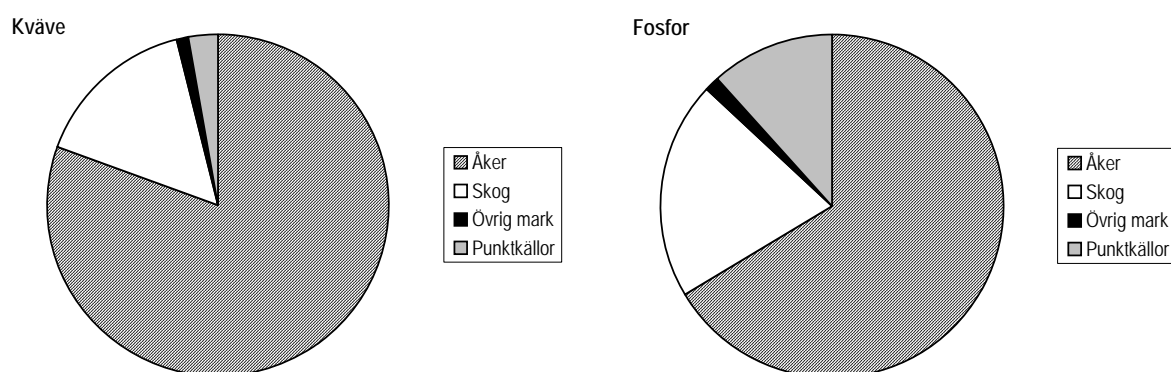
Det finns en mängd osäkerhetsfaktorer i beräkningarna. Generellt gör en mindre andel åkermark och påverkan från punktkällor som spridd bebyggelse att osäkerheten i den skattade nettoarealförlusten ökar. För kväve har andelen åkermark stor betydelse för skattningarnas säkerhet medan punktkällorna har mindre betydelse. Vid skattningarna av fosforförluster från åkermark kan även utsläppen från punktkällor vara betydande. Andra faktorer som påverkar osäkerheten i beräkningarna är områdets karaktär. Vattendragets längd och retentionsförmåga samt graden av täckdikning i området är faktorer som påverkar förlusterna av närsalter från ett område. Även förluster av närsalter till grundvattnet kan vara av betydelse. Under år med liten liksom under år med mycket hög avrinning ökar osäkerheten ytterligare.

Åkermarksläckaget inom Averstadåns avrinningsområde beräknades som medeltal per år för 11-års perioden till 19 kg kväve och 0,6 kg fosfor per hektar. Läckaget varierade mellan 5-27 kg kväve/hektar och 0,09-1,27 kg fosfor/hektar åkermark (tabell 12). Normalutlakningen av kväve för Svealands slättbygder är något högre än för Averstadån. Den är beräknad till 21 kg kväve/hektar och år med Averstadåns normalavrinning 283 mm. Normalutlakningen representerar utlakningen för ett "normalår" med normalt klimat och skördar. För övriga produktionsområden, Svealands och Götalands skogsbygder, var normalutlakningen ca 17 kg kväve per hektar och år (Johnsson och Hoffman, 1996).

Tabell 12. Nettoarealförlust och nettokoncentration från åkermark i Averstadåns avrinningsområde beräknat som medel för 11 år. Nettokoncentrationen är koncentrationen av kväve och fosfor i vatten från jordbruksmark d v s nettoarealförlusten delat med avrinningen

Nettoarealförlust	Kväve	Fosfor
Medel kg/(ha*år)	19	0,59
Minvärde kg/(ha*år)	5	0,09
Maxvärde kg/(ha*år)	27	1,27
Totalt kg/år	26 396	818
Nettokoncentration (mg/l)	6,7	0,21

Både för kväve och fosfor bidrar jordbruksmarken procentuellt med den största andelen av totalförlusten till vattendraget. Skogsmarken står för en betydande andel och för fosfor är även punktkällorna av betydelse för belastningssituationen (figur 9). Under de fem första åren i mätperioden är åkermarksläckaget något lägre än under de senare åren, 18 kg N/ha och 0,5 kg P/ha respektive 20 kg N/ha och 0,7 kg P/ha. Perioden 1988/1994 har en något lägre nederbörd och avrinning jämfört med åren 1994/2000 vilket kan förklarar skillnaden i läckaget.



Figur 9. Källfördelning (%) för kväve och fosfor. Övrig mark omfattar all mark som inte är skogs- eller åkermark och i punktkällor ingår enskilda avlopp och läckage från gödselanläggningar.

Diskussion och slutsatser

Viktiga slutsatser från sammanställningen:

- Den totala växtnäingsförlusten från omgivande område till Averstadån är hög eftersom området arealmässigt är stort. Arealkoefficienten för totalkväve är däremot endast något högre än medeltransporten från Svealands skogs- och slättbygder, ca 900 kg/km². Motsvarande siffra för totalfosfor är 35 kg/km² vilket är lägre än förlusten i Svealands skogs- och slättbygder. Transporterna är stabila mellan åren i undersökningsperioden.
- Koncentrationerna av både totalkväve och fosfor är måttliga i jämförelse med medelkoncentrationer för Svealands skogs- och slättbygder. Fosforhalten verkar ha ökat något under undersökningsperioden vilket troligtvis beror på den högre avrinningen under de senare åren i mätserien. Inga statistiskt signifikanta trender vid signifikansen 5 % har dock kunnat påvisas, varken för totalfosfor eller för nitratkväve.
- Årsmönstret visar att halter och transporter är låga under sommarmånaderna när växtupptaget är som störst och avrinningen som lägst. Koncentrationen stiger sedan under hösten när grödans växtupptag minskar. Avrinningen ökar igen under hösten när markvattenförråden fylls på och avdunstningen minskar vilket gör att även transporter ökar. Under vintern är avrinningen mindre och således är koncentrationerna även lägre än under hösten. Den största risken för växtnäingsförluster förekommer således under tidig höst och för fosfor även under februari till mars då tidiga snösmältningar orsakar erosionsförluster av partikulär fosfor.
- Källfördelning visar att åkermarken procentuellt bidrar till den största förlusten i området. Åkermarken tillför i medeltal 19 kg kväve per hektar och år till Averstadån vilket är något lägre än normalutlakningen för Svealands slättbygder. Motsvarande siffra för fosfor är 0,6 kg per hektar och år. Åkermarksförlusten har ökat under den senare delen av mätperioden vilket beror på högre avrinning.
- Beroende på med vilka värden som halter och transporter jämförs kan de anses vara både höga och låga. I jämförelse med läckage från skogsmark i området visar halterna på en tydlig påverkan från åkermark och punktkällor, men om halter och transporter jämförs med liknande typområden får de anses måttliga.
- För perioden 1988 till 1994 gör osäkerheter i flödesberäkningen att transporter troligtvis underskattas, speciellt vid högflöden. Flödet är även något osäkert för perioden 1 juli 1994 till 30 juni 2000 eftersom vattnet vid ett flertal tillfällen har stigit över mätsektionen (90 cm). Vattenhöjder över 90 cm (1,9 m³/s) inträffade endast vid ett fåtal tillfällen, men den totala volymen motsvarar 30 % av all vattenföring. Detta gör att felet i transportberäkningarna kan vara stort. Flygelmätningar borde göras för att kunna justera formeln som för närvarande används för flödesberäkningar vid höjder över 90 cm.

- Jordbruket i området verkar inte ha förändrats nämnvärt med avseende på vilka grödor som odlas. Däremot har djurantalet ökat under 90-talet vilket gjorda inventeringar tyder på. Detta kan på sikt leda till ett högre läckage eftersom en högre djurtäthet troligtvis leder till att andel stallgödsel ökar i förhållande till den totala mängden växtnäringsämnen som tillförs till åkermarken. Enligt uppgifter sker en bättre hushållning med växtnäringsämnen nu än tidigare, men detta kan inte ses i halterna i ån.
- En mer detaljerad odlingsinventering av de 7 mest intensivt odlade brukningsenheterna är önskvärt. För övriga gårdar är det troligtvis tillräckligt att göra en mindre inventering för att fastställa odlade grödor och djurantal.

Referenser

Bydén, S., Larsson, A. & Olsson, M. 1992. Mäta vatten. Göteborg.

Carlsson, C. 1999. Flöden av kväve och fosfor i avrinningsområdet Vansjön-Nordsjön. Seminarier och examensarbeten Nr 34. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Falck, Z. 1996. Punktkällornas betydelse för närsaltbelastningen på Långtorabäcken i Uppsala län. Länsstyrelsens meddelandeserie 1996:3. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen Uppsala län.

Gunnarsson, B. 1987. Averstadåns avrinningsområde. Kunskapssammanställning. Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Säffle kommun.

Hallgren Larsson, E. 2001. (red). Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län. Resultat till och med september 2000. IVL, B 1412.

Johnsson, H & Hoffmann, M. 1996. Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994. Avd. för vattenvårdslära, SLU.

Kyllmar, K. 2000. Trender i transporter av nitratkväve i avrinnande vatten från jordbruksmark. Teknisk rapport 59. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Miljöbalken, 1999. Förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.

SNV, 1987. Förslag till åtgärder för att minska den svenska föroreningsbelastningen på Öresund. Naturvårdsverket rapport 3315.

SNV, 1990. Små avloppsanläggningar. Hushållsspillvatten från högst 5 hushåll. Naturvårdsverket allmänna råd 87:6.

SNV, 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? Naturvårdsverket rapport 4425.

Steineck, S. 2001. Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Telefon: 018-303300. Muntligt meddelande.

Stålnacke, P. & Grimvall, A. 1999. Hydrological normalization of nutrient deliveries from agricultural catchments. Milliken, G.A. (ed.) Proceedings from the eleventh annual conference on applied statistics in agriculture, April 25-27, 1999. Manhattan, Kansas.

Säffle kommun, 1989. Recipientkontroll i Averstadån och Forsviksån, Säffle kommun 1987-1989. Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Säffle kommun.

Törnqvist, A. 1994. Averstadåns avrinningsområde 1994. Faktasammanställning inom ett JRK-område. Miljö- och hälsoskyddskontoret, Säffle kommun.

Appendix 1 till 11

Innehåll

Appendix 1. Arealer uppdelat i olika markslag och angivet i hektar och procent för 1987, 1994 och 1999. Markslagen är till viss del olika definierade beroende på att inte samma tillvägagångssätt har använts vid de olika inventeringarna.

Appendix 2. Antal djur och djurenheter (D.E.) 1994 uppdelat på djurslag.

Appendix 3. Jordbruksmarkens användning 1987, odling av olika grödor (%).

Appendix 4. Reningsgrad (%) för olika reningsmetoder (SNV, 1990).

Appendix 5. Dygnsnederbörd (mm) från SMHI:s station Traneberg och dygnsflöde (l/s) i Averstadån mellan 1 juli 1988 till 30 juni 2000.

Appendix 6. Jämförelse mellan uppmätt och skattad avrinning (mm) och beräkning av totalkväve och fosfor ($100 \cdot \text{kg}/\text{km}^2$) med uppmätt och skattat flöde. Medelvärden för perioden anges liksom den procentuella skillnaden.

Appendix 7a och 7b. Alkalinitet (mmol/l), pH och konduktivitet (mS/m) i Averstadån från 1 juli 1988 till 30 juni 2000. Uppmätta halter av suspenderat material (mg/l) och totalt organiskt kol (mg/l) i Averstadån från 1 juli 1988 till 30 juni 2000.

Appendix 8. De olika källornas andel (%) av den totala transporten i Averstadån.

Appendix 9. Analysvärden och förklaring till analysparametrar.

Appendix 10. Analysresultat från analys av bekämpningsmedel i vattenprov.

Appendix 11. Karta över Averstadåns avrinningsområde.

Appendix

Appendix 1. Arealer uppdelat i olika markslag och angivet i hektar och procent för 1987, 1994 och 1999. Markslagen är till viss del olika definierade beroende på att inte samma tillvägagångssätt har använts vid de olika inventeringarna. Osäkerhet i materialet gör att summan av markslagen 1994 inte uppnår totalsumman.

	1987	1994	1999
Åkermark	1430	1369	1390
Skog	1867	1941	2063,3
Våtmark ¹	-	60	67,74
Bete ²	17,5	53	-
Annan mark ³	174,5	70,2	-
Totalt (ha)	3490	3510	3521
Markslag (%)	1987	1994	1999
Åkermark	41	39	39,5
Skog	53,5	55,3	58,6
Våtmark	-	1,7	1,9
Bete	0,5	1,5	-
Annan mark	5	2	-
Totalt (%)	100	99,5	100

¹ För 1987 ingår våtmark i annan mark

² För 1999 ingår bete i åkermark

³ För 1999 ingår annan mark i skog. För 1994 ingår i annan mark endast tomtmark. Impediment, vägar etc ingår i skogsmark

Appendix 2. Antal djur och djurenheter (D.E.) 1994 uppdelat på djurslag.

Djurslag	Antal	D.E.
Mjölkkor	180	180
Nötkreatur	52	52
Ungnöt	328	164
Slaktsvin	2030	203
Suggor	199	66,3
Hästar	13	13
Får	18	1,2
Fjäderfän	165	1,65
Totalt	-	681

En djurenhet motsvarar:

1 fullvuxet nötkreatur eller

1 häst eller

2 ungnöt eller

3 suggor eller

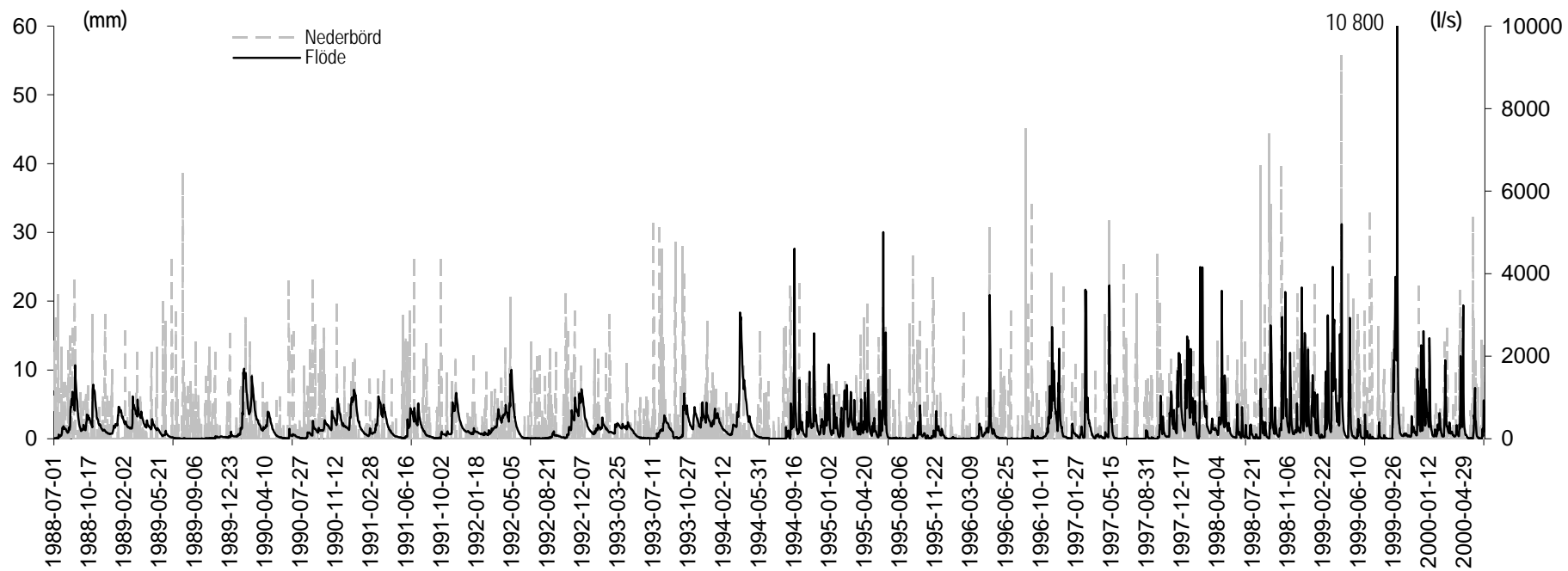
10 slaktsvin (Miljöbalken, 1999)

Appendix 3. Jordbruksmarkens användning 1987, odling av olika grödor (%).

Gröda	Andel (%)
Vall	10
Bete	1,5
Potatis	3,4
Träda	0,6
Stråsäd inkl. oljeväxter	84,5
- varav havre och korn	75
Totalt	100

Appendix 4. Reningsgrad (%) för olika reningsmetoder (SNV, 1990).

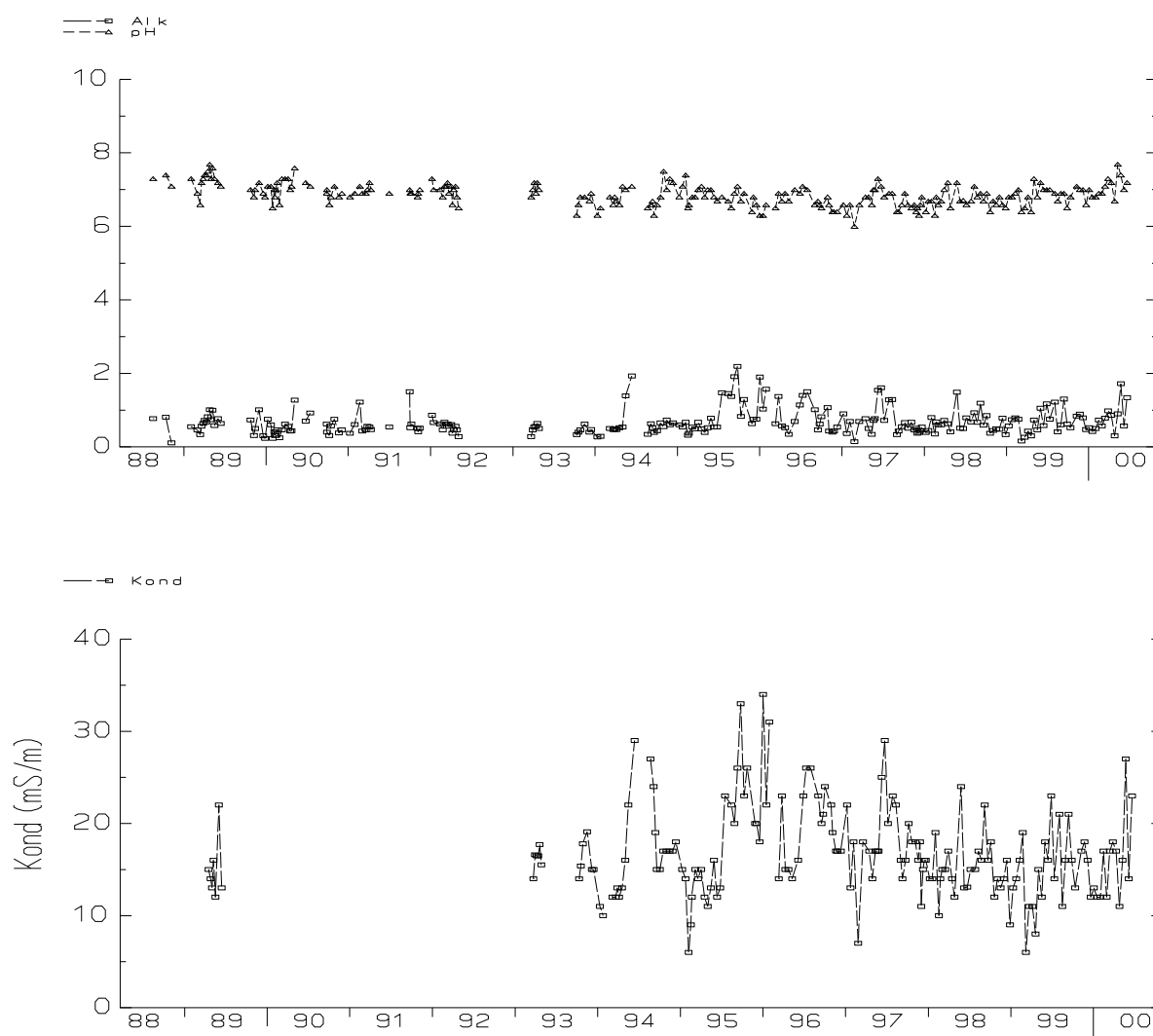
	Kväve	Fosfor
Slamavskiljare	15	15
Markbädd	30	30
Infiltration	30	70
Grusfilterbrunn	25	25
Stenkista	10	10



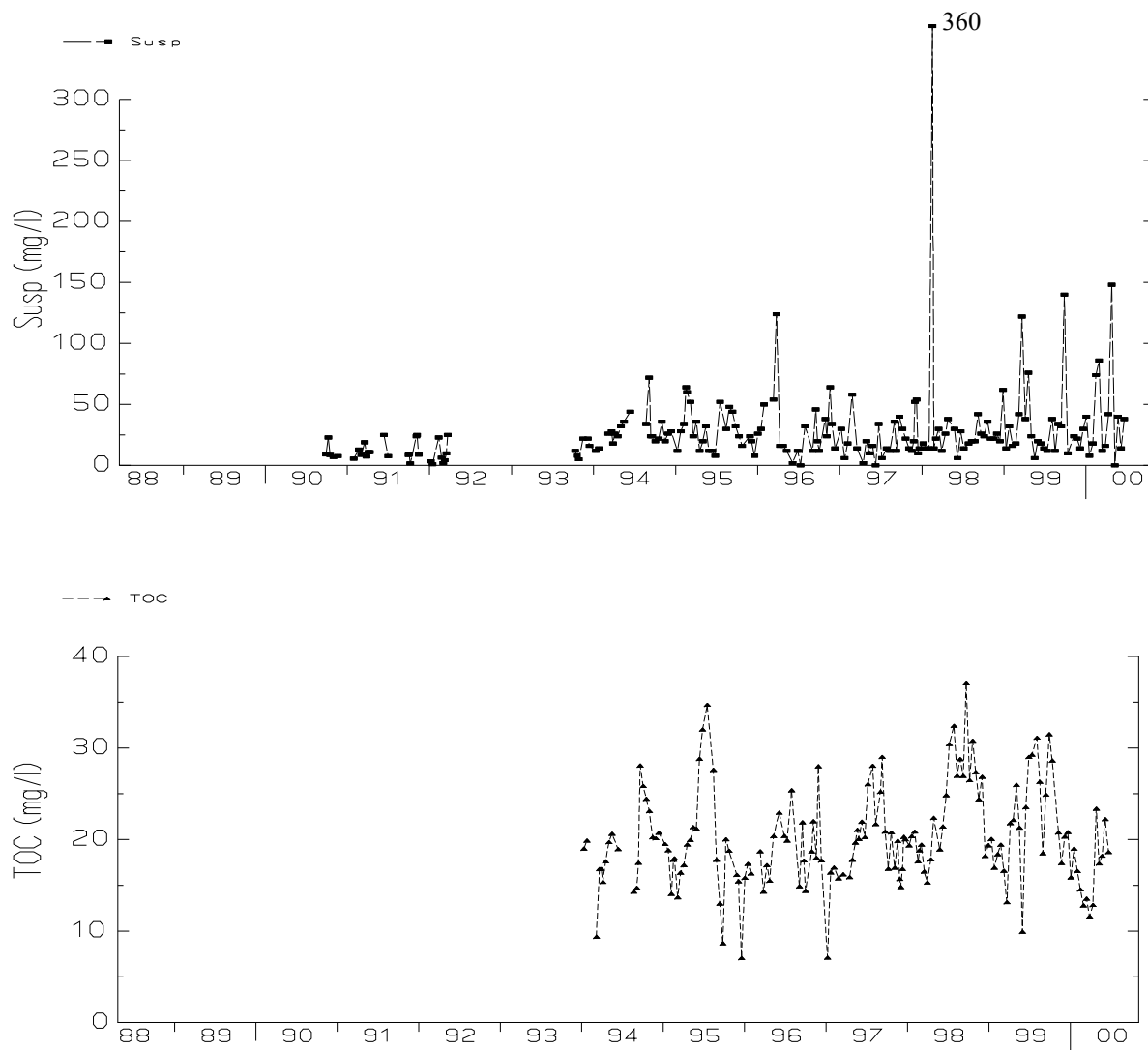
Appendix 5. Dygnsnederbörd (mm) från SMHI:s station Traneberg och dygnsflöde (l/s) i Averstadån mellan 1 juli 1988 till 30 juni 2000.

Appendix 6. Jämförelse mellan uppmätt och skattad avrinning (mm) och beräkning av totalkväve och fosfor ($100 \cdot \text{kg}/\text{km}^2$) med uppmätt och skattat flöde. Medelvärden för perioden anges liksom den procentuella skillnaden.

Period	Uppmätt			Skattad		
	Avr	Tot-N	Tot-P	Avr	Tot-N	Tot-P
1994/1995	355	12,8	0,29	409	12,9	0,31
1995/1996	75	3,0	0,07	89	2,8	0,10
1996/1997	206	7,5	0,21	276	10,2	0,28
1997/1998	370	11,8	0,54	268	8,1	0,28
1998/1999	500	12,3	0,70	400	9,8	0,48
1999/2000	331	10,7	0,50	284	8,5	0,37
Medel	306	9,7	0,39	288	8,7	0,30
Skillnad (%)	6,0	10,2	21,8			



Appendix 7a. Alkalinitet (mmol/l), pH och konduktivitet (mS/m) i Averstadån från 1 juli 1988 till 30 juni 2000.



Appendix 7b. Uppmätta halter av suspenderat material (mg/l) och totalt organiskt kol (mg/l) i Averstadån från 1 juli 1988 till 30 juni 2000.

Appendix 8. De olika källornas andel (%) av den totala transporten i Averstadån.

	<i>Kväve</i>	<i>Fosfor</i>
Åkermark	81	66,5
Skogsmark	15,5	20,5
Våtmark	0,5	1
Annan mark	0,5	0,5
Enskilda avlopp	2	8,5
Gödselanläggningar	0,5	3

Förklaring till analysparametrar i appendix 9.

pH	Mått på vattnets surhet.
Kond	Konduktivitet är vattnets ledningsförmåga och ett mått på mängden lösta joner. Ett näringsrikare vatten har således högre konduktivitet än ett näringsfattigt.
Alk	Alkalinitet ger en uppfattning om hur känslig en sjö är för försurning och är ett mått på vattnets förmåga att tåla tillskott av vätejoner (syror) utan att reagera med pH-sänkning.
Tot-N	Totalkväve anger hur stor koncentration kväve som totalt finns i vattnet.
NO ₃ -N	Nitratkväve är en oorganisk kväveform som är direkt upptagbar för växter. I nitratkväve ingår även nitritkväve, men nitritkväve förekommer i mycket låga koncentrationer.
NH ₄ -N	Ammoniumkväve bildas vid nedbrytning av organiskt material och kan ombildas till nitrat.
Tot-P	Totalfosfor anger hur stor koncentration fosfor som totalt finns i vattnet.
PO ₄ -Pf	Löst fosfatfosfor. Fosfathalten är ett mått på den för växterna omedelbart tillgängliga fosfor.
PO ₄ -P	Fosfatfosfor , innehåller både löst och partikulär fosfat.
Part-P	Partikulär fosfor är olika fosforföreningar som är bundna till organiska och oorganiska partiklar t ex lerpartiklar. Filter med porvidden 0,45 µm används vid analys av partikulär fosfor.
Susp	Suspenderat material är partiklar som kvarhålls på ett filter med porvidden 1 µm.
TOC	Totalt organiskt kol omfattar kolinnehållet både i löst och partikulärt organiskt material i vattnet.
K	Kaliumjoner
Na	Natriumjoner
Mg och Ca	Magnesium- och kalciumjoner bestämmer vattnets totalhårdhet. Ju högre halt, desto hårdare vatten.
Cl	Klorid orsakar vid höga halter korrosion på metaller och är skadligt för växter.
Flöde	Anmärkning vad avser flödet i ån.
Pegel	Vattenståndet avläst på pegelskala i ån.

Referens: Bydén, Larsson och Olsson, 1992.



Avdelningen för vattenvårdslära
Box 7072
750 07 Uppsala
Telefon: 018-67 10 00

Swedish University of Agricultural Sciences
Division of Water Quality Management

Länsstyrelsen i Värmlands län
651 86 Karlstad
Besöksadress: Våxnäsgatan 5-7
Telefon: 054-19 70 00
Fax: 054-19 70 90
