

## Bioforsk Rapport

Vol. 2 Nr. 4 2007

### Partikler i drensvann

En litteraturundersøkelse

Atle Hauge, Bioforsk Jord og Miljø

Helge Lundekvam, IPM,UMB

Hans Olav Eggestad, Bioforsk Jord og Miljø

Annelene Pengerud, Bioforsk Jord og Miljø



**Hovedkontor**

Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Norway  
Tel.: +47 40 60 41 00  
Fax: +47 63 00 92 10  
post@bioforsk.no

**Bioforsk jord og miljø**

Fredrik A. Dahls veg 20  
1432 Ås  
Norway  
Tel: +47 46 41 35 00  
Fax: +47 63 00 94 10  
jord@bioforsk.no

<i>Tittel/Title:</i> Partikler i dredivann. En litteraturundersøkelse
<i>Forfatter(e)/Autor(s):</i> Atle Hauge, Helge Lundekvam, Hans Olav Eggestad og Annelene Pengerud

<i>Dato/Date:</i> 12.07.07	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 4133	<i>Arkiv nr./Archive No.:</i> 642.1
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 4/07	<i>ISBN-nr.:</i> 978-82-17-00162-1	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 14	<i>Antall vedlegg/Number of appendix:</i> 1

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Fylkesmannen i Østfold, Miljøprosjektet i Haldenvassdraget	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Tyra Høyås, Steinar Fundingsrud
-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------

<i>Stikkord/Keywords:</i> Partikler, fosfor, drenering, grøfteavrenning, jordarbeiding Suspended solids, phosphorus, drainage, subsurface runoff, soil tillage	<i>Fagområde/Field of work:</i> Landbruksforurensing Diffuse runoff from agriculture
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

*Sammendrag:*  
Denne rapporten er en oppsummering av kunnskapstatus knyttet til partikkeltransport i dredivann og omhandler norske undersøkelser og litteratur fra de land som har sammenlignbare jord- og klimaforhold. Det er gjennomført flere undersøkelser som dokumenterer at det skjer tap av partikler gjennom dredivannsystemet under norske forhold, men variasjonen er stor og betydningen av enkeltfaktorer er lite kvantifisert. Særlig er situasjonen på flate arealer lite undersøkt. Det er derfor et klart behov for flere norske undersøkelser i forhold til norske jordtyper, topografi, grøftesystem og jordarbeiding, og relatert til våre avrenningsforhold høst, vinter og vår.  
Konsentrasjoner og tap gjennom grøftene er generelt små på morenejord i forhold til marine avsetninger, men også på leirjord med god jordstruktur og gamle grøfter kan konsentrasjoner og tap være relativt lave. Tap av partikler er generelt størst gjennom dredivannsystemet fra planert leirjord, da den er mest utsatt for oppsprekking.  
De fleste undersøkelsene tyder på at det i hovedsak er jord løsrevet på overflaten som havner i dredivannrørene. Jordarbeiding har i de fleste undersøkelsene hatt betydelig effekt på partikkelkonsentrasjonene i dredivannet. Lundekvam har estimert forholdet mellom vårharving:høstharving:høstpløying til å være 0,3:0,7:1,0 for uplanert leirjord, og noe større forskjeller på planert leire.

Ansvarlig leder/Responsible leader

Lillian Øygarden

Prosjektleder/Project leader

Hans Olav Eggestad

## **Innhold**

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Norske undersøkelser</b>	<b>6</b>
3.1	Bioforsk (tidligere Planteforsk) . . . . .	6
3.2	Bioforsk (tidligere Jordforsk) . . . . .	6
3.3	Institutt for plante- og miljøvitenskap (IPM) ved Universitet for miljø- og biovitenskap (UMB) (tidligere Institutt for jord- og vannfag ved Norges Landbrukshøgskole) . . . . .	8
3.4	Simuleringsmodeller . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Utenlandske undersøkelser</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>12</b>
<b>A</b>	<b>Notat om verknad av jordarbeiding på jordtap gjennom grøfter.</b>	<b>1</b>

## 1 Sammendrag

Denne rapporten er en oppsummering av kunnskapstatus om partikkeltransport i drenevang og omhandler norske undersøkelser og litteratur fra de land som har sammenlignbare jord- og klimaforhold.

Det er gjennomført flere undersøkelser som dokumenterer at det skjer tap av partikler gjennom drenevegnet under norske forhold, men variasjonen er stor og betydningen av enkeltfaktorer er lite kvantifisert. Særlig er situasjonen på flate arealer lite undersøkt. Det er derfor et klart behov for flere egne norske undersøkelser i forhold til norske jordtyper, topografi, grøftesystem og jordarbeiding, og relatert til våre avrenningsforhold høst, vinter og vår.

Resultatene som fremkommer av de ulike studiene indikerer at det i de fleste tilfeller er svært stor variasjon i partikkeltransporten. Det gjelder selv under relativt sammenlignbare forhold, som f.eks. i et ruforsøk på planert leire i Askim hvor det ble foretatt samme behandling, men konsentrasjonen var 2,5 ganger større i det ene drenevegnet enn i det andre.

Konsentrasjoner og tap gjennom grøftene er generelt lave på morenejord i forhold til marine avsetninger, men også på leirjord med god jordstruktur og gamle grøfter kan konsentrasjoner og tap være relativt lave.

Tap av partikler er generelt størst gjennom drenevegnet fra planert leirjord, da den er mest utsatt for oppsprekking.

Nygrøfting ser ut til å øke partikkeltransporten i drenevegnet. Tilbakefylt jord kan ha store åpne kanaler som kan vare i årevis til jorda setter seg bedre, og det kan også oppstå internerosjon. I et feltlysimeterforsøk på Skjetlein (grøftet ved anlegg av forsøket) reduserte ikke overgang fra korn til eng jordtapet i drenevegnet i særlig grad, men tapet i overflatevannet ble nesten eliminert.

Andre undersøkelser tyder på at det i hovedsak er jord løsrevet på overflaten som havner i drenevegnet. I en stikkprøveundersøkelse i Marker (Haldenvassdraget) var innholdet av organisk materiale i drenevegnetpartiklene like stort som i jord fra plogsjiktet. Partikkelkonsentrasjonen i drenevegnet fra høstkornareal var også svært mye lavere i et år med kraftig vekst i forhold til et annet år med glissen bestand.

Jordarbeiding har i de fleste undersøkelsene hatt betydelig effekt på partikkelkonsentrasjonene i drenevegnet. Lundekvam har estimert forholdet mellom vårharving:høstharving:høstpløying til å være 0,3:0,7:1,0 for uplanert mellomleire, og noe større forskjeller på planert leire.

Bruk av sagflis som filter har mer enn halvert jordtapet sammenlignet med drenevegnet uten filter i en kortvarig undersøkelse på leirjord. Grøfting med løs Leca istedenfor rør ga i samme forsøket ytterligere redusert partikkeltransport, men konsentrasjonene av totalfosfor var noe høyere enn i rørgøftene på tross av reduksjonen i partikkelkonsentrasjonene.

Det er også viktig å merke seg at det er en svært begrenset del av jorda som deltar i transporten av vann og partikler ned til grøftesystemet. Makroporene er her av svært avgjørende betydning, spesielt under episoder med store nedbørmengder. En forbedring av jordstrukturen er derfor viktig for å redusere sprekkedannelse, og øke jordas aggregatstabilitet og infiltrasjonsevne. For å opprettholde en god jordstruktur og aggregatstabilitet er det viktig at all jordarbeiding foregår under tørre forhold. Ved jordarbeiding under våte forhold, vil en kunne få en pakking i jordstruktur og nedsatte infiltrasjonsforhold. Dette vil øke risiko for tap gjennom sprekker og makroporer, og følgelig medføre økte tap i grøfteavrenning.

## 2 Innledning

I forbindelse med ”Regionale Miljøprogram” som gir mulighet for lokalt innrettede tilskudd til miljøformål, har *Fylkesmannen i Østfold* og *Miljøprosjektet i Haldenvassdrag* ønsket å få belyst hvilket omfang partikkeltransport gjennom lukkede grøftesystemer har under ulike topografiske forhold og arealtilstander. Dette fordi det er fremmet forslag om å gi tilskudd til endret jordarbeiding også for arealer som er i lavere erosjonsrisikoklasser, der det aller meste av avrenningen skjer gjennom dressystemene.

Oppdraget bestod av 2 deler:

1. Stikkprøvetaking av drenevasn fra forskjellige arealer med ulik arealtilstand (stubb, jordarbeidet og høstkorn) og topografi (flatt og helning)
2. En litteraturgjennomgang av hva som tidligere er gjort på dette området.

Resultene fra stikkprøvetakingen er utgitt i egen rapport (Eggestad 2006)

Det finnes en del litteratur knyttet til dette emnet internasjonalt, men da for det meste i forbindelse med transport og tap av fosfor. Det er valgt å også inkludere slike undersøkelser i denne gjennomgangen, da tap av partikkelbundet fosfor er nært knyttet til tap av partikler. I dette arbeidet er det fokusert på norske undersøkelser og litteratur fra de land som har sammenlignbare jord- og klimaforhold.

### 3 Norske undersøkelser

#### 3.1 Bioforsk (tidligere Planteforsk)

**Kvithamar** (Myhr et al. 1996, Oscarson et al. 1996).

På et tidligere myrareal, nå bestående av moldrik siltig mellomleire, ble det etablert feltlysimeter med 18 ruter på 36x8 m<sup>2</sup>. Forsøk med gjødsling og jordarbeiding ble gjennomført i perioden 1990-94. Midlere avrenning var på 610 mm og 75 % skjedde som grøfteavrenning. Jordtapene var i snitt 82 kg/daa for høstpløyde ruter og 33 kg/daa for vårpløyde. Dette tilsvarer konsentrasjoner på henholdsvis 134 og 54 mg/l. Det var ingen signifikant forskjell i jordtap i overflateavrenning mellom behandlingene. Helningsgraden på rutene var 1-2 %.

**Skjetlein** (Haraldsen 1998).

På Skjetlein i Trondheim ble det foretatt målinger i et feltlysimeter i perioden 1989-1997. Rutene var 30x100 m<sup>2</sup>, med 100 m helningslengde. Helningen var opptil 15 %. I perioden 89-94 ble det dyrket korn på rutene, mens det var eng de siste 3 årene. Feltet ble grøftet da ruteforsøket ble etablert. I snitt var årlig avrenning ca 550 mm og 90 % kom gjennom grøftene. Det meste av jordtapet skjedde gjennom grøftene i åkerperioden, mens alt jordtapet skjedde gjennom grøftene i engperioden. Jordtapet var størst på ruter med høstpløyning, ca 70 kg/daa, mens vårpløyning ga i snitt ca 40 kg/daa. Dette tilsvarer gjennomsnittlige partikkelkonsentrasjoner på hhv. 120 mg/l og 70 mg/l. Jordtapet gjennom grøftene i engårene var på ca 40 kg/daa i snitt, altså like stort som for vårpløyning under kornårene.

**Apelsvoll** (Eltun et al. 1996).

Forsøket med ulike dyrkingssystemer på Apelsvoll i perioden 1990-95, ga små jordtap, 2,8 kg/daa i sum av overflate- og grøfteavrenning. Konvensjonelt dyrkingssystem (korn og høstpløyning) hadde høyest jordtap med 4,3 kg/daa. Jordtapet var større med drensvannet enn med overflatevannet. Dette feltlysimeteret hadde ruter med 60 m helningslengde og mindre enn 5 % helning. Jordarten var lettleire og siltig sand.

#### 3.2 Bioforsk (tidligere Jordforsk)

**Ullensaker** (Øygarden et al. 1997, Øygarden 2000).

På et småfelt (9 daa) i Ullensaker ble både overflate- og grøfteavrenning målt i perioden 1987-92. Dette skiftet ble grøftet i 1986. Jordarten er planert siltig mellomleire og helningsgraden er ca 8 %. I årene med høstpløyning ble det målt større jordtap i drensvannet (ca 240 /daa) enn i overflateavrenningen (ca 150 kg/daa). Konsentrasjonen av partikler var imidlertid i snitt litt større i overflatevannet enn i grøftevannet; hhv. 850 mg/l og 810 mg/l. Jordtapet i de to årene med vårpløyning var 34 og 12 kg/daa i grøfteavrenningen og 57 og 20 kg/daa i overflateavrenningen. Jordarbeiding hadde stor effekt på konsentrasjonene av partikler både i overflate- og grøfteavrenning. Fra konsentrasjoner på om lag 130-150 mg/l før pløyning, økte de til ca 3800-4200 mg/l i drensvannet etter pløyning. I overflatevannet økte de fra ca 270-320 mg/l til ca 2200-2900 mg/l.

I denne undersøkelsen ble det også gravd profiler på tvers av grøftene for å studere hvordan partikkeltransporten kunne foregå. Tracerforsøk viste at det var hurtig transport i sprekkesystemer og makroporer både vertikalt og horisontalt som ledet direkte inn i grøftefyllet. Det var liten transport i den tette undergrunnsjorda med lite sprekker og makroporer. Regnvær etter jordarbeiding førte til direkte transport av løsepartikler gjennom sprekkesystemer til grøftefyllet.

**Hobøl** (Kværner et al. 1994)

I Hobøl ble det i 1991 anlagt et dreneringsforsøk med Leca-grøfter med og uten fiberduk og rørgrøfter med

og uten sagflis som filter. Grøfteavrenningen varierte mye mellom leddene. I rørgrøftene uten sagflis var det i 1993 (11 måneder) ca 370 mm avrenning, i rørgrøftene med sagflis ca 270 mm, i Leca-grøften med fiberduk ca 260 mm, i Leca-grøften med økt tverrsnitt (økt dybde) ca 230 og Leca uten fiberduk ca 170 mm. Leca-grøftene ser ut til å ta unna mindre vann enn rørgrøftene under store avrenningsepisoder. Partikkelkonsentrasjonen og jordtapet var klart størst i rørgrøftene uten sagflis, nesten 4 kg/daa i jordtap, mens det i rørgrøftene med sagflis var ca 1,5 kg/daa. I Leca-grøftene var jordtapene ca 0,5 kg/daa. Under en stor avrenningsepisode var forskjellen i jordtap mellom rørgrøfter og Leca-grøfter enda større. Forskjellen i fosfortapet mellom rørgrøftene og Leca-grøftene var langt mindre enn forskjellen i partikkeltapene skull tilsi. Middelkonsentrasjonen av total-fosfor var faktisk større i drensvannet fra Leca-grøftene (ca 0,04-0,05 mg/l) enn fra rørgrøftene (ca 0,028-0,035 mg/l). Dette skyldes økt fosfat-innhold, noe som kan bero på høyere pH i drensvannet fra Leca-grøftene. Nye forsøk med Leca som rensefilter er igangsatt i nedbørfeltet til Vestre Vansjø (Hauge 2006).

### **Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA).**

Konsentrasjoner og tap av partikler i grøfteavrenning har blitt målt i flere småfelt i JOVA. I Vandsembfeltet, et småfelt som inngår som en del av Mørdrebekken nedbørfelt i Nes i Akershus, ble partikkeltap i grøfteavrenning målt i perioden 1991-2004. Feltet består av et skifte på 108 da hvor det dyrkes korn. Det grøftede nedbørfeltet er ca. 65 daa. Feltet er bakkeplanert og består i hovedsak av jordtypene silt og siltig mellomleire. Jordarbeiding om høsten vekslet i perioden mellom høstpløying og stubb. Gjennomsnittlig konsentrasjon av partikler i grøfteavrenningen var 72 mg/l for hele overvåkingsperioden. Til sammenlikning var gjennomsnittlig konsentrasjon i Mørdrebekken 233 mg/l i den samme perioden (Vandsemb et al. 2005).

Betydelig lavere konsentrasjoner i grøfteavrenning er målt i Byefeltet i Nes kommune i Hedmark. Gjennomsnittlig konsentrasjon av partikler var her 13,5 mg/l i perioden 1992-2005. Dette feltet har et areal på 40 daa og inngår som en del av et større skifte på 200 daa. Jordtype er en moldrik, veldrenert moreneletteleire med noe grus. På feltet dyrkes i hovedsak hvete, men også bygg og potet enkelte år. Jordarbeidingen er tradisjonell med høstpløying og vårharving hvert år (Selnes et al. 2006).

Lave konsentrasjoner av partikler i grøftevann er også målt i Vinningland småfelt. Det ble her målt en gjennomsnittlig konsentrasjon på 7,9 mg/l i perioden 1997-2005. Feltet består av et skifte på 24 daa og inngår som en del av Timebekken nedbørfelt på Jæren i Rogaland. På skiftet dyrkes gras og grønnfôr, med vårpløying de år det har blitt dyrket grønnfôr. Jordsmonnet i feltet er dominert av moreneavsetninger med høyt innhold av siltig mellomsand med varierende stein- og grusinnhold (Pengerud et al. 2006).

### **Skuterudfeltet i Ås (Bechmann og Deelstra 2005)**

I stikkprøver av drensvann tatt under avrenningsepisoder fra ulike steder i Skuterudbekken nedbørfelt, lå SS-innholdet i området 3-125 mg/l fra stubbarealer på leirjord, og i området 20-650 mg/l i drensvannet fra et pløyd areal (også leirjord). Alle disse arealene hadde erosjonsrisiko mindre enn 100 kg/daa (beregnet av Skog og Landskap, tidl. NJOS). I snitt var konsentrasjonene ca 3-4 ganger så høye fra det pløyde arealer som fra stubbarealene.

### **Stikkprøver i Marker kommune (Eggstad 2006).**

Som nevnt innledningsvis ble det i forbindelse med dette oppdraget tatt stikkprøver i drensutløp fra arealer med forskjellig arealtilstand (jordarbeidet, stubb, høstkorn) og forskjellig topografi i oppdragsgivers forvaltningsområde (Østfold). Marker kommune ble valgt. Prøveserier fra tre episoder er rapportert. Det ble funnet stor variasjon i partikkelkonsentrasjonene, fra ca 10 til ca 2200 mg/l. Til sammenlikning har konsentrasjonene av partikler i Skuterudbekken i Ås (blandprøver) i middel vært ca 100 mg/l, med høyeste målte konsentrasjon på 760 mg/l. Innholdet av partikler i drensvann fra jordarbeidet areal var større enn fra stubb også på flate arealer. Konsentrasjonene var imidlertid høyere fra areal med helning enn på flate arealer. På høstkornarealer er tilveksten av høstkornet avgjørende for partikkelkonsentrasjonen i

drensvannet. Ved liten tilvekst var konsentrasjonene på nivå med pløyd areal, mens de ved svært frodig vekst (høsten 2005) var på nivå med stubbarealene. Moldinnholdet i partiklene i drensvannet varierte mellom ca. 4 og 29 %. Det tyder på at det i hovedsak er jord løsrevet fra overflaten eller i plogsjiktet, og ikke undergrunnsjord, som transporteres i drensrørene. Innholdet av total-fosfor varierte mellom 0,03 og 2,5 mg/l, med konsentrasjoner mellom 0,2 og 1,0 mg/l i de fleste prøver.

Det er stor usikkerhet knyttet til slik stikkprøvetaking. Det er likevel funnet klare indikasjoner på at partikkelinnholdet i drensvann kan være betydelig på flate arealer når det er foretatt jordarbeiding, og at de er større på arealer med helning. Overflateavrenning er ikke med i denne undersøkelsen. For å undersøke reelle forskjeller i partikkeltap må det foretas kontinuerlige målinger, der også overflateavrenning er inkludert i måleopplegget.

### **3.3 Institutt for plante- og miljøvitenskap (IPM) ved Universitet for miljø- og biovitenskap (UMB) (tidligere Institutt for jord- og vannfag ved Norges Landbrukshøgskole)**

**Askim, Holt og Syverud** (Lundekvam 2005).

Holt er et småfelt på Romerike, mens Askim og Syverud (i Ås) er ruteforsøk. Askimfeltet består av mellomleire og ble planert og grøftet i 1986 (året før målingene startet). Syverud har uplanert lettleire med høy aggregatstabilitet og ble grøftet for mer enn 40 år siden. Holt har mellomleire og ble grøftet i 1974. I Askim-feltet drenerte de to drensrørene både ei høstpløyd og vårharva rute fram til med 1998. I 1999 ble opplegget endret slik de to rutene som drenerte til samme drensrør fikk samme behandling, og høstpløying ble erstattet med høstharving. I perioden 1987-98 var konsentrasjonene av partikler i gjennomsnitt hhv. 851 mg/l og 353 mg/l for de to grøftene. I perioden 2000-05 var konsentrasjonene 235 mg/l og 320 mg/l fra henholdsvis vårharva og høstharva ruter. Ved beregninger fant Lundekvam at dersom bare jordarbeidingen hadde vært forskjellig mellom de to drensrørene, ville partikkelkonsentrasjon ved vårharving og høstharving vært henholdsvis 235 og 771 mg/l. Utfra målingene i Askimfeltet anslo Lundekvam forholdstallene mellom partikkelkonsentrasjonene for høstpløying:høstharving:vårharving til 1,0:0,52:0,16. For ikke planert leire foreslår Lundekvam forholdstallene 1:0,7:0,3 mellom de samme tre behandlingene.

På Holt var partikkelkonsentrasjonene ved høstpløying i gjennomsnitt 109 mg/l i drensvannet, mens Syverudfeltet ga svært lave konsentrasjoner og ingen forskjell mellom vårpløyd og høstpløyd ruter (9,2 og 9,3 mg/l) i perioden 92-95. For perioden 1994-2000 var imidlertid konsentrasjonene dobbelt så store for høstpløying (32 mg/l) som for vårpløying (15 mg/l).

Forskjellene mellom disse tre feltene har sannsynligvis også å gjøre med alderen på grøftene, foruten forskjeller i jordart, jordstruktur og planert/ikke planert jord. Grøfting kan gi store åpne "kanaler" i grøftefylla som kan vare i årevis. I 12-års perioden (87-98) var det ingen signifikant nedgang i partikkelkonsentrasjonen i grøftene på Askim-feltet, noe som tyder på at effekten av grøfting/planering holder seg lenge.

### **3.4 Simuleringsmodeller**

Tap i drensvann inngår som en faktor i enkelte simuleringsmodeller for arealavrenning. I ERONOR-modellen (Lundekvam, 2002b) er det også lagt inn tap gjennom drensvann, og dette kan da estimeres for ulike værforhold, jordtyper og driftsformer. Modellen er tidligere anvendt for forhold i Vansjø-området (Bechmann et al. 2006). Eksempelvis gir resultatene fra ERONOR-modellen om lag 76 % reduksjon i partikkeltap i grøfteavrenning ved omlegging fra høstpløyd korn til eng. Det er selvsagt stor usikkerhet knyttet til slike simulerte verdier.



## 4 Utenlandske undersøkelser

I denne gjennomgangen av utenlandske undersøkelser er det i hovedsak fokusert på undersøkelser på leirjord, særlig i relativt sammenliknbare land som Sverige, Finland, Danmark, England og Canada. Flere av undersøkelsene har fokusert på fosfortap, hvor partikkelbundet fosfor inngår. Resultater fra disse er også inkludert i denne gjennomgangen, da det er en klar sammenheng mellom tap av partikler og partikkelbundet fosfor i både overflate- og grøfteavrenning.

I følge Beauchemin et al. (2003) er drengrøfter en betydelig transportvei for fosfor til vassdrag, selv om de målte konsentrasjoner ikke alltid er spesielt høye. Dette dokumenteres gjennom en rekke målinger av fosforinnhold i grøftevann i områder der hoveddelen av avrenningen skjer gjennom grøftene. Lave fosforkonsentrasjoner i grøftevann er også dokumentert av Ulèn og Jakobsson (2005) og Djodjic et al. (2000). Ulèn og Jakobsson (2005) rapporterer fosforkonsentrasjoner i drengvann i intervallet 0,04-0,18 mg/l i et forsøk med ulike dyrkingssystemer i Sørvest-Sverige. Djodjic et al. (2000) viser at på leirjord med god struktur i Sverige er fosfortapene i drengvann rimelig små. I løpet av en fireårsperiode var tap av total fosfor gjennom drengvannet på mellom 42 g/daa og 80 g/daa. Av dette var partikulært P mellom 20 og 42 g/daa. Tapene av partikulært P varierte mellom 10-69 % av tapene av total P. De høyeste tapene ble målt under kraftige nedbørepisoder, spesielt dersom disse kom like etter P-gjødsling. Det var mer partikulært bundet fosfor ved slike kraftige nedbørepisoder.

Uusitalo et al. (2001) viser at partikulært bundet fosfor fra overflateerosjon kan være en like stor kilde til biotilgjengelig fosfor som løst fosfor, både i overflatevann og i drengvann. Forsøkene er utført på leirjord og indikerer at også partikkelbundet fosfor er viktig for eutrofieringen av belastede vassdrag. Totale tap av partikler og partikkelbundet fosfor er i stor grad avhengig av avrenningsmengde. Djodjic et al. (2000) dokumenterer stor variasjon i tap av partikulært P i drengsystem ved ulike avrenningsmengder, med klar økende konsentrasjon av partikulært P ved økende avrenning. De 9 største flomepisodene som ble målt ga 21-29% av avrenningen, og hele 54-65% av mengden partikulært P.

Tap gjennom drengsystem er i stor grad avhengig av jordtype. I lysimeterforsøk på leirjord og sandjord finner Djodjic et al. (1999) størst P-tap fra leire, fordi avrenningen til grøftene i stor grad skjer i store makroporer, mens vannet i sandjord filtreres gjennom jorda. I dette forsøket var løst P av størst betydning for de totale fosfortapene. Bergstrøm (1999) viser også at selv om infiltrasjonskapasiteten var langt større i sandjord, kom vann raskere fram til grøftene i leirjord, noe som viser virkningen av makroporeavrenningen. I følge Ulèn et al. (1998) er fosfortap gjennom makroporer dominerende på leirjord, med størst tap under nedbørepisoder. Det ble vist at nedbøren må være over en viss grense før tap av partikulært fosfor vil forekomme. Betydningen av nedbørmengder er også dokumentert av Simard et al. (2000). Han viser i kanadiske forsøk at partikulært P er hovedfraksjonen av fosfor i drengvann dersom det forekommer kraftige nedbørepisoder etter perioder med lite nedbør.

Ulèn og Persson (1999) fant i forsøk på leirjord i Sverige at bare 1 % av jordoverflaten var hydraulisk aktiv, det vil si bidro til å føre overflatevann ned til grøftesystemet. Makroporene var få, men de gikk rett nedover til grøftesystemet. Her utgjorde tapet av partikulært P 63% av det totale fosfortapet.

### **Betydningen av jordbrukspraksis**

Ved siden av faktorer som jordtype, nedbør og avrenningsmengde, vil driftspraksis og overflatetilstand være svært avgjørende for de partikkelmengder som tapes fra jordbruksarealer. Laubel et al. (1999) viser i tracer-forsøk på leirholdig jord i Danmark at partikler i drengsystem i hovedsak kommer fra overflatelaget. Driftsforhold og prosesser som innvirker på erosjon på overflaten vil i så måte være av stor betydning også for de totale tapene gjennom drengsystem.

Flere forsøk har blitt utført for å se på sammenhengen mellom jordarbeidingspraksis og partikkeltap. Norske og svenske undersøkelser tyder på at jordarbeiding generelt fører til økte tap av partikler til drengsgrøfter, med størst tap ved høstpløying. I følge Ulèn og Jacobsson (2005) vil bedret jordstruktur og endret jordarbeiding være de viktigste virkemidlene for å redusere tap av partikler i drengssystem på leirjord i Sverige. En god jordstruktur bør opprettholdes for å øke jordas evne til å infiltrere vann uten at det følger makroporer.

I enkelte forsøk er det dokumentert økt avrenning av fosfor der en ikke jordarbeider. Djodjic et al. (2000) fant noe økt mengde løst fosfor i grøftesystemene der det ikke var jordarbeidet. Teorien var at en uten jordarbeiding vedlikeholder makroporer og får mer makroporeavrenning. Forsøk utført av Gaynor og Findlay (1995) ga økt mengde løst P i drengsvann ved redusert jordarbeiding, men redusert andel partikulært P. Dette ble forklart med at fosforet konsentreres på overflaten, og vil dermed være mer utsatt for utvasking til makroporer. Det er usikkert om disse forsøkene kan overføres til Norge, men en indikasjon på at disse prosessene også vil gjelde her er vist i norske forsøk med spredning av husdyrgjødsel på jordoverflaten.

Forsøk utført i Finland og Sverige sammenlikner tap fra henholdsvis korn- og engarealer. Både Ulèn og Mattsson (2003) og Turtola og Jaakkola (1995) dokumenterer lavere tap av partikulært P fra eng enn fra kornarealer. Ulèn og Mattsson oppgir tap av partikulært P på 0,9 kg/daa/år fra eng, og 3 kg/daa/år fra kornarealer fra forsøk utført på leirjord i sørvest-Sverige. I følge Turtola og Jaakkola kan det i visse tilfeller forekomme svært rask makroporeavrenning på engarealer. Det ble funnet 20% lavere tap av partikulært P ved varig eng enn ved bygg, men etter noen år økte tapene fra engarealene. Teorien var at det over tid ble etablert makroporer i den oppløyde enga, mens konvensjonell pløying kuttet makroporene.

### **Transport i landskapet**

Sharpley og Rekolainen (1997) har vist i forsøk at 90% av fosfortapet i et nedbørfelt kom fra kun 5% av landarealet i løpet av 1-2 stormepisoder. Liknende resultat er også dokumentert av Ulèn et al. (2001). Det var stor variasjon i tapene mellom ulike områder i nedbørfeltene, og noen få områder bidro med mesteparten av tapene.

Ulèn et al. (2001) fant at basert på 15 observasjonsfelt kom hoveddelen av partikulært fosfor i grøftevannet fra noen få kritiske arealer. Dette understreker at det vil være viktig framover å studere slike arealer nærmere for å finne viktigste årsak til at de bidrar med en så stor andel av de totale tapene. Ulèn et al. fant fire parametere som kunne forutse faren for tap; jordart, lengden av perioder med sterk avrenning, innhold av fosfor i jordas øverste lag, og antallet husdyr. Selv om det i Sverige i dag er en negativ fosforbalanse på dyrka jord, har de ikke funnet nedgang i fosfortapene.

### **Målemetoder**

Da er betydelig andel av de totale tapene skjer under kraftige nedbørsepisoder, er det viktig med vannføringsproporsjonal prøvetaking for å kunne kvantifisere de totale mengdene som tapes gjennom drengssystem. Grant et al. (1996) viste i Danmark at på grunn av at de store tapene kom under stormavrenning ble partikulært P underestimert ved stikkprøver, mer enn 50% i forhold til ved vannføringsproporsjonal prøvetaking. På leirjord i Sverige målte Ulèn og Persson (1999) så mye som halvparten av totalt årlig tap i løpet av 140 timer. Manuell 14-dagers prøvetaking underestimerte tapet med 42-59% i forhold til vannføringsproporsjonal prøvetaking.

## 5 Oppsummering

Flere undersøkelser i Norge påviser at det er transport av partikler i drensvann, men variasjonen er stor og betydningen av enkeltfaktorer er lite kvantifisert. De viktigste faktorene ser ut til å være:

- \* Jordart (leirinnhold og oppsprekking/makroporer)
- \* Bakkeplanering
- \* Jordarbeiding
- \* aggregatstabilitet (jordstruktur og moldinnhold)
- \* Alder på grøftesystemet og bruk av filtermateriale
- \* Tilvekst dersom det er sådd høstkorn
- \* Helningsgrad og helningslengde

Lundekvam har vurdert effekten av jordarbeiding på konsentrasjon av partikler drensvannet til å være 1,0:0,7:0,3 i forholdstall mellom høstpløying, høstharving og vårpløying på leirjord.

En god aggregatstabilitet bør opprettholdes for å hindre løsrivelse av partikler. Det er i så måte svært viktig at jordarbeiding foregår under tørre forhold for å opprettholde en best mulig aggregatstabilitet og jordstruktur. Pakking på grunn av trafikk under våte forhold kan også medføre dårligere infiltrasjonsegenskaper og avrenning i makroporer. Ved pløying under våte forhold ødelegges jordstrukturen, hvilket kan ta mange år å igjen forbedre. Kalking kan være et tiltak for å fremme god jordstruktur. Man får i slike tilfeller ofte ansamling av større mengder vann på jordoverflaten etter nedbør. Høsten er vanligvis den mest kritiske perioden for trafikk og jordarbeiding.

Kummer ned til drenssystemet kan være en kilde til partikkeltap, men dette er likevel et bedre alternativ med tanke på partikkeltap enn ansamling av store vannmengder på overflaten eller stor overflateavrenning fra større områder.

Effekten av helningsgrad (og helningslengde) er kanskje den faktoren det er størst usikkerhet knyttet til, men stikkprøveundersøkelsen i Marker (Eggestad 2007) indikerer at den har noe betydning. Det er imidlertid sterke indikasjoner på at jordarbeiding fører til økte partikkelkonsentrasjoner i drensvann også på flate arealer. For å kunne tilstrekkelig kvantifisere nivå og forskjeller i partikkeltransport (og fosfortransport) fra arealer med ulik arealtilstand og helningsforhold som grunnlag for prioritering av tilskudd, er det nødvendig å foreta kontinuerlige målinger av både grøfte- og overflatevann over lengre perioder.

## 6 Referanser

### Norske referanser:

- Bechmann M., J. Deelstra (2005): Source areas of phosphorus transfer in an agricultural catchment, south-eastern Norway. Artikkel nr 2 i Thesis 2005:24, UMB: Fosforindex - et verktøy for å vurdere risiko for fosfortap fra jordbruksarealer i Norge.
- Bechmann, M., A. Pengerud, L. Øygarden, A. F. Øgaard. og N. Syversen (2006). Tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer rundt vestre Vansjø. Bioforsk Rapport 177 (2006). 44 s.
- Eggestad, H. O. (2006). Partikler i drensvann. Bioforskrapport nr 93/2006
- Eltun, R., O. Fugleberg & O. Norheim (1996). The Apelsvoll cropping system experiment VII. Runoff losses of soil particles, phosphorus, potassium, magnesium, calcium and sulphur. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 10: 371-384. ISSN 0801-5341.
- Haraldsen T. K. (1998). Avrenning og tap av næringsstoffer på Skjetlein 1990-1997. Jordforskrapport 25/98. ISBN 82-7467-288-7.
- Hauge, A. (2006). Prosjektplan – Etablering av to pilotanlegg for rensing og gjenvinning av fosfor i avrenning fra landbruket ved Vansjø ved hjelp av Filtralite P fra Leca. Bioforsk. 6 s.
- Kværner, J., P. D. Jensen, T. Krogstad, T. Briseid og Ø. Johansen (1994). Utvikling av miljøvennlig dreneringsteknologi - bruk av Leca som filtermedium i drengrofter. Jordforskrapport 6/94. ISBN 82-7467-113-9.
- Lundekvam, H. (1997). Spesialgranskingar av erosjon, avrenning, P-tap og N-tap i rutefelt og småfelt ved Institutt for jord og vannfag. Jordforskrapport nr 6/97.
- Lundekvam, H. (2001). Oppsummering av resultat frå erosjonsfelta ved IJVF for perioden 1994-2000. Førebels notat. (Upublisert, men kopi kan fåast ved IPM, UMB).
- Lundekvam, H. (2002). Some effects of tillage, drain spacing and soil type on losses of soil particles and nutrients through drain water. In book of abstracts from NJF-seminar 339 on "Agrotechnical Systems for Water Management" in Jurmala, Latvia, 12-15 September, 2002.
- Lundekvam, H. (2002b). ERONOR/USLENO-Empirical erosion models for Norwegian conditions. Documentation. Report no 6/2002. Norwegian University of Life Sciences.
- Lundekvam, H. (2005). Notat om verknad av jordarbeiding på jordtap gjennom grofter. (Upublisert, vedlegg 1)
- Myhr K., H. Oscarson & T.K. Haraldsen (1996). The Kvithamar field lysimeter. I. Objectives, methods and results of soil analyses. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 10: 197-210. ISSN 0801-5341.
- Oscarson, H. T. K. Haraldsen, A. H. Aastveit & K. Myhr (1996). The Kvithamar field lysimeter. II. Pipe drainage, surface runoff and nutrient leaching. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 10: 211-228. ISSN 0801-5341.
- Pengerud, A., J. Deelstra, H. O. Eggestad og L. Øygarden (2006). Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Vinningland 1998-2005. Bioforsk rapport 183/06. 14 s.

- Selnes, S., H. O. Eggestad, A. Pengerud, M. Bechmann, L. Øygarden (2006). Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Bye 2005. Bioforsk rapport 175/06. 12 s.
- Vandsemb, S. M. og R. M. Skjevda, (2005) (red.). Jord- og vannovervåking i landbruket. Feltrapporter fra programmet i 2004. Bioforsk rapport 84/05. 251 s.
- Øygarden L., J. Kværner, P. D. Jenssen (1997). Soil erosion via preferential flow to drainage systems in clay soils. *Geoderma* 76 (1997) 65-86.
- Øygarden, L. (2000). Seasonal variation in soil erosion in small agricultural catchments in south-eastern Norway. Doctor Scientiarum Theses 2000:8. The Norwegian University of Life Sciences.

#### **Utenlandske referanser:**

- Beauchemin, S., R. R. Simard, M. A. Bolinder, M. C. Nolin, D. Cluis. (2003). Prediction of phosphorus concentration in tile-drainage water from the Montreal Lowlands soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 83 (1): 73-87.
- Bergstrom, L. F., A. Shirmohammadi. (1999). Areal extent of preferential flow with profile depth in sand and clay monoliths. *Journal of Soil Contamination*, 8 (6): 637-651.
- Djordjic, F., L. Bergstrom, B. Ulèn, A. Shirmohammadi. (1999). Mode of transport of surface-applied phosphorus-33 through a clay and sandy soil. *Journal of Environmental Quality*, 28 (4): 1273-1282.
- Djordjic, F., B. Ulèn, L. Bergstrom. (2000). Temporal and spatial variations of phosphorus losses and drainage in a structured clay soil. *Water Research*, 34 (5): 1687-1695.
- Gaynor, J. D., W. I. Findlay. (1995). Soil and Phosphorus Loss from Conservation and Conventional Tillage in Corn Production. *Journal of Environmental Quality*, 24 (4): 734-741.
- Grant, R., A. Laubel, B. Kronvang, H. E. Andersen, L. M. Svendsen, A. Fuglsang. (1996). Loss of dissolved and particulate phosphorus from arable catchments by subsurface drainage. *Water Research*, 30 (11): 2633-2642.
- Laubel, A., O. H. Jacobsen, B. Kronvang, R. Grant, H. E. Andersen. (1999). Subsurface drainage loss of particles and phosphorus from field plot experiments and a tile-drained catchment. *Journal of Environmental Quality*, 28 (2): 576-584.
- Sharpley, A.N. og S. Rekolainen (1997). Phosphorous in Agriculture and Its Environmental Implications. I Tunney H., O. T. Carton, P. C. Brookes and A. E. Johnston (ed.). *Phosphorous Loss from Soil to Water*, s. 1-53. Oxon, CAB International.
- Schelde, K., L. W. de Jonge, C. Kjaergaard, M. Laegdsmand, G. H. Rubæk. (2006). Effects of manure application and plowing on transport of colloids and phosphorus to tile drains. *Vadose Zone Journal*, 5 (1): 445-458.
- Simard, R. R., S. Beauchemin, P. M. Haygarth. (2000). Potential for preferential pathways of phosphorus transport. *Journal of Environmental Quality*, 29 (1): 97-105.
- Turtola, E., A. Jaakkola. (1995). Loss of Phosphorus by Surface Runoff and Leaching from a Heavy Clay Soil under Barley and Grass Ley in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 45 (3): 159-165.

- Turtola, E., A. Paajanen. (1995). Influence of improved subsurface drainage on phosphorus losses and nitrogen leaching from a heavy clay soil. *Agricultural Water Management*, 28 (4): 295-310.
- Ulèn, B. (1995). Episodic Precipitation and Discharge Events and Their Influence on Losses of Phosphorus and Nitrogen from Tiledrained Arable Fields. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 25 (1): 25-31.
- Ulèn, B., A. Shirmohammadi, L. F. Bergstrom. (1998). Phosphorus transport through a clay soil. *Journal of Environmental Science and Health Part a-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 33 (1): 67-82.
- Ulèn, B., K. Persson. (1999). Field-scale phosphorus losses from a drained clay soil in Sweden. *Hydrological Processes*, 13 (17): 2801-2812.
- Ulèn, B., G. Johansson, K. Kyllmar. (2001). Model predictions and long-term trends in phosphorus transport from arable lands in Sweden. *Agricultural Water Management*, 49 (3): 197-210.
- Ulèn, B., L. Mattsson. (2003). Transport of phosphorus forms and of nitrate through a clay soil under grass and cereal production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65 (2): 129-140.
- Ulèn, B., H. Aronsson, G. Torstensson, L. Mattsson. (2005). Phosphorus and nitrogen turnover and risk of waterborne phosphorus emissions in crop rotations on a clay soil in southwest Sweden. *Soil Use and Management*, 21 (2): 221-230.
- Ulèn, B., C. Jakobsson. (2005). Critical evaluation of measures to mitigate phosphorus losses from agricultural land to surface waters in Sweden. *Science of the Total Environment*, 344 (1-3): 37-50.
- Uusitalo, R., E. Turtola, T. Kauppila, T. Lilja. (2001). Particulate phosphorus and sediment in surface runoff and drainflow from clayey soils. *Journal of Environmental Quality*, 30 (2): 589-595.
- Withers, P. J. A., E. I. Lord. (2002). Agricultural nutrient inputs to rivers and groundwaters in the UK: policy, environmental management and research needs. *Science of the Total Environment*, 282: 9-24.

## A Notat om verknad av jordarbeiding på jordtap gjennom grøfter.

Helge Lundekvam

IMP, UMB, boks 5003, 1432 Ås

Dette er ikkje ein fullstendig gjennomgang av alt som er gjort på grøftevatn, men det er teke med nok til å vise at partikkeltap gjennom grøfter kan vere viktig.

Om jordarbeiding har verknad på jordtap gjennom grøfter er eit tema som det ikkje har vore gjort mykje systematisk forskning på. Men det er gjort observasjonar av grøftevatn mange gonger som viser at på leirjord er vatnet ofte grått dersom det vert observert i flaumperiodar.

Det tyder at det er partiklar i vatnet. Spørsmålet er kvar desse partiklane kjem frå. Dei kan kome frå jordyta på grunn av erosjon og deretter transporterast gjennom makroporer til grøftene. At dette faktisk skjer er vist av Øygarden et al. (1997). Ho målte dessutan høge konsentrasjonar og jordtap gjennom grøftene og observerte at desse tapa auka etter jordarbeiding (Øygarden, 2000). Liknande er observert av Lundekvam (2002). Det er også mogleg med intern erosjon i jorda, men det er neppe tvil om at erosjonen er størst på jordyta.

Ut frå det som er sagt over, er det høgst sannsynleg at jordarbeiding vil ha verknad også på grøftevatnet, ved at ytevatnet via grovporer kan gå meir eller mindre direkte til grøftene. At jordarbeidinga verkar på ytevatnet er vel kjent og målt (Lundekvam, 1997 og 2001), (Øygarden, 2000).

Verknaden på grøftevatnet vil fyrst og fremst vere knytt til avrenningsepisodar, for det er då erosjonen føregår. Ved avtakande vassføring t.d. eit døgn eller meir etter avrenningstoppen, vil grøftevatnet ha gått gjennom gradvis mindre porer som har betre filtereigenskapar og med gradvis lågare partikkelkonsentrasjonar. Ved lågvassføring renn det berre grunnvatn i grøftene og vatnet er då mest fritt for partiklar. Ulèn (1995) har òg observert auka P-konsentrasjonar ved avrenningsepisodar.

Det er også rimeleg å tru at leirjord er mest utsett for slike tap pga av oppsprekking og grøftefyll som kan ha opne store "kanalar" som kan vare i årevis etter grøftinga.

Som døme på kva verknad jordarbeidinga kan ha på partikkelkonsentrasjonen i grøftevatn, visast kort resultat av grøftevassmålingar på ei planert siltig mellomleire i Askim, Østfold, 1987-2004 som vart planert og grøfta og anlagt i 1986. Opplegget her var eit rutforsøk med ruter på 6\*25 m (breidde\*lengde). Grøftevatnet vart samla frå 2 og 2 ruter, slik at ytevassruter 1 og 2 vart samla i ei grøft (12) og ytevassruter 3 og 4 i ei grøft (34). Rute 1 og 2 =( grøft 12), var intensivt grøfta (4 m avstand), medan rute 3 og 4 = (grøft 34) var grøfta med 8 m avstand.

Åra 1987 til 1998 var handsaminga på yta såleis at eine ruta med drenering var vårharva, medan den andre var haustpløygd. Altså: rute 1 vårharva, rute 2 haustpløygd, rute 3 vårharva, rute 4 haustpløygd. Med dette opplegget var det ikkje mogleg å direkte måle ein verknad av jordarbeiding, men ein observerte ein auka i konsentrasjonen etter at den eine ruta var pløygd både i grøft 12 og grøft 34.

Året 1999 vart jordarbeidingsregimet endra slik at for grøft 12 vart både rutene vårharva, og for grøft 34 vart både rutene haustharva. Ein kan då finne verknad av jordarbeiding ved å samanlikne grøft 12 før og etter omlegginga og ved å samanlikne grøft 12 og 34 etter omlegginga (tabell 1).

I 12-årsperioden 1987-1998 var det ingen signifikant nedgang i partikkelkonsentrasjonen i grøftene, som tyder på at verknaden av grøfting/planering held seg lenge på leirjord.

Tabell 1: Målte vassvegne medelkonsentrasjonar i grøftevatn frå Askimfeltet for 2 tidsperiodar med ulik handsaming.

Periode/jordarbeiding	Grøft 12 (partiklar mg/l)	Grøft 34 (partiklar mg/l)
1987-1998, ei ytevassrute vårharva, ei haustpløygd	851	353
2000-2005, grøft 12 bår ruter vårhava, grøft 34 bår ruter haustharva	235	320

Ein ser at konsentrasjonen i perioden 1987-1998 då bår grøfteareala hadde lik handsaming er ulik for dei 2 grøftene, som kan kome av at areal 12 er meir intensivt grøfta eller andre tilhøve. For å samanlikne verknaden av endra jordarbeiding kan ein nytte perioden 1987-1998 som referanse.

Metodar til å vurdere verknaden av endra jordarbeiding:

### Metode 1. Samanlikne areal 12 før og etter omlegging.

Ein ser at det er ein betydeleg nedgang, frå 851 til 235 mg/l. No var eine ruta vårharva i perioden 1987-1998. For å få fram verknaden av haustpløyinga åleine og under føresetnad av at det har kome like mykje drensavatn frå bår rutene og at konsentrasjonen ved vårharving har vore lik i perioden 1987 –1998 og perioden 2000-2004, kan ein setje opp likning 1:

$$\text{kons.vha} * \text{avrenn} + \text{kons.hpl} * \text{avrenning} = ((\text{kons.vha} + \text{kons.hpl}) / 2) * \text{avrenning} * 2 \quad (1)$$

Kons.vha = konsentrasjon ved vårharving (kjend = 235 mg/l)

Kons.hpl = konsentrasjon ved haustpløying (ukjend)

$(\text{Kons.vha} + \text{kons.hpl}) / 2$  er medelkonsentrasjonen av vårharving og haustpløying

(kjend = 851 mg/l)

Avrenninga er føresett lik for rute 1 og rute 2, men dobbelt så stor for rute 1 og 2 samla (difor er det ganga med 2 på høgre sida)

Innsetjing av tal i likning 1 gjev likning 2:

$$235 * \text{avrenning} + \text{kons.hpl} * \text{avrenning} = 851 * \text{avrenning} * 2 \quad (2)$$

Etter dette vert  $\text{kons.hpl} = 1467$  mg/l.

$\text{Kons.vha} / \text{kons.hpl} = 235 / 1467 = 0,16$ .

Utrekninga viser at ein kan få ein nedgang i partikkelkonsentrasjonen i grøftevatnet i storleiksorden 80 % om ein går frå haustpløying til vårharving på relativt nygrøfta planert mellomleire.



## Metode 2. Samanlikne grøft 12 (vårharva) med grøft 34 (haustharva) etter omlegging (perioden 2000-2004, 5 år).

Ein må her rekne om eine grøfta ved hjelp av resultatata frå referanseperioden for at samanlikninga skal verte reell.

Omrekning av grøft 34 til nivå med grøft 12 ut frå referanseperioden, likning 3:

$$\text{Omrekna Kons. grøft 34 til nivå med grøft 12 for siste periode} = (\text{kons. siste periode grøft 34}) * (\text{kons fyrste periode grøft 12}) / (\text{kons fyrste periode grøft 34}) \quad (3)$$

Og med innsette tal, likning 4:

$$\text{Omrekna kons. grøft 34 siste periode} = 320 * 851 / 353 = 771 \text{ mg/l} \quad (4)$$

Det tyder at konsentrasjonen ved vårharving er 235 mg/l og ved haustharving 771 mg/l når ein har rekna om grøft 34 til nivået for grøft 12.

### Konklusjon:

Både metodar viser at det ikkje er tvil om at jordarbeidinga har hatt ein svært stor verknad på partikkelkonsentrasjonen i grøftevatn på planert leire. Ved å gå bort frå jordarbeiding om hausten vil ein såleis få ein reduksjon i jordtapet både på yta og gjennom grøftene. Verknad av jordarbeiding på tap gjennom grøftene vil også ha på "flate" areal, der det er lite avrenning/jordtap på yta, fordi regnet åleine eroderer ved å slå laus partiklar og knuse aggregat. Ein del av desse lausrivne partiklane kan så finne vegen gjennom makroporer til grøftene.

Ut får dette enkle forsøket kan ein setje opp fylgjande for denne planerte leira grøfta i 1986 (tabell 2):

Tabell 2: Partikkelkonsentrasjonar utrekna for tre dyrkingssystem og for 2 grøftesystem og relative tal.

Jordarbeidingssystem	Utrekna partikkelkons. for nivå grøft 12	Utrekna partikkelkons. for nivå grøft 34	Relative tal
Hautpløying (HPL)	1467	608	1
Haustrarving (HHA)	771	320	0,52
Vårharving (VHA)	235	98	0,16

Det er truleg nivået for grøft 34 som er mest rimeleg (8 m grøfteavstand), men konsentrasjonane er også der høge ved HPL og HHA og vil sjølvsagt også ta med seg store mengder partikulært P.

Total-P-konsentrasjonar på 120 µg/l ved VHA til 670 µg/l ved HPL kan ventast når ein nyttar grøft 34. Dei verknadene som er utrekna her er truleg det maksimale ein kan oppnå, så i praksis bør ein leggje seg noko lågare også på leire, td. nytte relative tap på 0,3 for VHA og 0,7 for HHA samanlikna med HPL på leire.

## Samanlikning av jordtypar.

På andre jordtypar og med gamle grøfter vil nivået både på partikkelkonsentrasjonane og verknadene vere lågare. Dette visast i tabellane 3 og 4 der Syverud i Ås, Akershus er ei uplanert lettleire med høg aggregatstabilitet, og der grøftene er over 40 år gamle. Holt er ei mellomleire på midtre Romerike grøfta i 1974. Tala i tabell 3 representerer perioden 1992-1995 og i tabell 4 perioden 1994-2000. Her er også tekne med tal for Askim (før omtala). På Syverud har det i heile perioden vore målt avrenning frå haustpløying (HPL) og vårpløying (VPL) både i tabell 3 og 4.

Tabell 3: Data for drensvatn, medel for åra 1992-95. Holt er mellomleire på midtre Romerike drenert i 1974, Askim er planert leire drenert i 1986, Syverud er uplanert lettleire drenert for ca 40 år sidan.

Felt	Hand-saming	Avrenning mm	Målte tap			Konsentrasjonar		
			Jordtap kg/ha	P-tap g/ha	N-tap kg/ha	Partiklar mg/l	P mg/l	N mg/l
Holt	Haustpløy	146	159	286	26,1	109	0,196	17,8
Askim	Hpl+vårharv	207	1074	1261	16,6	519	0,609	8,0
Syverud	Haustpløy	304	28	113	44,0	9,3	0,037	14,5
Syverud	Vårpløying	244	23	99	33,6	9,2	0,040	13,8

Tabell 4: Grøfteavrenning og tap gjennom grøfter på to jordtypar og to dyrkingssystem (1994-2000).

Felt/sys-tem	Avrenning (mm)	Jordtap (kg/ha)	P-tap (g/ha)	N-tap (kg/ha)	Partiklar (mg/l)	Fosfor (mg/l)	Nitrogen (mg/l)
Askim (*)	210	951	1264	13,6	453	0,588	6,5
Syverud Vårpløy	330	48	192	28,1	15	0,058	8,5
Syverud Haustpløy	386	124	359	36,1	32	0,093	9,4

\*) I Askim samlar grøftene vatn frå både vårharva og haustpløygde ruter og representerer såleis medel av desse systema.

Her går fram den store nivåskilnaden mellom Askimfeltet og Syverudfeltet, relativt nygrøfta planert mellomleire (høg erosjonsrisiko) mot uplanert lettleire med høg aggregatstabilitet og gamle grøfter. Det er likevel slik at sjølv på Syverud som truleg har mellom dei lågaste konsentrasjonane som kan ventast i grøftevatn ved korndyrking, så er P-konsentrasjonane ein god del høgare enn det som ein finn i skogsvatn (10-30 ug/l) og vil såleis ha ein eutrofierande verknad. Holtfeltet, som også er ei mellomleire, har lågare konsentrasjonar enn Askimfeltet sjølv om ein ser på grøft 34 (tabell 1 og 2). **Dette viser kor stor variasjon det kan vere i grøftevasskvaliteten og at vi alt i alt veit for lite om denne vasstypen.**

Det er og verdt å merke seg at sjølv på Syverudjorda er partikkelkonsentrasjonane høgare ved HPL enn VPL (32 og 15 mg/l) høvesvis i tabell 4, så også her vil ein ha ein verknad ved å late vere å pløye om hausten. Men den absolutte verknaden vil jo vere svært liten på lite erosjonsutsett jord (Syverud og liknande) i høve til erosjonsutsett jord (Askim og liknande).

Små tap både på overflata og gjennom grøftene er også målt i det såkalla dyrkingssystemprosjektet på Apelsvoll, Oppland (Eltun et al. 1996). Dette er ei morenejord med høgt moldinnhald og god struktur og lite erosjonsutsett med god filterverknad, minst like bra som Syverudjorda.

**Totalt viser dette at det også for grøftevatn vil vere ein god del å hente ved å leggje om jordarbeidinga på den erosjonsutsette jorda.**

### **Bruk av NIJOS-kart ved vurdering av jordtap gjennom grøfter:**

Desse karta baserer seg på utrekning av jordtap på yta ved haustpløying ved hjelp av ein modifisert USLE-modell (som egentleg berre gjeld for midtre Romerike) og der hellingsgraden har stor effekt. Sidan regnet også kan erodere på flate areal, er dei vanlege NIJOS-karta ikkje så godt eigna til å vurdere risikoen for tap gjennom grøftene. Til dette bruket ville K-faktoren (jorderodibiliteten) åleine og nedbør som regn vere betre eigna.

I ERONOR-modellen (Lundekvam, 2002b) har ein også lagt inn tap gjennom dreinsvatn og kan rekne ut dette for ulike vertilhøve, jordtypar og driftsformer. Det er svært uheldig at ein enno ikkje har lagt inn ressursar til å gjere denne modellen brukarvennleg. Det ville ha vore eit kvantesprang samanlikna med den antikvariske USLE-versjonen som NIJOS no brukar.

### **Referansar:**

- Eltun, R. (1996). Næringsstoffavrenning, avling, avlingskvalitet og økonomi i dyrkingssystemprosjektet på Apelsvoll 1990-95. Jord- og plantekultur 1996. Forsøksresultater 1995. Planteforsk, Apelsvoll forskingssenter. Det finst mange andre rapportar om det såkalla dyrkingssystemprosjeket på Apelsvoll.
- Lundekvam, H. (1997). Spesialgranskingar av erosjon, avrenning, P-tap og N-tap i rutefelt og småfelt ved Institutt for jord og vannfag. Jordforskrapport nr 6/97.
- Lundekvam, H. (2001). Oppsummering av resultat frå erosjonsfelta ved IJVF for perioden 1994-2000. Førebels notat. (Upublisert, men kopi kan fåast ved IPM, UMB).
- Lundekvam, H. (2002). Some effects of tillage, drain spacing and soil type on losses of soil particles and nutrients through drain water. In book of abstracts from NJF-seminar 339 on "Agrotechnical Systems for Water Management" in Jurmala, Latvia, 12-15 September, 2002.
- Lundekvam, H., 2002b. ERONOR/USLENO-Empirical erosion models for Norwegian conditions. Documentation. Report no 6/2002. Norwegian University of Life Sciences. Downloadable version at <http://www.umb.no/forskning/mildri>.
- Ulèn, B. (1995). Episodic Precipitation and discharge events and their influence on losses of Phosphorus and Nitrogen from tiledrained arable fields. Swedish J. agric. Res.:25-31.
- Øygarden, L. (2000). Seasonal variation in soil erosion in small agricultural catchments in south-eastern Norway. Doctor Scientarum Theses 2000:8. The Norwegian University of Life Sciences.
- Øygarden L., J. Kværner and P. D. Jenssen (1997). Soil erosion via preferential flow to drainage systems in clay soils. Geoderma 76 (1997) 65-86.