



Göran Johansson och Arne Gustafson

Observationsfält på åkermark

Avrinning och växtnäringsförluster för det
agrohydrologiska året 2001/02
samt en långtidsöversikt

Teknisk rapport 76

Uppsala 2003

Avdelningen för vattenvårdslära

Swedish University of Agricultural Sciences

Division of Water Quality Management

Observationsfält på åkermark

Avrinning och växtnäringsförluster för det agrohydrologiska året 2001/02 samt en långtidsöversikt

Experimental fields on arable land

Discharge and nutrient losses for the agro-hydrological year 2001/02 and a long-term review

Göran Johansson och Arne Gustafson, avd. för vattenvårdslära, SLU, Uppsala

Abstract. *The objective of the programme "Observation fields on arable land" is to monitor the influence of agricultural cultivation on the quality of surface water and groundwater within selected fields. At present it consists of thirteen fields. These have measuring devices for registration of discharge and are parts of the farmers regular operations. The fields (4-34 ha) cover various soil types, and cropping and fertiliser regimes.*

The agro-hydrological year 01/02 was over all characterised by higher precipitation than the long-term (77/01) mean value at all fields followed by higher discharge values at all fields except two that had discharge values close to the long-term mean. The concentrations of the major ions in the drainage and groundwater were representative in relation to the long-term values for all the fields.

The leaching of nitrogen and phosphorus were representative in relation to the long-term values for all fields. Higher losses of nitrogen compared to the long-term mean value occurred when the discharge was substantially above the long-term value, after potatoes or when the harvest was lower than expected in relation to the level of fertilisation. Lower losses compared to the mean value were significant when the field had grass in-sown or a grass catch crop. Phosphorus losses higher than the long-term value occurred when discharge and sediment load was significant higher and from one field the phosphorus load was higher than ever before. That field is recognised by having low phosphorus sorption index and high degree of phosphorus saturation with a significant load of phosphate phosphorus in the tile drainage water.

Topsoil texture (percentage of clay/silt/sand) and the main management:

Station No	Texture lera/mjåla/sand, % clay/silt/sand, %	Driftsinriktning management
14	*	#
16	34/45/21	Mjlk dairy
1	35/49/17	Mjlk, ekologiskt 1988 dairy, organic farming since 1988
7	38/44/18	Nt cattle
6	16/51/33	Vxtodling crop production
20	65/23/12	Nt, svin cattle, pigs
21	12/34/54	Vxtodling crop production
5	15/43/42	Vxtodling crop production
4	26/62/12	Ktt djur beef cattle
12	10/18/72	Vxtodling crop production
11	38/51/11	Mjlk dairy
3	5/9/86	Nt cattle
2	17/32/51	Vxtodling crop production

* lerig mo clayey fine sand

flt 14 har ett antal frsksrutor med olika odling och gdsling
field 14 contains a number of experimental plots with different crops and fertilisation

Bakgrund

Samhället har såväl på ett nationellt plan som genom internationella överenskommelser uppställt klara miljömål för acceptabel inverkan på vattensystemen orsakade av bl. a. växt- och animalieproduktionen. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringsförluster från jordbruksmark till vattensystemen har upprättats (Jordbruksverket, 2000). Genom miljöövervakning kontrolleras graden av måluppfyllelse, samtidigt som övervakningen interagerar med forskningen. Observationsfält på åkermark är en metod för att följa jordbrukets förändrade odlingsåtgärder och hur detta inverkar på kvalitén på det avrinnande vattnet från jordbruksmarken.

Rapporteringsperiod

I denna rapport redovisas resultaten för det agrohydrologiska året (juli-juni) 2001/02 men även långtidsmedelvärden.

Material och metoder

Observationsfält med mätstationer

Observationsfälten ingår i lantbrukens normala drift och årligen rapporterar lantbrukarna in alla företagna odlingsåtgärder. Fälten, som varierar i storlek från 4 till 34 ha, är utvalda så att allt vatten i dräneringssystemet, förutom eventuellt tillkommande grundvatten, härstammar från det regn- eller bevattningsvatten som fallit på fältet. Via dräneringsledningarna förs det sedan till en mätstation där prov tas och flödet mäts med ett triangulärt överfall och en kontinuerligt skrivande pegel. Det är bara en station (nr 14 AC) som har separat mätning av yt- och dräneringsvatten. Om ytvatten uppträder på andra fält leds ytvattnet till särskilda samlingsbrunnar och förs sedan genom täckdikessystemet ut från fältet. Nederbörds-mängderna för de olika fälten hämtas från SMHI:s närbelägna stationer.

Ny utrustning

Med början 1998 har flertalet av mätstationerna utrustats med OTT Thalimedes-datalogger för automatisk registrering av vattenståndshöjden i Thomson-överfallet. Detta har gjorts för att öka driftsäkerheten och noggrannheten i registreringen och därmed ge en säkrare avrinningsberäkning. Syftet är även att komma ifrån den ibland besvärliga och tidsödande digitaliseringen av hydrogrammen. Dataloggern är monterad tillsammans med den tidigare mekaniska skrivaren och använder samma flottör som givare. Loggerns minne töms minst en gång per år. Hydrogrammen används i fortsättningen som backup vid eventuella tveksamheter i den elektroniska registreringen och de ger som tidigare en fortlöpande bild av fältets avrinning. Fältet 1 D har registrering med en Campbell-logger med displacementskropp som givare. I nuläget är det tre fält som fortfarande saknar en bra automatisk utrustning.

Nio av fälten är sedan gammalt försedda med grundvattenrör. Antalet på varje fält varierar mellan 1 och 5 och de undersökta djupen varierar mellan 1,7 och 5,8 m. Eftersom ett av fälten ligger inom ett avrinningsområde där det görs intensivstudier av växtnäringsläckage försågs även detta fält med grundvattenrör år 2002.

Dräneringsvatten

Dräneringsvattnet provtas manuellt, som regel varannan vecka då flöde finns. Under högflöden förekommer i vissa fall en förtätad provtagningsfrekvens. Alla analyser utförs av avd. för

vattenvårdslära vid SLU, dit proven når inom ett dygn. På fält 14 AC görs en åtskillnad mellan dränerings- och ytvatten.

Grundvatten

Prov på grundvattnet tas varannan månad och trycket mäts genom lodning en gång per månad.

Analys

Tillämpade analysmetoder finns beskrivna i laboratoriets kvalitetsmanual (Anonym, 2002). Som förbehandling vid fosfatanalys har vattenproverna t o m 30/6 2000 centrifugerats vid 3000 rpm under 20 min. Efter detta datum har proverna istället filtrerats genom Satorius cellulosacetatfilter med porstorleken 0,2 µm före fosfatanalysen. En jämförelse hur de två förbehandlingarna påverkar fosfatanalysen redovisas i bilaga 1.

Beräkningar

Beräkningarna för dräneringsvattnen har gått till på följande sätt. Dygnskoncentrationer av de analyserade ämnena har interpolerats fram för tiden mellan provtagningarna. Dygnskoncentrationerna har sedan multiplicerats med dygnsavrinningarna för att beräkna dygnstransporter som därefter summerats till årstransporter. Medelårstransporterna har beräknats som medelvärdet av årstransporterna. Årsmedelkoncentrationerna har räknats fram genom att dividera årstransporten med årsavrinningen. Långtidskoncentrationerna slutligen har beräknats genom att medelvärdet av årstransporterna dividerats med medelvärdet av årsavrinningarna för hela perioden. Beräkningsperiodernas längd för olika analyserade parametrar vid respektive station finns beskrivna i bilaga 2.

För grundvattnen gäller att årsmedelkoncentrationerna är raka medelvärdet av koncentrationerna vid de enskilda provtagningarna. Långtidskoncentrationerna är ett medelvärde av årsmedelkoncentrationerna.

Resultat och diskussion

Grödor, stallgödning

Stråsäd var den dominerande grödformen (tabell 1). På en station i Hallands län odlades potatis liksom i Skåne där också majs odlades vilka båda är näringskrävande grödor. Vallodling var lite förekommande under året men vallinsådd och fånggröda förekom. Under vintern 01/02 förekom plöjd mark på sex av fälten och på fem av fälten odlades höstvetete. Normalt läcker plöjd mark mer kväve än oplöjd eller mark som är bevuxen med en gröda. Flerårig odling av gräsvall dämpar normalt kväveläckaget effektivt. Höstsäd räknas som vintergrön mark enligt jordbruksverkets författning (SJVFS 1999:79). I vissa lägen inverkar dock höstsäden bara försumbart på kväveläckaget och kan rentav ge högre läckage än vårsädesodling om höstbearbetningen sker sent (Torstensson & Håkansson, 2001). Sett över alla fält så är det därför bara de som har haft vall eller fånggröda över vintern där man mer säkert kan förvänta sig ha en mer tydlig reducerande inverkan på kväveläckaget.

Fosforläckaget dämpas inte i samma utsträckning av en vall eller fånggröda som kväveläckaget. Den lösta fosfatfosfor kan läcka lika mycket från en gödslad gräsvall som från som stråsäd, medan förlusterna av den partikelbundna fosfor vanligen är något mindre från vall. Några fält flytgödslades. Spridning av flytgödsel i samband med blöta markförhållanden kan ge upphov till distinkta läckage av fosfatfosfor (Ulén & Mattson, 2003) men spridningen skedde detta år under torra förhållanden.

Tabell 1. Grödor och förhållanden under vintern på observationsfälten 2001
Crops and winter conditions in the observations fields 2001

Lokal		01/02	
Nr	Län	Gröda 2001	Vinter 01/02
14	AC	Vårkorn/Vall*	Plöjd/Vall
16	Z	Vårkorn	Plöjd
1	D	Höstvete	Vallinsådd (<i>sådd 20/4</i>)
7	E	Höstvete	Höstvete
6	E	Vårvete	Plöjd
20	E	Höstvete	Plöjd
21	E	Höstvete	Höstvete
5	O	Höstvete	Höstvete
4	O	Höstvete/Korn/Vall/Träda **	Fånggröda/Höstvete/Vall/Träda **
12	N	Potatis	Plöjd (<i>tallriksplog 2ggr</i>)
11	M	Höstvete/Höstraps/Havre	Höstvete (80 %) Plöje (20%)
3	M	Potatis/Majs	Obearbetat
2	M	Höstvete	Plöjd

* fält 14 AC har även mindre arealer med annan gröda

** närmast mätstationen

Nederbörd och avrinning

Nederbördens och den efterföljande avrinningens storlek har betydelse för masstransportens storlek därför att jorden tvättas ur mer effektivt på utlakningstillgängliga näringsämnen när stora vattenmängder perkolerar genom markprofilen (Gustafson, 1988). Nederbörden var genomgående högre än den normala (61/90) på samtliga stationer. I vissa fall mycket högre (tabell 2). Till följd av detta blev avrinningen särskilt stor på fälten 12 N i Halland och 11 M och 3 M i Skåne samt på fältet 16 Z i Jämtland. Fältet 3 M noterade den högsta avrinningen sedan mätningarna påbörjades.

Dräneringsvatten, halter och transporter

pH, konduktivitet och TOC

Åkerjordens surhetsgrad beror förutom av jordarten på en rad biologiska och kemiska processer. Svavelnedfall med nederbörden komplicerar bilden ytterligare. Gödsling med kalksalpeter, totaloxidation av mull, ammonifiering och denitrifikation verkar höjande, medan gödsling med ammoniumgödselmedel, nitrifikation och svavelnedfall verkar sänkande på pH. Svängningar kan följaktligen förväntas i markvattnet beroende på vilka processer som överväger för stunden, men framförallt blir jordens egen buffringsförmåga avgörande. För lågt pH åtgärdas normalt med kalkning av åkermarken varvid pH-värdet stiger. I dräneringsvattnet kan pH och buffertförmågan (alkaliniteten) tillfälligt sjunka i samband mycket inslag av nederbörd, speciellt smältvatten, och öka under perioder med mycket inslag av grundvatten i dräneringssystemet. Merparten av stationerna hade ett årsvärde i intervallet 6,4-7,7 och med inte särskilt stora avvikelser från långtidsmedelvärdet (tabell 3). En station (14 AC) hade lågt pH i dräneringsvattnet vilket är i överensstämmelse med långtidsmedelvärdet. Orsaken till det låga värdet kan sökas i en pågående sulfidoxidation med svavelsyrabildning som följd vilket leder till lågt pH, men det är en helt normal situation för den jordtyp som stationen representerar.

Tabell 2. Årsnederbörd¹ och årsavrinning från observationsfälten, långtidsmedelvärden för perioden 77/01* (nederbörd 61/90) och medelvärden för 13 fält

Annual precipitation and discharge from experimental fields, long-term averages for 77/01 and averages for 13 fields

Lokal		Nederbörd ¹ (mm)		Avrinning (mm)	
Nr	Län	01/02	61/90	01/02	77/01*
14dr	AC	668	582	120	123
14yt	AC	668	582	200	202
16	Z	698	484	593	273
1	D	653	567	229	242
7	E	622	524	328	296
6	E	746	493	121	89
20	E	722	591	131	119
21	E	670	477	147	119
5	O	677	558	143	**
4	O	724	558	213	187
12	N	1018	773	534	414
11	M	1068	741	316	241
3	M	962	647	508	306
2	M	854	662	280	251
Medel		776	589	297	239

¹ nederbörd från näraliggande SMHI stationer

* för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

** redovisas ej, trasig dräneringsledning före år 1998

Tabell 3. Årsmedelvärden för pH och konduktivitet samt årsmedelkoncentrationer av totalt organiskt kol (TOC) i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 77/01* och medelvärden för 13 fält
Annual average of pH and conductivity and annual average concentrations of TOC in drainage water, long-term averages 77/01 and averages for 13 fields

Lokal		pH		Konduktivitet (mS/m)		TOC (mg/l)	
Nr	Län	01/02	77/01*	01/02	77/01*	01/02	94/01**
14dr	AC	5,1	5,1	51	55	6	4
14yt	AC	6,4	6,2	16	20	13	9
16	Z	7,2	7,4	66	67	7	4
1	D	6,5	6,7	11	14	14	14
7	E	7,2	7,5	53	52	4	5
6	E	7,7	7,7	83	69	7	5
20	E	7,6	7,6	94	95	11	10
21	E	7,3	7,5	77	71	5	4
5	O	6,9	7,1	38	36	7	6
4	O	6,8	7,1	25	27	8	10
12	N	6,4	6,7	29	29	11	10
11	M	6,9	7,5	29	47	23	15
3	M	7,1	7,2	69	74	12	14
2	M	7,5	7,6	69	69	10	10
Medel***		7,0	7,2	52	53	10	9

* för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

** analys av TOC startade 1994

*** för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Konduktiviteten är ett mått på den totala jonmängden i vattnet. Den speglar urlakningen av jorden och förhållanden och skeenden lokalt. Bland de i denna undersökning ingående jonerna är det knappast någon som ensam kan slå igenom i värdena. En tydlig skillnad i konduktivitet fanns mellan yt- och dräneringsvatten vid station 14 AC (tabell 3). Ytvattnet hade klart lägre konduktivitet än dräneringsvattnet till följd av att detta mera liknar nederbördsvatten.

TOC anger den totala halten organiskt kol. Försöksfälten har alla minerogena jordar och halterna av TOC var låga.

Karbonat, sulfat och klorid

Buffringsförmågan hos dräneringsvattnen beror främst på koncentrationen av vätekarbonat. Generellt uppvisade denna ett samband med kalcium och pH. Speciellt tydligt var detta för fälten 16 Z, 6 E, 21 E och 2 M med höga koncentrationer av HCO₃ i dräneringsvattnet samtidigt som pH och kalciumhalterna var höga. Höga sulfidhalter i dräneringsvattnet var däremot som tidigare nämnts kopplat till låga pH (fält 14 AC). Kloridjonen är känd att lämna marken i samma kvantitet som den deponeras (Ulén & Snäll, 1999). Bortsett från fält 20 E med specifika förhållanden och mycket salt i dräneringsvattnet var kloridkoncentrationerna låga (tabell 4).

Natrium, kalium, kalcium och magnesium

Förutom från fält 20 E var natriumhalterna låga och nära långtidsmedelvärdet (tabell 5). Kaliumhalterna var också vanligtvis låga, men från fält 3 M som fått mycket kalium via gödsel var halterna högre. Både kalcium och magnesium är vittringskomponenter. Halterna låg i allmänhet nära långtidsmedelvärdet.

Tabell 4. Årsmedelkoncentrationer av karbonat, sulfat och klorid (anjoner) i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 82/01* och medelvärden för 13 fält
Annual average concentrations of carbonate, sulphate and chloride (anions) in drainage water, long-term averages 82/01 and averages for 13 fields

Lokal		HCO ₃ (mg/l)		SO ₄ -S (mg/l)		Cl (mg/l)	
Nr	Län	01/02	82/01*	01/02	82/01*	01/02	82/01*
14dr	AC	5	5	53	80	21	32
14yt	AC	28	24	4	8	6	8
16	Z	352	319	12	16	5	12
1	D	41	36	3	4	3	8
7	E	221	237	11	14	12	16
6	E	222	230	31	26	42	48
20	E	296	333	16	22	41	67
21	E	315	309	16	12	27	31
5	O	134	126	7	9	10	14
4	O	74	75	4	5	4	7
12	N	42	43	14	11	11	17
11	M	115	185	6	10	10	17
3	M	229	223	18	24	20	33
2	M	253	296	11	16	16	24
Medel**		178	187	13	16	16	24

* för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

** för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Tabell 5. Årsmedelkoncentrationer av natrium, kalium, kalcium och magnesium (katjoner) i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 82/01* (kalium 77/01*) och medelvärden för 13 fält *Annual average concentrations of sodium, potassium, calcium and magnesium (cations) in drainage water, long-term averages 82/01 (potassium 77/01) and averages for 13 fields*

Lokal		Na (mg/l)		K (mg/l)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)	
Nr	Län	01/02	82/01*	01/02	77/01*	01/02	82/01*	01/02	82/01*
14dr	AC	26	29	12	12	43	56	15	17
14yt	AC	4	4	9	7	10	13	2	2
16	Z	8	8	5	5	100	111	10	7
1	D	5	5	5	4	8	14	7	5
7	E	9	8	2	2	54	66	22	21
6	E	18	16	2	2	103	114	17	13
20	E	96	122	4	3	36	43	23	23
21	E	5	6	1	1	112	142	5	3
5	O	24	23	3	2	22	24	23	19
4	O	8	8	3	2	25	31	7	6
12	N	10	10	4	5	34	35	6	3
11	M	9	13	4	5	33	61	9	11
3	M	15	23	27	27	90	114	9	6
2	M	11	13	1	1	103	127	7	5
Medel**		18	21	5	5	57	70	12	10

* för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

** för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Ammonium-, nitrat- och totalkväve

Nitrat är den dominerande kvävefraktionen i avrinnande vatten och ammoniumhalterna är normalt låga (tabell 6). Vid station 14 AC var ammoniumhalterna förhöjda i ytvattnet. Orsaken kan då med största sannolikhet sökas i ammoniumutlakning från frusna eller torkade växtdelar. Denna process har tidigare konstaterats även på andra lokaler (Ulén, 1984 och Gustafson, 1988). Ytvatten som letts ner i samlingsbrunnarna har sannolikt påverkat dräneringsvattnets halt av ammonium vid station 11 M.

Nitralthalterna i rena ytvatten brukar vara låga vilket var tydligt från fält 14 AC. Andelen nitratkväve för de övriga vattnen var hög eftersom det mesta av kvävet som lakas ur jorden kommer i form av nitrat. Vanligtvis är det från det kväve som mineraliserats i jorden. Allmänt hade alla lerjordar (14 AC, 16 Z, 1 D, 7 E, 20 E, 4 O och 11 M) relativt låga nitralthalter. Detta är ett grundmönster som går igen i långtidsmedelvärdena (tabell 6). I några fall avvek nitralthalten relativt mycket från långtidsmedelvärdet. Sålunda hade fält 1 D en låg halt till följd av insådd som fungerade som fånggröda för nitraten. Fält 11 M hade ett värde som var lägre och det är en långsiktig trend hos detta fält med sjunkande värden med tiden. De förhöjda halterna vid fälten 6 E och 2 M kan sannolikt förklaras av den något högre gödslingen som kan ha givit upphov till större restkvävemängder.

Genomsnittligt för alla fält var kvävetransporterna under år 01/02 25,7 kg NO₃-N/ha och 29,3 kg Tot-N/ha (tabell 7) dvs. markant över långtidsmedelvärdena (19,7 resp. 22,7 kg/ha). De faktorer som främst bidrog till detta var den större avrinningen på flertalet stationer (9 st) och markant högre på 4 st nämligen 16 Z, 12 N, 11 M och 3 M, kombinerat med de faktorer som drog upp haltnivåerna på vissa stationer och som redovisats under koncentrationsredovisningen i ovan.

Tabell 6. Årsmedelkoncentrationer av ammonium-, nitrat- och totalkväve i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 77/01* (ammoniumkväve 86/01*) och medelvärden för 13 fält
Annual average concentrations of ammonium-, nitrate- and total nitrogen in drainage water, long-term averages for 77/01 (ammonium nitrogen 86/01) and averages for 13 fields

Lokal		NH ₄ -N (mg/l)		NO ₃ -N (mg/l)		Tot-N (mg/l)	
Nr	Län	01/02	86/01*	01/02	77/01*	01/02	77/01*
14dr	AC	0,05	0,08	2,7	3,5	3,5	4,2
14yt	AC	0,16	0,35	0,3	0,5	1,4	2,1
16	Z	0,01	0,01	4,8	5,0	5,4	5,5
1	D	0,03	0,06	1,6	3,7	3,1	5,1
7	E	0,02	0,01	3,5	3,0	4,4	3,7
6	E	0,04	0,02	19,2	10,9	20,1	12,2
20	E	0,02	0,03	4,6	5,0	6,0	6,2
21	E	0,01	0,01	11,2	13,9	12,1	14,9
5	O	0,02	0,03	11,6	9,0	12,9	10,0
4	O	0,02	0,02	5,9	9,1	7,5	10,5
12	N	0,02	0,02	11,4	9,7	12,4	10,8
11	M	0,07	0,09	1,7	5,9	4,1	7,7
3	M	0,02	0,03	18,4	22,2	19,8	24,2
2	M	0,02	0,03	18,6	11,2	20,0	12,7
Medel**		0,03	0,05	8,7	8,5	10,0	9,7

* för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

** för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

Tabell 7. Årstransporter av nitrat- och totalkväve med dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden för perioden 77/01* och medelvärden för 13 fält
Annual transports of nitrate- and total nitrogen with drainage water, long-term averages for 77/01 and averages for 13 fields

Lokal		NO ₃ -N (kg/ha)		Tot-N (kg/ha)	
Nr	Län	01/02	77/01*	01/02	77/01*
14dr	AC	3,2	4,3	4,2	5,2
14yt	AC	0,6	1,1	2,7	4,3
16	Z	28,3	13,5	31,9	15,1
1	D	3,6	8,9	7,1	12,2
7	E	11,6	8,9	14,4	10,9
6	E	23,2	9,7	24,2	10,9
20	E	6,0	6,0	7,9	7,5
21	E	16,4	16,5	17,8	17,8
5	O	16,7	***	18,5	***
4	O	12,6	17,0	16,0	19,7
12	N	60,6	40,2	66,3	44,5
11	M	5,5	14,3	13,0	18,5
3	M	93,6	67,9	100,5	73,9
2	M	52,0	28,3	56,0	31,8
Medel**		25,7	19,7	29,3	22,7

* för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

** för fält 14 AC summan av yt- och dräneringsvatten

*** rättvisande långtidsmedelvärden kan inte redovisas

Fosfor

Genom att filtrera proverna genom det fina filtret detekterades lägre fosfathalter från flera fält. Fosfor bunden till lerkolloider och organiska relativt lösa föreningar som inte sedimenterar vid centrifugeringen, detekteras antagligen som fosfater när man sätter till den sura reagensen vid fosfatbestämningen. Andelen fosfatfosfor har därför sannolikt överskattats tidigare från fält varifrån lermaterial lätt slammas upp. För fält med mojordar (6 E, 21 E, 5 O, 12 N och 3 M) gäller dock fortfarande att fosfatfosfor utgör en betydande del av totalfosfor (tabell 8). De högsta fosfathalterna återfanns från ett fält (3 M) som har lågt fosforsorptionsindex och hög fosformättnad genom långvarig och årlig tillförsel av stallgödsel (Orsmark, 2003).

För de lerjordar som antagligen har mycket ytvatten som når dräneringsledningarna (1 D och 11 M) utgjorde koncentrationerna av fosfat efter filtrering av proverna mindre än 20 % av totalfosforkoncentrationerna. Vid tydliga erosionstillfällen (hög halt suspenderat material vid högflöden) har fosfathalterna vid 1 D ökat till omkring 0,1 mg/l.

Från den mest utpräglade lerjorden 20 E ökade fosfathalterna under jan-feb 2002 upp till drygt 0,3 mg/l i samband med erosionstillfällen. Ungefär hälften av fälten hade en genomsnittlig totalfosforhalt på 0,1 mg/l eller mer i dräneringsvattnet (tabell 8). Ett fält hade en genomsnittlig totalfosforhalt på närmare 0,5 mg/l och två klart däröver.

Tabell 8. Årsmedelkoncentrationer av fosfat- och totalfosfor i dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden 77/00 (PO₄-P) resp. 77/01 (Tot-P) och medelvärden för 13 fält

Annual average concentrations of phosphate- and total phosphorus in drainage water, long-term averages 77/00 (PO₄-P) and 77/01 (Tot-P) and averages for 13 fields

Lokal		PO ₄ -P (mg/l) filtrerat		Tot-P (mg/l)	
Nr	Län	01/02	77/00*#	01/02	77/01**
14dr	AC	0,01	0,01□	0,05	0,03
14yt	AC	0,08	0,08	0,19	0,19
16	Z	0,01	0,02	0,03	0,04
1	D	0,09	0,14	0,47	0,44
7	E	0,04	0,05	0,13	0,10
6	E	0,02	0,06	0,04	0,08
20	E	0,16	0,16□	0,32	0,25
21	E	0,01	0,01	0,04	0,02
5	O	0,03	0,05	0,07	0,08
4	O	0,05	0,05	0,19	0,12
12	N	0,01	0,01	0,04	0,02
11	M	0,03	0,06	0,68	0,25
3	M	0,52	0,42	0,56	0,48
2	M	0,03	0,03	0,05	0,06
Medel***		0,08	0,09	0,21	0,16

* för fält 14 AC 88/00 och för fälten 20 E och 21 E 89/00 – se även bilaga 2

** för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

*** för fält 14 AC viktad summa av yt- och dräneringsvatten

omräknat till förbehandling genom filtrering enligt bilaga 1

□ värdet avser förbehandling genom centrifugering

Tabell 9. Årstransporter av fosfat- och totalfosfor med dräneringsvattnet, långtidsmedelvärden 77/00 (PO₄-P) resp. 77/01 (Tot-P) och medelvärden för 13 fält

Annual transports of phosphate- and total phosphorus with drainage water, long-term averages 77/00 (PO₄-P) and 77/01 (Tot-P) and averages for 13 fields

Lokal		PO ₄ -P (kg/ha) filtrerat		Tot-P (kg/ha)	
Nr	Län	01/02	77/00*#	01/02	77/01**
14dr	AC	0,01	0,01□	0,05	0,03
14yt	AC	0,16	0,16	0,38	0,38
16	Z	0,06	0,05	0,17	0,10
1	D	0,21	0,32	1,08	1,08
7	E	0,12	0,12	0,43	0,30
6	E	0,02	0,05	0,05	0,07
20	E	0,21	0,16□	0,41	0,30
21	E	0,01	0,01	0,05	0,02
5	O	0,04	****	0,10	****
4	O	0,11	0,08	0,40	0,22
12	N	0,07	0,02	0,23	0,08
11	M	0,10	0,15	2,13	0,61
3	M	2,65	1,11	2,84	1,46
2	M	0,07	0,07	0,15	0,15
Medel***		0,30	0,19	0,65	0,40

* för fält 14 AC 88/00 och för fälten 20 E och 21 E 89/00 – se även bilaga 2

** för fält 14 AC 88/01 och för fälten 20 E och 21 E 89/01 – se även bilaga 2

*** för fält 14 AC summan av yt- och dräneringsvatten

**** rättvisande långtidsmedelvärden kan inte redovisas

omräknat till förbehandling genom filtrering enligt bilaga 1

□ värdet avser förbehandling genom centrifugering

Genomsnittligt för alla fält var transporterna av totalfosfor under året 0,65 kg/ha (tabell 9). Sju av fälten hade en totalfosforförlust över 0,4 kg/ha och från två av dessa (11 M och 3 M) uppgick förlusten till 2,13 resp. 2,84 kg/ha. I det första fallet berodde förlusten på kraftig avrinning och erosion och i det andra fallet på hög avrinning och som tidigare nämnts markens låga fosforsorptionsförmåga i kombination med hög fosformättnadsgrad.

Grundvatten

Grundvattentrycket varierar mycket för olika fält. Fält som helt eller delvis representerar utströmningssituationer (7 E, 16 Z) visar att jordbruksdriften har ringa inverkan på grundvattenkvaliteten medan fält i utpräglade inströmningsområden visar att jordbruksdriften har en inverkan på kvaliteten (4 O). Fält belägna i en hydrogeologisk situation mellan dessa ytterligheter (6 E, 12 N, 5 O) uppvisar en med tiden variabel inverkansgrad (Gustafson, 1983).

För de flesta fält har grundvattnets trycknivå inte förändrats eller också rör det sig om mycket små förändringar. Jonsammansättningen i grundvattnen har bara förändrats marginellt. Konduktivitet, klorid- och natriumhalter har dock ökat på djupare nivåer under fält 12 N (tabell 10, 11 och 12).

Tabell 10. Årsmedelvärden för pH och konduktivitet samt årsmedelkoncentrationer av nitratkväve i grundvattnet. Långtidsmedelvärden för perioden 81/01
Annual average of pH and conductivity and annual average concentrations of nitrate nitrogen in groundwater. Long-term averages for 81/01

Lokal		Län	pH		Konduktivitet (mS/m)		NO ₃ -N (mg/l)	
Nr	: djup (m)		01/02	81/01	01/02	81/01	01/02	81/01
16	1 : 1,8	Z	7,2	7,3	91	98	<0,1	<0,1
1	1 : 2,0 *	D	6,3	6,5	18	21	<0,1	<0,1
	2 : 2,2		7,4	7,5	45	41	<0,1	0,4
	2 : 3,5		7,6	7,7	45	43	<0,1	<0,1
	2 : 4,1		7,6	7,7	43	38	2,1	1,7
	3 : 3,6		7,3	7,5	51	48	0,5	2,0
7	2 : 2,5	E	7,7	7,8	67	61	<0,1	<0,1
	2 : 4,0		7,7	7,8	68	62	<0,1	<0,1
6	1 : 2,2	E	7,5	7,6	63	52	4,5	4,7
	1 : 4,0		7,4	7,6	76	71	0,2	0,4
	2 : 2,0		7,3	7,6	25	48	3,1	6,9
	2 : 4,0		7,6	7,7	56	57	0,7	0,4
5	1 : 2,0	O	6,9	7,1	35	41	3,8	0,8
	1 : 4,0		7,0	7,2	61	59	<0,1	<0,1
4	1 : 2,0	O	6,7	6,9	30	33	2,5	4,3
	1 : 4,0		6,7	6,9	33	35	4,0	4,6
	2 : 2,0		6,7	6,9	46	45	10,2	9,9
	2 : 3,6		6,9	7,0	44	44	8,7	9,2
12	2 : 1,7	N	6,7	6,4	34	32	4,5	6,7
	2 : 2,2		7,4	7,4	64	55	2,0	0,6
	2 : 5,5		7,8	7,8	192	127	0,5	0,4
11	1 : 3,6	M	7,6	7,7	89	76	0,3	0,1
	1 : 5,8		7,5	7,8	81	78	0,1	0,1
2	3 : 2,9	M	7,3	7,4	98	92	0,4	1,2
	3 : 5,6		7,3	7,4	89	89	0,1	0,4

* lokalen belägen i skogen vid fältets norra kant

Tabell 11. Årsmedelkoncentrationer av karbonat, sulfat och klorid (anjoner) i grundvattnet.
 Långtidsmedelvärden för perioden 81/01
*Annual average concentrations of carbonate, sulphate and chloride (anions) in groundwater.
 Long-term averages for 81/01*

Lokal		HCO ₃ (mg/l)		SO ₄ -S (mg/l)		Cl (mg/l)	
Nr : djup (m)	Län	01/02	81/01	01/02	81/01	01/02	81/01
16 1 : 1,8	Z	423	418	55	86	3	4
1 1 : 2,0 *	D	76	91	6	8	4	6
2 : 2,2		259	238	9	10	4	4
2 : 3,5		236	252	10	10	6	6
2 : 4,1		221	196	11	11	7	7
3 : 3,6		266	263	12	11	7	9
7 2 : 2,5	E	381	380	16	13	8	7
2 : 4,0		374	378	18	15	10	8
6 1 : 2,2	E	287	262	16	13	17	15
1 : 4,0		396	402	24	23	14	14
2 : 2,0		108	133	5	24	6	33
2 : 4,0		304	347	7	7	15	16
5 1 : 2,0	O	155	212	6	8	12	15
1 : 4,0		377	384	2	2	19	21
4 1 : 2,0	O	124	102	11	18	6	7
1 : 4,0		117	138	14	14	8	9
2 : 2,0		179	189	9	9	14	18
2 : 3,6		178	186	9	8	15	17
12 2 : 1,7	N	72	39	20	21	21	23
2 : 2,2		219	206	24	23	46	39
2 : 5,5		582	439	30	22	307	185
11 1 : 3,6	M	556	486	5	6	16	17
1 : 5,8		495	511	6	6	15	17
2 3 : 2,9	M	481	441	15	15	60	84
3 : 5,6		389	426	16	15	60	81

* lokalen belägen i skogen vid fältets norra kant

Flera fält har konstant haft mycket låga nitrathalter i det ytligare grundvattnet (16 Z, 7 E och 11 M). Nitrathalten som under åren 98/01 ökade i grunda röret på fält 5 O minskade under året. Övriga fält har ibland haft en långsamt minskad nitrathalt i grundvattnet med återkommande mestadels kortvariga smärre uppgångar varefter det att halterna åter avtagit (12 N, 1 D, 6 E, 4 O och 2 M). Ingenstans överskrider medelhalterna gränsvärdet för nitratdirektivet men på lokalen 2 vid fältet 4 O börjar halterna att närma sig gränsvärdet särskilt i det grunda röret.

Tabell 12. Årsmedelkoncentrationer av natrium, kalium, kalcium och magnesium (katjoner) i grundvattnet. Långtidsmedelvärden för perioden 81/01

Annual average concentrations of sodium, potassium, calcium and magnesium (cations) in groundwater. Long-term average for 81/01

Lokal		Na (mg/l)		K (mg/l)		Ca (mg/l)		Mg (mg/l)	
Nr : djup (m)	Län	01/02	81/01	01/02	81/01	01/02	81/01	01/02	81/01
16 1 : 1,8	Z	8	11	2	2	150	207	17	16
1 1 : 2,0 *	D	13	14	1	1	13	15	10	10
2 : 2,2		32	27	2	2	37	33	26	23
2 : 3,5		31	31	5	4	40	35	24	22
2 : 4,1		19	16	8	8	45	40	19	17
3 : 3,6		22	19	12	10	52	51	24	22
7 2 : 2,5	E	13	11	6	5	79	87	32	28
2 : 4,0		14	11	6	6	78	85	33	29
6 1 : 2,2	E	22	24	2	1	83	75	17	12
1 : 4,0		45	42	3	2	85	93	24	23
2 : 2,0		10	33	2	1	35	58	6	7
2 : 4,0		26	27	3	2	72	82	15	15
5 1 : 2,0	O	34	43	4	4	18	18	18	21
1 : 4,0		62	62	12	10	29	29	32	31
4 1 : 2,0	O	34	41	1	1	15	12	15	12
1 : 4,0		39	43	3	2	16	16	15	12
2 : 2,0		46	47	1	1	22	22	21	21
2 : 3,6		46	42	3	2	24	25	22	20
12 2 : 1,7	N	27	20	5	5	32	34	7	4
2 : 2,2		66	56	6	5	57	55	12	9
2 : 5,5		363	248	18	11	27	35	21	15
11 1 : 3,6	M	125	95	16	10	41	47	33	28
1 : 5,8		84	106	11	11	56	43	33	29
2 3 : 2,9	M	47	39	2	2	135	156	12	10
3 : 5,6		48	45	1	1	121	152	9	7

* lokalen belägen i skogen vid fältets norra kant

Referenser

- Anonym, 2002. *Kvalitetsmanual för vattenanalyser*. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Gustafson, A. 1983. Leaching of nitrate from arable land into groundwater in Sweden. *Environmental Geology, Vol. 5, No. 2*, 65-71.
- Gustafson, A. 1988. Simulation of Nitrate Leaching from arable Land in Southern Sweden. *Acta Agric. Scand.* 38, 13-23.
- Jordbruksverket, 1999. Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket. *SJVFS 1999:79*, 12 pp.
- Jordbruksverket, 2000. Sektorsmål och åtgärdsprogram för reduktion av växtnäringsförluster från jordbruket. *Rapport 2000:1*, 162 pp.
- Orsmark, E. 2003. Phosphorus sorption Capacity, degree of phosphorus saturation and losses of dissolved phosphorus from mineral soils. Examensarbete. *Seminarier och examensarbeten nr 45*. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Torstensson, G. & Håkansson, M. 2001. Kväveutlakning på sandjord – motåtgärder med ny odlingsteknik. Miljöanpassad stallgödselanvändning och odling i realistiska odlingssystem. *Ekohydrologi nr 57*, 43 pp. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Ulén, B. 1984. Nitrogen and phosphorus to surface water from crop residues. *Ekohydrologi nr 18*, 39-44. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Box 7072, 750 07 Uppsala.
- Ulén, B. & Snäll, S. 1999. Biogeochemistry and weathering in a forest catchment and an arable field in central Sweden. *Acta Agric. Scand. B: Soil and Plant* 48: 201-211.
- Ulén, B. & Mattsson, L. 2003. Transport of phosphorus forms and of nitrate through a clay soil under grass and cereal production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65, 129-140.

Bilaga 1

EFFEKTEN AV ATT FÖRBEHANDLA VATTENPROV GENOM CENTRIFUGERING ELLER FILTRERING VID ANALYS AV MOLYBDATREKTIV FOSFOR

Enligt svensk och internationell standard filtreras naturvatten före analys av molybdatreaktiv fosfor. Vid denna detekteras fosfater och andra lösliga fosforföreningar, här betecknade som $PO_4P^{(f)}$. Vid laboratoriet för avdelningen för vattenvårdslära används Satorius cellulosa-acetatfilter, och för att skilja ifrån lerpartiklarna i vatten från jordbruksmark används filter med porstorleken 0,2 μm . Analysen av lösliga fosforföreningar sker därefter i filtratet. Vatten från observationsfält har dock tidigare analyserats i supernatant efter centrifugering vid 3000 rpm under 20 min, här betecknad $PO_4P^{(c)}$. Under drygt ett år, 28/2 2000- 8/4 2001, testades båda förbehandlingarna parallellt. Vattnen som undersöktes var från de 13 observationsfälten och från ett försöksfält (100AB).

Filtren kvarhöll partiklarna bättre än centrifugeringen. Bildad supernatant kan antagligen innehålla ytterst små partiklar av kolloidal storlek. Från dessa kan fosfatjoner desorbera i den sura lösningen vid molybdatreaktionen. Flera fält hade betydligt högre koncentrationer av $PO_4P^{(c)}$ än $PO_4P^{(f)}$ (tabell 1). Dessa fält har alla höga koncentrationer av lera i jorden och av höga halter totalfosfor och suspenderat material i dräneringsvattnet. Att skillnaden i analysresultat efter de båda förbehandlingarna var betydande gällde dock bara vissa av lerjordarna, 100AB, 1D, 14AC-Y, 11M, 21E och 5O men inte 7E och 20E.

Tabell 1. Förhållandet mellan fosfatanalys förbehandlad genom filtrering $PO_4P^{(f)}$ och genom centrifugering $PO_4P^{(c)}$ i vatten från olika fält under perioden 28/2 2000 till 8/4 2001, och för fält 100AB under perioden 1994-1997. Regressionssambandens styrka (r^2) vid linjärt samband mellan $PO_4P^{(f)}$ och $PO_4P^{(c)}$ samt medelvärden för skillnaden, för totalfosfor (TotP) och suspenderat material (SS), samt antal prov som ekvationen är baserad på och område där omräkning kan göras

Fält	Ekvation	r^2	Medelv. (mg/l)			Ant. prov	Område för omräkning
			$PO_4P^{(c)} - PO_4P^{(f)}$	TotP	SS		
100AB	$PO_4P^{(f)} = -0,003 + 0,742 \times PO_4P^{(c)}$	0,84	0,020 (+44%)	0,171	67	209	$PO_4P^{(c)} > 0,00405$
1D	$PO_4P^{(f)} = 0,003 + 0,658 \times PO_4P^{(c)}$	0,89	0,018 (+41%)	0,272	206	34	$PO_4P^{(c)} > 0,00878$
14AC-Y	$PO_4P^{(f)} = -0,001 + 0,794 \times PO_4P^{(c)}$	0,82	0,008 (+34%)	0,104	30	16	$PO_4P^{(c)} > 0,00126$
11M	$PO_4P^{(f)} = 0,001 + 0,732 \times PO_4P^{(c)}$	0,89	0,011 (+32%)	0,264	278	20	$PO_4P^{(c)} > 0,00374$
21E	$PO_4P^{(f)} = 0,001 + 0,831 \times PO_4P^{(c)}$	0,99	0,003 (+18%)	0,018	5	24	$PO_4P^{(c)} > 0,00592$
5O	$PO_4P^{(f)} = -0,001 + 0,874 \times PO_4P^{(c)}$	0,99	0,008 (+17%)	0,073	22	26	$PO_4P^{(c)} > 0,00115$
4O	$PO_4P^{(f)} = 0,012 + 0,623 \times PO_4P^{(c)}$	0,66	0,004 (+12%)	0,083	27	25	$PO_4P^{(c)} > 0,03183$
2M	$PO_4P^{(f)} = 0,001 + 0,860 \times PO_4P^{(c)}$	0,79	0,002 (+10%)	0,027	4	20	$PO_4P^{(c)} > 0,00714$
7E	$PO_4P^{(f)} = 0,006 + 0,71 \times PO_4P^{(c)}$	0,86	0,002 (+7%)	0,047	25	27	$PO_4P^{(c)} > 0,02069$
6E	$PO_4P^{(f)} = 0,001 + 0,934 \times PO_4P^{(c)}$	0,99	0,001 (+4%)	0,028	10	31	$PO_4P^{(c)} > 0,01516$
3M	$PO_4P^{(f)} = 0,054 + 0,833 \times PO_4P^{(c)}$	0,92	0,013 (+3%)	0,402	7	30	$PO_4P^{(c)} > 0,32336$
12N	$PO_4P^{(f)} = 0,001 + 0,625 \times PO_4P^{(c)}$	0,53	0,001 (+1%)	0,016	8	30	$PO_4P^{(c)} > 0,00267$
20E	$PO_4P^{(f)} = -0,004 + 1,07 \times PO_4P^{(c)}$	0,98	0 (+0%)	0,129	48	28	$PO_4P^{(c)} > 0,00374^*$
16Z	$PO_4P^{(f)} = 0,001 + 0,716 \times PO_4P^{(c)}$	0,54	0 (+0%)	0,005	5	31	$PO_4P^{(c)} > 0,00353$
14AC-D	-	-	0 (+0%)	0,012	23	43	-

*max upp till koncentrationer $PO_4P^{(c)} = 0,05714$

För alla fält med stor skillnad kunde ett enkelt och tämligen stabilt samband räknas ut mellan resultatet av fosfatfosforanalysen efter de båda förbehandlingarna. Att inkludera totalfosforhalt eller koncentration av suspenderat material förbättrade bara sambandet marginellt. Då man ska jämföra nyare och äldre resultat i tidsserier kan man därför, för de koncentrationsområden som anges i tabellen, räkna om $\text{PO}_4\text{P}^{(c)}$ till $\text{PO}_4\text{P}^{(f)}$ enligt respektive ekvation. Detta gäller speciellt de fetstilade fälten. För övriga fält påverkades fosfatanalysen bara marginellt eller inte alls av förbehandlingen.

Bilaga 2

Beräkning av långtidsmedelvärden

I tabellhuvudet (tabellerna 2-12) anges den vanligaste beräkningsperioden för långtidsmedelvärdena. Analysomfånget har varierat i början av mätningarna, fält 14 AC anlades först 1988 och fälten 20 E och 21 E först 1989, varför beräkningarna fått göras under olika tidsperioder i flera fall:

Dräneringsvatten - beräkningsperiod för långtidsmedelvärdena

	14AC	16Z	1D	7E	6E	20E	21E	5O	4O	12N	11M	3M	2M
Avrinn.	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01
pH	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01
Kond.	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01
TOC	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01	94/01
HCO ₃	88/01	82/01	82/01	82/01	82/01	89/01	89/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01
SO ₄ -S	88/01	82/01	82/01	82/01	82/01	89/01	89/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01
Cl	88/01	82/01	82/01	82/01	82/01	89/01	89/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01
Na	88/01	82/01	82/01	82/01	82/01	89/01	89/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01
K	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01
Ca	88/01	82/01	82/01	82/01	82/01	89/01	89/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01
Mg	88/01	82/01	82/01	82/01	82/01	89/01	89/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01	82/01
NH ₄ -N	88/01	86/01	86/01	86/01	86/01	89/01	89/01	86/01	86/01	86/01	86/01	86/01	86/01
NO ₃ -N	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01
Tot-N	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01
PO ₄ -P	88/00	77/00	77/00	77/00	77/00	89/00	89/00	77/00	77/00	77/00	77/00	77/00	77/00
Tot-P	88/01	77/01	77/01	77/01	77/01	89/01	89/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01	77/01

Grundvatten - beräkningsperiod för långtidsmedelvärdena

	16Z	1D	7E	6E	5O	4O	12N	11M	2M
pH	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
Kond.	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
HCO ₃	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
SO ₄ -S	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
Cl	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
Na	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
K	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
Ca	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
Mg	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01
NO ₃ -N	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01	81/01