

Bioforsk Rapport

Vol. 1 Nr.56 2006

Kvantifisering av tap av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer i JOVA-programmet (Jord og vannovervåking i landbruket)

Fokus på utmarksavrenning

Stine Marie Vandsemb
Bioforsk Jord og miljø



Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tel.: 64 94 70 00
Fax: 64 94 70 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Ås
Frederik A. Dahls vei 20
Tel.: 64 98 81 00
Fax: 64 94 81 10
jord@bioforsk.no

Tittel/Title: Kvantifisering av tap av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer i JOVA-programmet (Jord og vannovervåking i landbruket) - Fokus på utmarksavrenning
Forfatter(e)/Autor(s): Stine Marie Vandsemb

Dato/Date: 17.04.2006	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 3525	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: Vol 1. 56. 2006	ISBN-10 nr: 82-17-00056-5 ISBN-13 nr: 978-82-17-00056-3	Antall sider/Number of pages: 50	Antall vedlegg/Number of appendix: 11

Oppdragsgiver/Employer: Statens landbruksforvaltning	Kontaktperson/ Contact person: Bjørn Huso og Johan Kollerud
---	--

Stikkord/Keywords: Ikke-jordbruksarealer, utmarksavrenning, nitrogen, fosfor, suspendert tørrstoff	Fagområde/Field of work: Vannkvalitet og arealbruk
---	---

Kort sammendrag:

I det nasjonale overvåkingsprogram, Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) måles og kvantifiseres avrenning av nitrogen (N), fosfor (P) og erosjon (suspendert stoff, SS) fra nedbørfelt dominert av jordbruk. Formålet med overvåkingen er å kvantifisere avrenningen fra jordbruksarealer. I enkelte av nedbørfeltene kvantifiseres også avrenning fra annet areal utenom jordbruk. Dette er nyttig for bl.a. å kunne beregne det spesifikke bidrag fra jordbruket. Arealene, der det ikke er jordbruk, består av skog, myr, fjell i dagen, impediment, veger, fortau, gårdstun, andre boligområder, parkeringsplasser og andre typer arealer som ikke er rene jordbruksarealer. Utmark omfatter skog, myr, fjell i dagen og impediment. I JOVA-feltene varierer andelen jordbruksareal fra 42-84%. Det resterende arealet, ikke-jordbruksareal, består av varierende andel utmark. I JOVA-feltene utgjør utmarksarealet vanligvis en stor andel av ikke-jordbruksarealet.

I JOVA-programmet har spesifikk avrenning av næringsstoffer og erosjon fra ikke-jordbruksareal blitt beregnet ut fra standardverdier. Disse verdiene ble på begynnelsen av 1990-tallet fastsatt til 6 g/daa for P og 0 kg/daa for erosjon (SS). For N er det regnet med at tapet fra ikke-jordbruksareal utgjør 10 % av tapet fra jordbruksarealet i samme område. For JOVA-feltene betyr dette at N-avrenningen fra ikke-jordbruksareal er beregnet til ca. 200-1000 g total N/daa.

Formålet med denne rapporten er å vurdere standardverdiene for ikke-jordbruksareal i forhold til andre norske målinger som er gjennomført på avrenning fra ikke-jordbruksareal.

Resultatene viser at avrenningen fra ikke-jordbruksareal i norske undersøkelser varierer mellom ca. 100 og 3800 g total N/daa, med et gjennomsnitt for alle felt på 700 g/daa. Fosforavrenningen varierer mellom 0,31 og 13,9 g total P/daa med et gjennomsnitt for alle felt på 7,5 g/daa. Avrenningen av SS varierte mellom 1,1 og 2,2 kg/daa med et gjennomsnitt på 1,5 kg SS/daa.

På bakgrunn av de data som finnes for avrenning av N og P fra utmarksarealer, er det dermed ikke grunnlag for å gjøre endringer i de standardverdiene for avrenning fra ikke-jordbruksareal som har vært brukt i JOVA-programmet. Erosjon fra ikke-jordbruksareal er muligvis underestimert i JOVA-beregningene. Det bør sees nærmere på dette ut fra spesifikke nedbørfeltforhold.

Forord

Formålet med JOVA-programmet, Jord- og vannovervåking i landbruket, er blant annet å kvantifisere tap av nitrogen, fosfor og erosjon fra jordbruksarealer. Avrenningen av næringsstoffer og erosjon foregår ved måling i bekk i utløpet av nedbørfeltene. Det må gjøres en kvantifisering av bidraget av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer, for å beregne spesifikke tap fra jordbruksarealene. Metoden for å beregne tap har vært diskutert blant annet i faggruppen for erosjon og næringsstoffer. Denne rapporten er laget for å dokumentere metoden bedre.

Jordforsk og Norsk Institutt for Vannforskning hadde i 2004 en samarbeidsgruppe, med temaet bakgrunnsavrenning. Resultater fra dette arbeidet er inkludert i denne rapporten. Det anbefales at det arbeides videre med temaet.

Resultater fra denne rapporten er presentert på: Joint forest expert meeting of the NOLIMP (North Sea Regional and Local Implementation of the Water Framework Directive) and WATER4ALL project; Impact of forest and forest-managment on groundwater and surface water quality, I Oldenburg, Tyskland, 14. mars 2005.

Innhold

Sammendrag.....	7
Summary	9
1. Innledning.....	11
1.1. Tap fra ikke-jordbruksareal i JOVA	13
1.2. Tap fra jordbruksareal i JOVA-programmet	15
1.3. Bakgrunnsavrenning i TEOTIL.....	17
2. Norske data for avrenning fra utmarksarealer	18
2.1. Konsentrasjoner av nitrogen, fosfor og suspendert tørrstoff i utmarksavrenning.....	22
2.2. Variasjon i tap fra utmarksavrenning.....	22
2.3. Konsentrasjon i avrenning fra utmarksareal i Skuterud.....	25
2.4. Nyhagabrøtin.....	30
2.4.1. Konsentrasjoner og avrenningsmengder fra Nyhagabrøtin utmarksfelt.....	30
2.4.2. Konsentrasjoner i nedbør og avrenning i Nyhagabrøtin utmarksfelt.....	34
2.4.3. Tap av næringsstoffer og avrenning i Nyhagabrøtin utmarksfelt	36
3. Konklusjoner.....	39
4. Referanser	41
5. Vedlegg.....	42
5.1. Appendix 1. Description of some Norwegian catchments with monitoring of losses and concentrations of nitrogen, phosphorus and suspended solids from outlying fields.	42
5.2. Appendix 2. Data from some Norwegian catchments with monitoring of losses and concentrations of nitrogen, phosphorus and suspended solids from outlying fields.	43
5.3. Data fra JOVA-programmet.....	45
5.3.1. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige tap av Tot N, 1993-2004. .	45
5.3.2. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige konsentrasjoner av Tot N, 1993 - 2004	45
5.3.3. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige tap av Tot P, 1993-2004 ...	46
5.3.4. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige konsentrasjoner av Tot P, 1993 - 2004.....	46
5.3.5. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige tap av SS, 1993 - 2004	47
5.3.6. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige konsentrasjoner av SS, 1993 - 2004	47
5.3.7. Nyhagabrøtin: Avrenning per måned, 1993 - 2004	48
5.3.8. Skuterud-skog: kumulativ avrenning i perioden før stikkprøveuttak og Tot N konsentrasjonen.....	49
5.3.9. Skuterud-skog: kumulativ avrenning i perioden før stikkprøveuttak og Tot P konsentrasjonen.....	50

Sammendrag

I JOVA-programmet (Jord og vannovervåking i landbruket) måles og kvantifiseres avrenning av nitrogen, fosfor og erosjon (suspendert tørrstoff) fra nedbørfelt dominert av jordbruksarealer. Målingene foregår ved at det tas ut vannprøver i utløpet av nedbørfeltene. Formålet er å kvantifisere avrenningen fra jordbruksarealene. Det må gjøres en kvantifisering av bidrag av nitrogen, fosfor og erosjon fra annet areal, kalt *ikke-jordbruksareal*, for å beregne spesifikt bidrag fra jordbruksarealene (jordene).

Ikke-jordbruksareal kan være skog, myr, fjell i dagen, veger, fortau, gårdstun, andre boligområder, parkeringsplasser og andre typer arealer som ikke er rene jordbruksarealer. I tillegg kan det i enkelte nedbørfelt være betydelig innflytelse av grunnvannsstrømninger som kan være svært vanskelig å kvantifisere. Punktkilder fra husdyrrom, lager for silo, rundballer, kloakk etc., vil også kunne bidra.

I to JOVA-felt (Skuterud og Nyhagabrøtin i Volbu) måles avrenning fra skog. I Skuterud måles dessuten avrenning fra et boligområde.

I de forskjellige JOVA-feltene vil det være ulik andel av ikke-jordbruksareal, som igjen vil bestå av ulik andel utmark. Utmark defineres som skog, myr, fjell i dagen og impediment. Andel utmarksareal vil i JOVA-feltene vanligvis utgjøre en vesentlig større andel av ikke-jordbruksareal i forhold til veger, gårdstun, boligområder (1-8 %).

Denne rapporten sammenstiller norske undersøkelser av avrenning fra ikke-jordbruksarealer. Rapporten viser at det finnes lite tilgjengelige data om avrenning fra andre areal typer enn jordbruksarealer. Det finnes enkelte, norske undersøkelser med data for nitrogen, fosfor og erosjon fra utmarksarealer. Nedbørfelt i disse undersøkelsene er dominert av skog. Disse undersøkelsene er brukt for å gjøre en vurdering av standardverdiene som benyttes for å kvantifisere avrenning fra ikke-jordbruksarealer i JOVA-programmet i dag.

Det er mange faktorer som vil kunne påvirke avrenningsmengder og konsentrasjoner av nitrogen, fosfor og erosjon i avrenning fra utmarksarealer og andre ikke-jordbruksarealer.

Temperatur, nedbør mengder og atmosfærisk tørr- og våtdeposisjon, hydrologi, oppholdstid i terrenget (topografi, løsmasse sammensetning og tykkelse), geologi (jordtype), bonitet, vegetasjonstype, hogstklasse, drift av skog (gjødsling, bruk av plantevernmidler), bygging av veger, kjøreskader. Det siste er mest aktuelt for erosjon. Også beiting og tråkk av husdyr i utmark vil kunne ha betydning for erosjon. Naturlige prosesser som erosjon i bekkeløpet vil bidra til erosjon og fosfortapet og er vanskelig å kvantifisere.

I JOVA er det for årlige tap fra ikke-jordbruksarealer brukt verdiene 6 g P/daa, nitrogen 10 % av tap fra jordbruksarealer og tap av erosjon 0 kg/daa.

Ved bruk av disse standardverdiene varierer de årlige nitrogentapene fra ikke-jordbruksareal i JOVA-felt mellom ca 200-1000 gTot N/daa.

Gjennomsnitt av de norske undersøkelsene varierer mellom ca 100-3800 g Tot N/daa, og gjennomsnitt for alle felt 700 g Tot N/daa. Tilsvarende varierte

fosfortapet fra studiene mellom 0,31-13,9 g Tot P/daa, gjennomsnitt for alle felt 7,5 g Tot P/daa. Tapene av suspendert tørrstoff fra de refererte studiene varierte mellom 1,1-2,2 kg SS/daa, med gjennomsnitt 1,5 kg SS/daa. Tap av erosjonsmateriale fra utmarksarealer er svært lave sammenlignet med tap målt fra jordbruksarealer. I JOVA-feltene varierer tap av suspendert tørrstoff fra jordbruksarealer mellom ca 2,4-280 kg/daa.

På bakgrunn av de data som finnes for avrenning fra utmarksarealer, er det ikke funnet grunnlag for å gjøre endringer i de forutsetningene som brukes i JOVA beregningene for å kvantifisere tap fra ikke-jordbruksareal per i dag. Tap av suspendert tørrstoff fra ikke-jordbruksareal er mulig underestimert, ved at det settes til null og det bør sees nærmere på kvantifiseringen av dette, ut fra spesifikke nedbørfeltforhold. I de fleste tilfeller vil det likevel ikke utgjøre store verdier. Datamaterialet fra utmarksavrenning er dels gammelt og delvis for begrensede perioder. Det vil være viktig å fortsette målingene av utmarksavrenning i JOVA-programmet, i feltene Nyhagabrøtin og Skuterud feltet. I Skuterud er det potensial for å gjennomføre hyppigere målinger og mulighet for å fortsette måling av avrenning fra boligområde.

Summary

The JOVA-programme (Norwegian Agricultural environmental monitoring programme) monitors losses of nitrogen, phosphorus and suspended solids from catchments dominated by agriculture. Water samples are taken from the outlet of the catchments. The aim with JOVA is to quantify the losses from the agricultural areas, here defined as crop land. Though losses from other areas than agricultural areas must be quantified, further on described as *not-agricultural areas*, to calculate the specific runoff from the agricultural areas.

Not-agricultural areas may include forest, bog, mountains, roads, pavements, farm courtyards, other built up areas, parking areas and other areas that not are agricultural areas. In some catchments groundwater may influence significantly. Point sources from barns, silage storages, sewer etc. may also contribute.

In two JOVA-catchments (Skuterud and Nyhagabrøtin in Volbu) runoff from forest are monitored. In Skuterud also runoff from a built up area are monitored.

In the JOVA-catchments there will be different shares of not-agricultural areas. These areas will have different share of *outlying fields*, defined as forest, bog, mountain and impediments. The share of outlying fields normally constitutes a substantial larger part of the not-agricultural areas, compared to roads, farm courtyards built up areas (1-8 %).

This report indicates that there are little data available on runoff from other areas than agricultural areas (croplands). Although some Norwegian investigations with data on runoff from outlying fields exist. These data are used to evaluate the premises used in the JOVA-programme to quantify runoff from not-agricultural areas today.

Among factors that may influence runoff from outlying fields and other not-agricultural areas are; temperature, precipitation regimes, atmospheric deposition (wet and dry), hydrology, retention period in the terrain (topography, soil composition and thickness), geology, productivity classes and age of forest, vegetation classes, fertilisation of and use of pesticides in forest, road building, damages due to motor traffic. Also grazing and animal trampling may influence especially the erosion. Natural processes like erosion in stream banks will occur, these processes are hard to quantify.

In the JOVA-programme yearly losses from not-agricultural areas are set to 6 g Tot P/daa, nitrogen are considered to constitute 10 % of losses from agricultural areas, erosion are set to 0 kg/daa.

With the premises used in JOVA today, yearly nitrogen losses from not-agricultural areas in the catchments varies between ca 200-1000 g Tot N/daa. Losses from the Norwegian studies vary between 100-3800 g Tot N/daa, mean of all catchments are 700 g Tot N/daa. Phosphorus losses from the studies varied between 0,31-13,9 g Tot P/daa, mean of all catchments; 7,5 g Tot P/daa. The losses of suspended solids from outlying fields varied between 1,1-2,2 kg SS/daa and were very low,

compared to losses monitored from agricultural areas. In the JOVA-catchments the losses of suspended solids from agricultural areas vary between 2,4-280 kg/daa.

Based on the available data on runoff from outlying fields, we do not find reasons to change the premises used in the quantification of losses from not-agricultural areas used in JOVA today. Losses of suspended solids from not-agricultural areas are though underestimated, due that they are set to 0 kg/daa and thus this should be focused and the quantification should be considered to be more site/catchment specific. The data material available are partly old and for limited periods of time. It is crucial to continue the monitoring of runoff from outlying fields in the JOVA-programme, in the Skuterud og Nyhagabrøtin. In the Skuterud catchment there are potential to monitor more frequent and continue the monitoring from the built up area.

1. Innledning

I JOVA-programmet (Jord og vannovervåking i landbruket) måles og kvantifiseres avrenning av nitrogen, fosfor og erosjon (suspendert tørrstoff) fra nedbørfelt dominert av jordbruksarealer. Det gjøres en kvantifisering av bidrag av nitrogen, fosfor og erosjon fra annet areal, kalt *ikke-jordbruksareal*, for å beregne hvor mye som kommer fra selve jordbruksarealene (jordene).

Differansen mellom hva som måles i bekk ved utløpet av nedbørfeltet og avrenning fra ikke-jordbruksareal gir avrenning fra jordbruksarealene. Ikke-jordbruksareal kan være skog, myr, fjell i dagen, gårdstun, andre boligområder, veger, fortau, parkeringsplasser og andre typer arealer som ikke er rene jordbruksområder. I tillegg kan det i enkelte nedbørfelt være betydelig innflytelse av grunnvannsstrømninger som er svært vanskelig å kvantifisere. Punktkilder fra husdyrrom, lager for silo, rundballer, kloakk etc., vil også kunne bidra.

I JOVA settes tap fra ikke-jordbruksarealer til 6 g P/daa, nitrogen antas å utgjøre 10 % av det som måles fra jordbruksarealene og tap av erosjon settes til 0 kg/daa.

I de forskjellige JOVA-feltene er det ulik andel av ikke-jordbruksareal, som vil bestå av ulik andel utmark. *Utmark* defineres som skog, myr, fjell i dagen, impediment. Andel utmarksareal vil i JOVA-feltene vanligvis utgjøre en betydelig større andel av ikke-jordbruksareal i forhold til veger, gårdstun, boligområder etc.

Det er behov for å se på grunnlaget for kvantifiseringen av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer i JOVA-programmet. Det er i denne rapporten sammenstilt data fra ulike norske undersøkelser av avrenning fra utmarksarealer, der skog er den dominerende arealtypen. Det finnes ikke norske, tilgjengelige data fra avrenning fra ikke-jordbruksavrenning. I JOVA-programmet måles avrenning fra skog i to felt (Skuterud og Nyhagabrøtin i Volbu). I Skuterud måles dessuten avrenning fra et boligområde.

I forhold til blant annet internasjonale rapporteringskrav som Nordsjøavtalen, er det behov for å ha koeffisienter for beregning av Norges bidrag av nitrogen og fosfor til Nordsjøen, herunder bidraget fra jordbruksarealene. JOVA gir data til beregningsmodellen TEOTIL. Referanseverdier og koeffisienter er dessuten relevante i forhold til EUs rammedirektiv for vann og i bruk av modeller for erosjon og næringsstofftap. I lokale tiltaksplaner kan det være behov for å beregne tap av for eksempel fosfor fra ulike typer areal.

Det er mange faktorer som vil kunne påvirke avrenningsmengder og konsentrasjoner av nitrogen, fosfor og erosjon i avrenning fra utmarksarealer og andre ikke-jordbruksarealer. Temperatur, nedbør mengder og atmosfærisk tørr- og våtdeposisjon, hydrologi, oppholdstid i terrenget (topografi, løsmasse sammensetning og tykkelse), geologi (jordtype), bonitet, vegetasjonstype, hogstklasse, drift av skog (gjødsling, bruk av plantevernmidler), bygging av veger, kjøreskader. Det siste er mest aktuelt for erosjon. Også beiting og tråkk av husdyr i utmark vil kunne ha betydning for erosjon. Naturlige prosesser som erosjon i bekkeløpet vil også bidra til erosjon og fosfortapet.

Oredalen og Aas (2000) fant at total fosforavsetning på to stasjoner i sørøst Norge (Telemark og Aust Agder) over ett år var 15-17 g P/daa, våtavsetningen utgjorde 80 %. Estimatenes er lavere enn gjeldende verdier for Sørlandet og sydlige Østlandsområdet; 20-35 g P/daa (SFT 95.02). For Nord-Norge og nordlige Østlandsområdet; 10 g P/daa og Midt-Norge og Vestlandet; 10-20 g P/daa.

Nitrogen korrigeres i forhold til nedbørmengde (SFT 95.02). Atmosfærisk bidrag av nitrogen (nitrat- og ammoniumforbindelser) varierer fra 0,09 i Troms/Finmark til 2,4 kg/daa på Sørlandet (Tørset og Pedersen 1994, Tørset og Semb 1995 i SFT 95:02).

I en beregning av tilført fosfor og nitrogen fra skog og fjellområder til Glomma i Hedmark (Holtan, 1990) ble nitrogenmengdene som faller på åpen vannflate beregnet av nitrat og ammonium i nedbøren, i 1988 varierte dette mellom 280-1019 g N/daa.

En studie på granskog ved forskjellige alder på Nordmoen, viser hvordan avrenning endres med bestandsalder. Haveraaen (1981) fant at avrenning fra en granskog på Nordmoen økte med 30 % etter avvirkning, 70 % hogst. Tapet av nitrogen økte fra ca. 150 g/da/år til omtrent 700 g/daa/år. Endringen var størst for nitrat, mindre for ammonium. Fosfortapet økte fra 6 g/daa til 10 g/daa (Haveraaen, 1981). Nieminen (2004) fant økt avrenning av både nitrogen og fosfor etter snauhogst i granskog på torv. For nitrogen var økningen 178-398 g N/daa for løst organisk nitrogen, 39-149 g N/daa for NH₄-N og 45-48 kg N/ha for NO₃-N. For fosfor var økningen 6-9 g P/daa. Et ikke altfor dristig anslag kan være 50 % mer fosfor og 100 % mer nitrogen fra hostflater det første året.

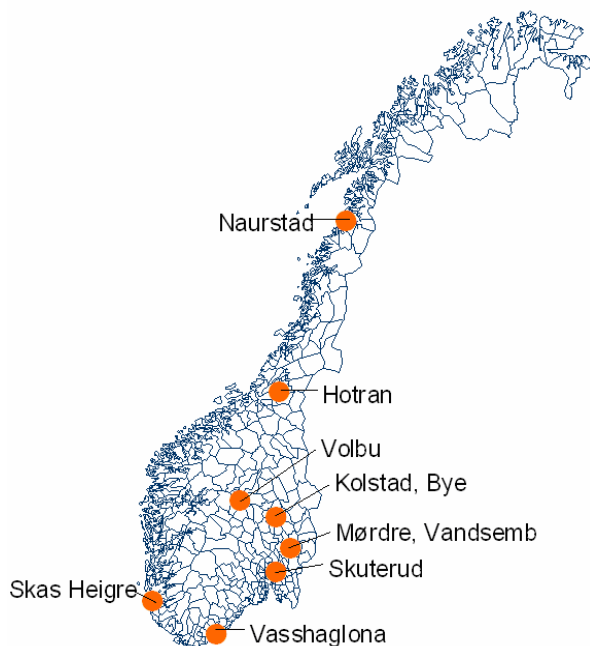
I et nedbørfelt vil naturlige prosesser som erosjon i bekkeløp forekomme, disse prosessene kan være vanskelig å kvantifisere. Spesielt i forhold til fosfor tap, kan erosjon gi et signifikant bidrag til den totale fosfortilførselen fra ikke-jordbruksarealer. Bidragene er mulige å kvantifisere ved en visuell kartlegging av utglidninger og endringer i bekkeløpet.

Ulike begreper som benyttes er:

- *Avrenning fra ikke-jordbruksarealer*: Avrenning fra andre arealtyper enn jordbruksarealer, kan omfatte avrenning fra skog, fjell i dagen, veier, gårdstun, andre boligområder, fortau, parkerings plasser, vann, myr og impediment etc. Begrepet brukes i JOVA, der nedbørfeltene er dominert av jordbruksdrift.
- *Utmarksavrenning*: Avrenning fra skog og utmark. Måles i Nyhagabrøtin i Volbu nedbørfelt og i Skuterud.
- *Bakgrunnsavrenning*: Avrenning fra jordbruksarealer dersom de ikke hadde vært dyrket. Begrepet brukes i TEOTIL, der formålet er å finne den antropogene effekten av jordbruksdrift.

1.1. Tap fra ikke-jordbruksareal i JOVA

Figur 1 viser nedbørfelt som inngår i JOVA-programmets overvåking av erosjon og næringsstofftap. I JOVA-programmet måles konsentrasjoner av suspendert tørrstoff og næringsstoffer i jordbruksbekker i nedbørfelt dominert av jordbruk. For å kunne beregne spesifikk avrenning av erosjon og næringsstoffer fra jordbruksarealer må tilførsler fra ikke-jordbruksareal kvantifiseres.



Figur 1. JOVA-stasjoner med data for tap av næringsstoffer og suspendert tørrstoff. I Volbu (Nyhagabrøtin - utmarksfelt) og Skuterud tas det prøver av utmarksavrenning.

En beskrivelse av JOVA-nedbørfeltene er gitt i Tabell 1. Nedbørfeltene dekker ulike driftsformer i jordbruket, klimaforhold og jordarter.

Tabell 1. Oversikt over nedbørfelt som inngår i JOVA-programmets målinger av erosjon og næringsstoffavrenning. Temperatur og nedbør oppgitt som 30-årsnormaler (DNMI).

Nedbørfelt	Kommune	Areal daa	Tem p °C	Nedbør mm	Jordart	Driftsform
Skuterud	Ås	4490	5,5	785	Si. m.leire	Korn
Mørdre	Nes	6800	4,3	665	Silt og leire	Korn
Kolstad	Ringsaker	3080	4,2	585	Moldrik l.leire	Korn
Hotran	Levanger	19 400	5,3	892	Si.l.leire/m.le	Korn, gras
Naurstad	Bodø	1456	4,5	1020	Myr/fin-m.sand	Gras
Skas-Heigre	Sandnes, Sola, Klepp	29 300	7,7	1180	Leire, sand, grus	Gras, korn
Volbu/Nyhagabrøtin	Østre Slidre	1680	1,6	575	Si. m.sand	Gras
Vasshaglona	Grimstad	650	6,9	1230	Sand	Gr.s/potet/korn

Si. = Siltig, l.leire = lettleire, m.leire = mellomleire

I JOVA-nedbørfeltene vil tap fra ikke-jordbruksareal inkludere skog, myr, impediment, boligområder, veier og annen infrastruktur. Tabell 2 viser arealfordeling i JOVA-feltene. Andel jordbruksareal varierer fra 42-100 %. Andel ikke-jordbruksareal varierer mellom 16-58 %. For de fleste nedbørfelt er det hovedsakelig skog, impediment, vannflater og myr (14-57 %) som dominerer andelen ikke-jordbruksareal.

Tabell 2. Arealfordeling i JOVA-felt; dyrket mark og ikke-jordbruksareal.

Felt	Dyrka mark, %	Skog/impediment og vannflater, %	Myr, %	Boligfelt/gårdstun, veier, %
Mørdre	65	28	4	3
Skuterud	61	29	2	8
Kolstad	68	26		6
Vasshaglona	60	37		3
Hotran	60	35		5
Naurstad	42	33	24	1
Skas-Heigre	84	14		2
Volbu	42	54	1	3
Nyhagabrøtin (Volbu)		100		

I JOVA er nitrogentapet fra ikke-jordbruksareal satt ekvivalent med 10 % av tap fra jordbruksarealer. Tap av fosfor er satt til 6 g/daa, basert på blant annet målinger foretatt i Telemark der tapen variert mellom 4-8 g P/daa (Rognerud et al., 1979). Tap av suspendert tørrstoff antas å være 0 g/daa.

Tabell 3 viser de beregnede tap av nitrogen fra ikke-jordbruksareal i JOVA. Beregningen er basert på at 10 % av nitrogentap målt fra jordbruksarealer tilsvarer avrenning fra ikke-jordbruksarealer.

Tabell 3. Beregnet nitrogentap fra ikke-jordbruksareal i JOVA-felter.

Felt	Måleperiode, 1. mai - 1. mai	Nitrogentap (variasjonsbredde) g/daa
Mørdre	1991- 2004	204 (113 - 308)
Skuterud	1993- 2004	490 (204 - 708)
Kolstad	1991- 2004	487 (286 - 790)
Vasshaglona	1992 - 2004	998 (510 - 1650)
Hotran	1992 - 2004	553 (133 - 1087)
Naurstad	1994- 2004	282 (178 - 444)
Skas-Heigre	1995- 2004	373 (234 - 594)
Nyhagabrøtin (Volbu)*	1993- 2004	178 (91 - 284)
Gjennomsnitt	-	445

*Basert på reelle målinger i utmarksbekk

De gjennomsnittlig beregnede tap av nitrogen fra ikke-jordbruksareal i JOVA varierer mellom 204 - 998 g Tot N/daa. Gjennomsnitt for alle felt er 445 g Tot N/daa. Ulikheter i blant annet jordtype, temperatur, drenerings- og nedbørforhold vil være av betydning for nitrogentapet.

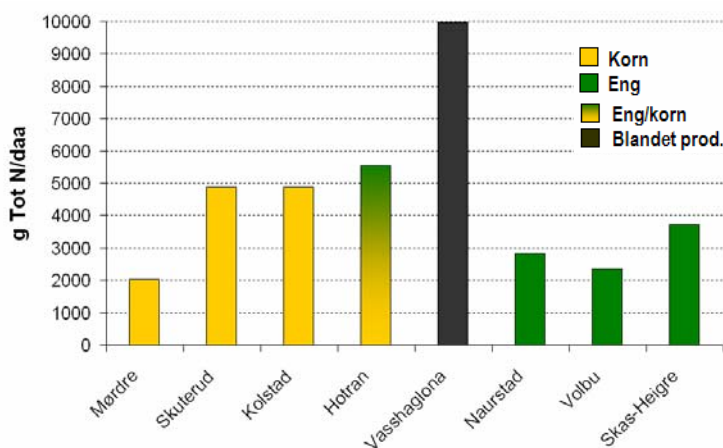
I Volbu nedbørfelt tas det vannføringsproporsjonale blandprøver av avrenning fra utmark fra feltet Nyhagabrøtin. Gjennomsnittlig målt nitrogentap fra Nyhagabrøting i overvåkingsperioden er 178 g Tot N/daa. Fra Volbu nedbørfelt (hele nedbørfeltet inklusive Nyhagabrøtin) er gjennomsnittlig årlig nitrogen tap ca 2 kg N/daa. Dette viser at ca 10 % av total nitrogenet er bidrag fra utmarksarealer, er et bra anslag for dette nedbørfeltet.

Målt tap av fosfor fra Nyhagabrøtin utmarksfelt er 3,7 g Tot P/daa og tilsvarende for suspendert tørrstoff 1,2 kg SS/daa (jfr. Tabell 5).

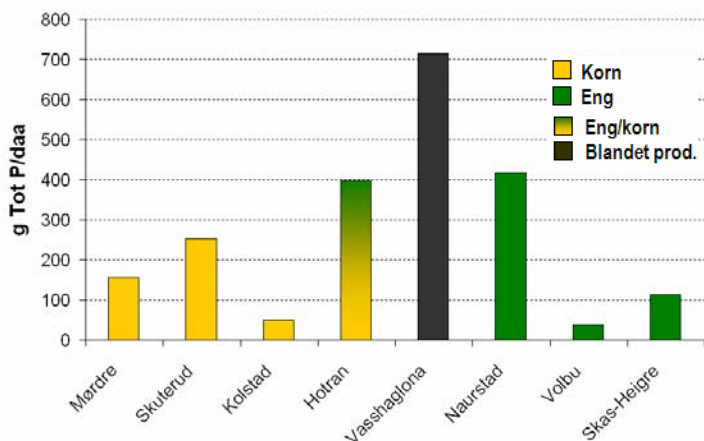
1.2. Tap fra jordbruksareal i JOVA-programmet

Størrelsesordenen på de målte tapene fra jordbruksarealer varierer. Gjennomsnittlige tap av nitrogen, fosfor og suspendert tørrstoff fra jordbruksarealer i de ulike JOVA-feltene er vist i figurene 2, 3 og 4. Tapene er justert for tap fra ikke-jordbruksareal i henhold til beskrivelsen i avsnitt 1.1. Det er stor variasjon i tap fra jordbruksarealer. Her vil driftsform i tillegg til klima og jordtyper, ha betydning for risiko for tap av jord og næringsstoffer.

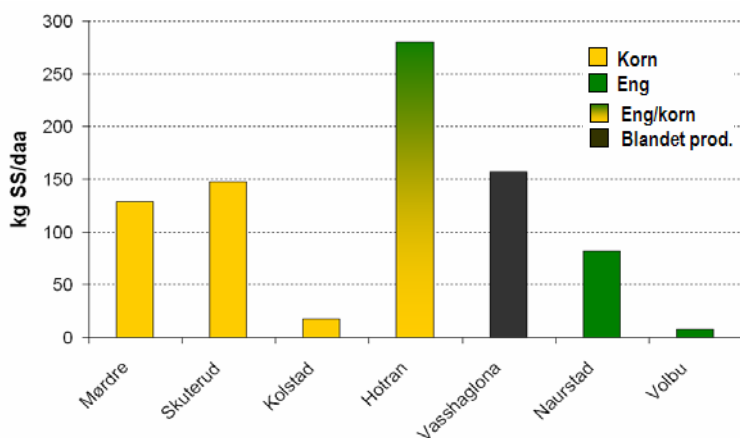
Feltene er dominert av ulik jordbruksdrift, nedbør- og temperatur forhold og jordtyper. Nærmere beskrivelse av de enkelte nedbørfelt finnes i Skjevdal et al. 2005.



Figur 2. Gjennomsnittlig nitrogentap (g/daa/år) fra jordbruksarealer i JOVA-felt med ulik driftsform



Figur 3. Gjennomsnittlig fosfortap (g/daa/år) fra jordbruksarealer i JOVA-felt med ulike driftsformer



Figur 4. Gjennomsnittlig tap av suspendert tørrstoff (kg/daa/år) fra jordbruksarealer i JOVA-felt med ulike driftsformer

Nitrogentap fra kornfeltene varierer mellom ca 2 - 5 kg Tot N/daa. Hotran med eng og korn har et gjennomsnittlig nitrogentap på ca 5 kg/daa. Eng feltene mellom 2,4 - 3,7 kg Tot N/daa. Fra Vasshaglona med intensiv grønnsaksproduksjon er nitrogentapet svært stort, 10 kg Tot N/daa.

Fosfortapene (Figur 2) fra kornfeltene varierer mellom 150 - 250 g Tot P/daa. Fra Hotran er fosfortapet større, ca 400 g/daa og skyldes sannsynligvis en del erosjon i bekkeløpet. Fra engfeltene Volbu og Skas-Heigre er tapene lave. Mens i Naurstad er det myrjord som binder fosfor dårlig og gir økt tap. I Vasshaglona har jorda svært høye P-AL verdier, mellom 18 - 60 og et svært høyt fosfortap.

De årlige tapene av suspendert tørrstoff fra JOVA-feltene varierer mellom ca 7,5-280 kg SS/daa. Tapene er godt korrelert med fosfortapene. Tap av suspendert tørrstoff er generelt små i engfelt. I Naurstad er silt overdekt med myr og utsatt for erosjon i bekkeløpet. I Hotran er det også registrert en del erosjon i bekkeløpet som kan være årsaken til det høye tapet av suspendert tørrstoff. I Vasshaglona er konsentrasjonen av suspendert tørrstoff ikke spesielt høy, men stor avrenning, lett sandjord og lite vegetasjonsdekke store deler av året på grunn av grønnsaksproduksjon gir store tap av jord fra jordbruksarealene.

1.3. Bakgrunnsavrenning i TEOTIL

Formålet med tilførselsmodellen TEOTIL er å beregne antropogene (menneskeskapte) tilførsler av nitrogen og fosfor fra Norge til marine områder (Nordsjøen). Beregningene av totale tilførsler av næringsstoffer fra jordbruksarealer er gjort ut ifra en oppskalering, med utgangspunkt i overvåkingsdata fra JOVA. I tillegg beregnes en såkalt bakgrunnsavrenning. Det er en teoretisk beregning av de tap av nitrogen og fosfor fra jordbruksarealer som hadde funnet sted dersom disse arealene ikke var dyrket.

Antropogent N tap = N-tap basert på JOVA data - Bakgrunnsavrenning

Antropogent P tap = P-tap basert på JOVA data - Bakgrunnsavrenning

Bakgrunnsavrenningen for nitrogen i TEOTIL beregnes ut fra:

- Nitrogen i nedbør i månedene november - april, i tillegg antas det at 10 % av dette er tørravsetning.
- Tap av organisk bundet nitrogen og mineralisert nitrogen er satt til 150 g tot N/daa (Heleen De Wit, Skogforsk, pers.medd.) for Ås, Akershus og skalert via nedbørmengde for andre områder.

Bakgrunnsavrenningen for fosfor i TEOTIL beregnes ut fra:

- Fosfor tapet er satt til 10 g tot P/daa for Ås, Akershus og skalert for nedbørmengde for andre områder.

Jordbruksarealer er ofte områder under marin grense med fosforrik leirjord. For marine områder vil det potensielt kunne tapes mer fosfor. Det vil i denne sammenheng være aktuelt å skille mellom morene- og ikke marine- og marine avsetninger.

2. Norske data for avrenning fra utmarksarealer

En sammenstilling av data fra norske nedbørfelt med hensyn på avrenning fra utmarksarealer er gjort i Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 4. Beskrivelse av nedbørfelt med målinger av nitrogen, fosfor og suspendert tørrstoff fra utmarksarealer

Navn elv/bekk/ nedbørfelt	Region	Nedbør- felt størrelse (km ²)	Årlig gj.sn. nedbør (mm) (1961-1990)	Årlig gj.sn. temperatur (°C)	Meter over hav nivå (m)	Dominerende jord type	Dominerende vegetasjon, hogst	Måle periode
Dal	Vestfold, Ramnes og Andebu	0,12	1035	6	75 - 170	Sand, silt, leire	Produktiv skog med store hogstflater	1992 - 1998
Svartebekk	Vestfold, Ramnes og Andebu	0,67	1035	6	170 - 250	Silt, leire, fjell	Ikke produktiv skog	1992-1996
Tuften	Vestfold, Ramnes og Andebu	10,2	1035	6	200 - 400	Fjell	Skog og heier	1992-1995
Skuterud –skog	Akershus, Ås	0,02	785	5,3	146	Siltig mellom leire, sand, bart fjell	Skog, noe hogstflater	2000 - 2003
Nyghaga-brøtin –skog/utmark	Oppland, Østre Slidre	0,19	575	1,6	675 - 863	Morene, sandig leire	Skog, noe hogstflater, noe myr og gammel grasmark	1993 – 2004 (1. mai – 1. mai)
Bjørnebekk – skog ⁵⁾	Akershus, Ås	0,133	785 (420 normal avrenning)	5,3	110	Morene, sand	Skog, høy produktivitet, ca 30 % hogstflater	1984 – 1985
Holt – skog ⁵⁾	Akershus, Nannestad	0,2	665 (360 normal avrenning)	4,2	135	Sandig, silt	Skog, høy produktivitet, ikke hogstflater	1984 – 1985
Hvamseter – skog ⁵⁾	Akershus, Nannestad	2,36	665 (400 normal avrenning)	4,0	210	Siltig sand, sand	Skog, høy-medium produktivitet	1984 – 1985
Siljan - skog ⁶⁾	Telemark, Siljan	-	940	5,0	150	Morene	Skog, medium produktivitet	1970 - 1978
Rakkestad – skog/innsjø ⁶⁾	Østfold, Rakkestad	7,46	827 (415 normal avrenning)	5,3	146	Morene, myr, fjell med tynt jord lag	78 % skog, 89 % med lav produktivitet	1977 - 1979
Rakkestad – skog ⁶⁾	Østfold, Rakkestad	1,76	827	5,2	184	Gneiss, granitt, morene over marin grense	86 % skog, 70 % med lav produktivitet	1977 - 1979
Rakkestad skog/innsjø ⁷⁾	Østfold, Rakkestad	7,46	827	5,2	184	Gneiss, granitt, morene over marin grense	78 % skog, 89 % med lav produktivitet	1972 – 1974 1975 – 1976 1977 -1979
Vasshaglona – skogsbekk ⁸⁾	Aust Agder, Grimstad	-	1230	6,9	-	Moldholdig sand, noe letteleire	Blandingsskog, bar/lauvfellende, bart fjell	1991 - 1994
Skjervenbekken ⁹⁾	Oslo, Maridalen	0,36	798	-	149	Vulkanske bergarter, marin leire og grus	Lågurt granskog	1989 - 1991

Tabell 5. Data fra nedbørfelt med målinger av nitrogen, fosfor og suspendert tørrstoff fra utmarksarealer

Navn elv/bekk/ nedbørfelt	Gjennomsnittlig (maks - min) årlig total N transport (kg N daa ⁻¹)	Gjennomsnittlig (maks - min) årlig total P transport (g P daa ⁻¹)	Gjennomsnittlig (maks - min) årlig total SS transport (kg SS daa ⁻¹)	Gjennomsnittlig (maks - min) årlig total N konsentrasjon (mg N l ⁻¹)	Gjennomsnittlig (maks - min) årlig total P konsentrasjon (ug P l ⁻¹)	Gjennomsnittlig (maks - min) årlig total SS konsentrasjon (mg SS l ⁻¹)	Meknad
Dal	1,03 (0,45 – 1,45) ₁₎	6,45 ³⁾ (1993 data)	Ikke data	1,2 (0,54 -2,21) ^{* 1)}	20 (10 - 80) ^{** 4)}	9 (0 - 44) ^{** 4)}	Vannførings-prop. blandprøver
Svartebekk	0,23 ¹⁾	0,31 ³⁾ (1993 data)	Ikke data	0,28 (0,24 – 0,32) ^{* 1)}	11 ^{2) **} (1992 data)	Ikke data	Vannførings-prop. blandprøver
Tuften	0,31 ¹⁾	Ikke data	Ikke data	0,48 (0,28 - 0,80) ^{* 1)}	3 ^{2) **} (1992 data)	Ikke data	Stikkprøver
Skuterud –skog ⁴⁾	Ikke data	Ikke data	Ikke data	1,2 (0,9 – 1,8) ^{**}	30(18 – 48) ^{**}	Ikke data	Stikkprøver
Nyghagabråtan – skog/utmark ⁴⁾	0,18 (0,09 – 0,28)	3,7 (1,4 – 7,7)	1,2 (0,7 – 3,4)	0,5 (0,3 – 0,95) [*]	10,9 (4,7 - 21,5) [*]	3,6 (2 - 6,5) [*]	Vannførings-prop. blandprøver
Bjørnebekk – skog ⁵⁾	0,46	13,9	2,2	1,1	33	4,7	Stikkprøver
Holt – skog ⁵⁾	0,18	7,1	1,5	0,5	20	4,1	Stikkprøver
Hvamseter – skog ⁵⁾	0,2	4	1,1	0,5	10	2,9	Stikkprøver, 91 % av vannet gj. innsjø
Siljan - skog ⁶⁾	0,065	Ca 9	Ikke data	0,14	Ca 20	Ikke data	Stikkprøver
Rakkestad – skog/innsjø ⁶⁾	0,194	8	Ikke data	Ikke data	Ikke data	Ikke data	Stikkprøver
Rakkestad – skog ⁶⁾	0,246	12	Ikke data	Ikke data	Ikke data	Ikke data	Stikkprøver
Rakkestad – skog/innsjø ⁷⁾	0,28 (1972–74 data) 0,15 (1975–76 data) 0,23 (1977-79data)	9,3 (1972–74 data) 7,5 (1975–76 data) 9,3 (1977-79 data)	Ikke data Ikke data Ikke data	0,57 (1972–74 data) 0,39 (1975–76 data) 0,44 (1977-79 data)	19 (1972–74 data) 19 (1975–76 data) 18 (1977-79 data)	Ikke data Ikke data Ikke data	Stikkprøver, inkl. innsjøen Kløsa (ca 14 % av total areal)
Vasshaglona – skogsbekk ⁸⁾	1,2 (1991 data) 1,7 (1992 data) 3,8 (1993 data) 1,5 (1994 data)	Ikke data Ikke data Ikke data	Ikke data Ikke data Ikke data	Ikke data Ikke data Ikke data	Ikke data Ikke data Ikke data	Ikke data Ikke data Ikke data	Vannførings-prop. blandprøver Mer hogst i 1993
Skjervnebekken ⁹⁾	Ikke data Ikke data Ikke data	Ikke data Ikke data Ikke data	Ikke data Ikke data Ikke data	0,59 (0,33 -1,28) 1989 data 0,39 (0,3 - 0,51) 1990 data 0,44 (0,21 - 0,96) 1991 data	5,5 (2 - 11) 1989 data 6,2 (4 - 7) 1990 data 11,7 (3 - 29) 1991 data	1,7 (0,4 - 5) 1989 data 3,4(0,6-11,8) 1990 data 10,8 (1,3-58,4) 1991 data	Stikkprøver
<i>Antall felt</i>	<i>12</i>	<i>10</i>	<i>4</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>6</i>	
<i>Gjennomsnitt</i>	<i>0,7</i>	<i>7,5</i>	<i>1,5</i>	<i>0,6</i>	<i>15,8</i>	<i>5,0</i>	

¹⁾ Vannføringsveide konsentrasjoner ^{**)} Ikke vannføringsveide konsentrasjoner

Litteratur og data kilder til Tabell 4 og Tabell 5.

- ¹⁾ Høyås, T.R., N. Vagstad, M. Bechmann and H.O. Eggestad, 1997. Nitrogen budget in the river Auli catchment: A catchment dominated by agriculture, in south eastern Norway. *Ambio*, 27(5): 289 - 295.
- ²⁾ Henriksen, A., M. Bechmann, D. Hessen, 1993. Nitrogen fra fjell til fjord. Årsrapport 1992. NIVA rapport 2901.
- ³⁾ Bechmann, M., 199 Avrenning og stofftap fra 6 nedslagsfelt i Vestfold. Jordforsk rapport 6.D.1-1/3.
- ⁴⁾ JOVA database
- ⁵⁾ Lundekvam, H., 1986. Samanstilling og vurdering av hydrologiske og hydrokjemiske målinger i jordbruksfelt fra ulike landsdelar. Notat, Norges Landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, seksjon for vann.
- ⁶⁾ Lundekvam, H., 1983. Husdyrgjødsel og avlaup fra driftsbygningar. Norges Landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk. Stensiltrykk nr. 1/83.
- ⁷⁾ Lundekvam, H., 1984. Stofftap fra eit landbruksområde i Østfold. Foredrag ved: Tjugonde Nordiska Symposiet om Vattenforskning Hægersten, Stockholm, 5-8. okt. 1984. NORDFORSK, Miljøvårdsserien, Publikasjon 1984:2.
- ⁸⁾ Guttormsen, G. og Lillemo, T., 1995. Vasshaglona overvåkingsfelt 1994. I: Ludvigsen, G.H., 1995. Jordsmonnovervåking i Norge 1992 - 1996. Feltrapporter fra programmet I 1994. Jordforsk rapport 80/95.
- ⁹⁾ Holtan, G. og Holtan, H., 1993. Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen 1989 - 1991. NIVA rapport 2839.

2.1. Konsentrasjoner av nitrogen, fosfor og suspendert tørrstoff i utmarksavrenning

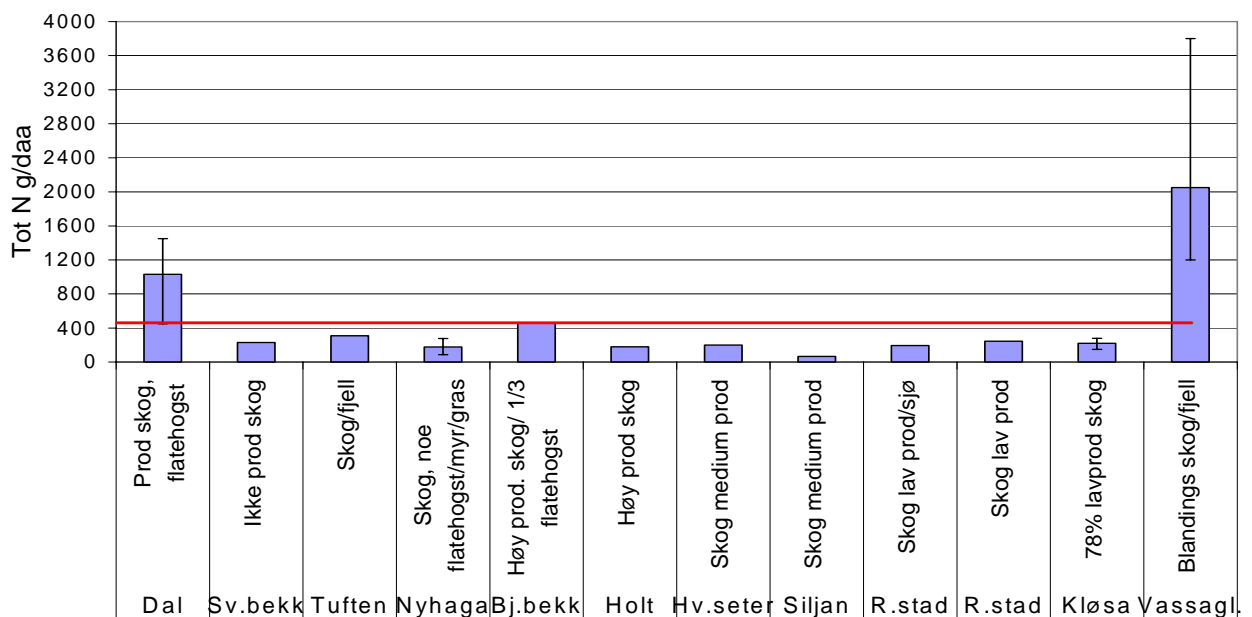
Gjennomsnittlig konsentrasjonen av nitrogen for de ulike nedbørfelt varierer mellom 0,14-1,2 mg Tot N/l (Tabell 5). I Dal var det store hogstflater som kan ha gitt økte konsentrasjoner av nitrogen, høyeste målte konsentrasjon ett år var 2,21 mg Tot N/l. I skog vil konsentrasjoner av total nitrogen ofte ligge mellom 0,2-0,6 mg Tot N/l og konsentrasjon av total fosfor mellom 10-30 µg Tot P/l i skog (Lundekvam, pers medd.).

Gjennomsnittlig konsentrasjonen av fosfor for de ulike nedbørfelt varierer mellom 3-30 µg Tot P/l (Tabell 5).

I to av JOVA-feltene, Skuterud og Nyhagabrøtin i Volbu tas det vannprøver fra utmarksareal. Gjennomsnittlig konsentrasjonen av både nitrogen og fosfor målt i skogfeltet i Skuterud er høyere enn i utmarksfeltet Nyhagabrøtin, hhv. 1,2 og 0,5 mg Tot N/l og 30 og 11 µg Tot P/l. Skuterud ligger under marin grense, med jord typer dominert av siltig mellomleire og sand. Nyhagabrøtin ligger på 675 - 863 m.o.h. og jordarten er morene og sandig leire. I Skuterud er det høyere gjennomsnittstemperatur og mindre stabile vintre enn i Nyhagabrøtin, dette vil ha betydning for konsentrasjonene.

2.2. Variasjon i tap fra utmarksavrenning

Årlige tap av nitrogen i de refererte studiene (Tabell 5 og Figur 5) varierer mellom ca 0,1 - 3,8 kg Tot N/daa.



Figur 5. Årlig gjennomsnittlig nitrogentap fra ulike felt. Vertikal strek viser variasjonsbredde. Rød strek viser gjennomsnittlig beregnet nitrogen tap fra JOVA-felt (445 g Tot N/daa).

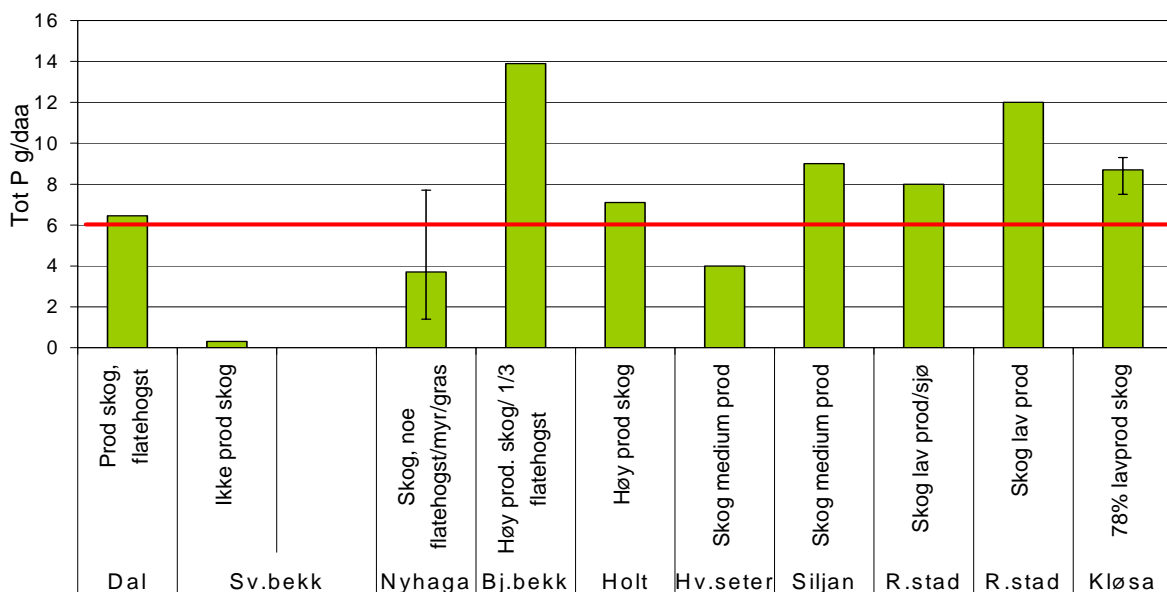
Høyeste nitrogen tap er fra skogsbekk i JOVA-feltet Vasshaglona (Tabell 5), her vil blant annet den store nedbørmengden, 1230 mm per år, påvirke tapene. Nitrogentapene målt i skogsbekken i Vasshaglona var høye og varierte mellom 1,2-3,8 kg Tot N/daa (Guttormsen og Lillemo, 1995). Tapene tilsvarte ca 10 % av tapet fra jordbruksarealene med unntak av i 1993. I 1993 var tapet beregnet fra skogsbekken 3,8 kg N /daa og svært høyt i forhold til de andre årene. Dette skyldes sannsynligvis at det var mye hogst i området dette året og dermed større tap av nitrogen, fra nedbrutt hogstavfall.

Er det slik at nitrogen tap fra ikke jordbruksareal i JOVA-felt tilsvare ca 10 % av tap målt fra hele nedbørfeltet? Gjennomsnittlig målt årlig nitrogentap Nyhagabrøtin er ca 180 g Tot N/daa, med en variasjon mellom ca 90-280 g Tot N/daa. Tap fra hele nedbørfeltet (Volbu) er ca 2 kg N/daa/år (Jfr. Figur 2). Ved å bruke JOVA estimatet på 10 % fra ikke-jordbruksareal, ville dette tilsvare ca 200 g Tot N/daa i dette nedbørfeltet.

Det er gjort en litteraturstudie norske og nordiske studier (Bækken og Brati 1995) der de konkluderer med at norske bakgrunnsdata for nitrogen avrenning fra skog varierer mellom 110 - 925 g Tot N/daa/år. Data fra Sverige og Finland lå i samme størrelsesorden. Transport fra skogsarealer i Finland (Kauppi, 1979) 173 g N/daa/år.

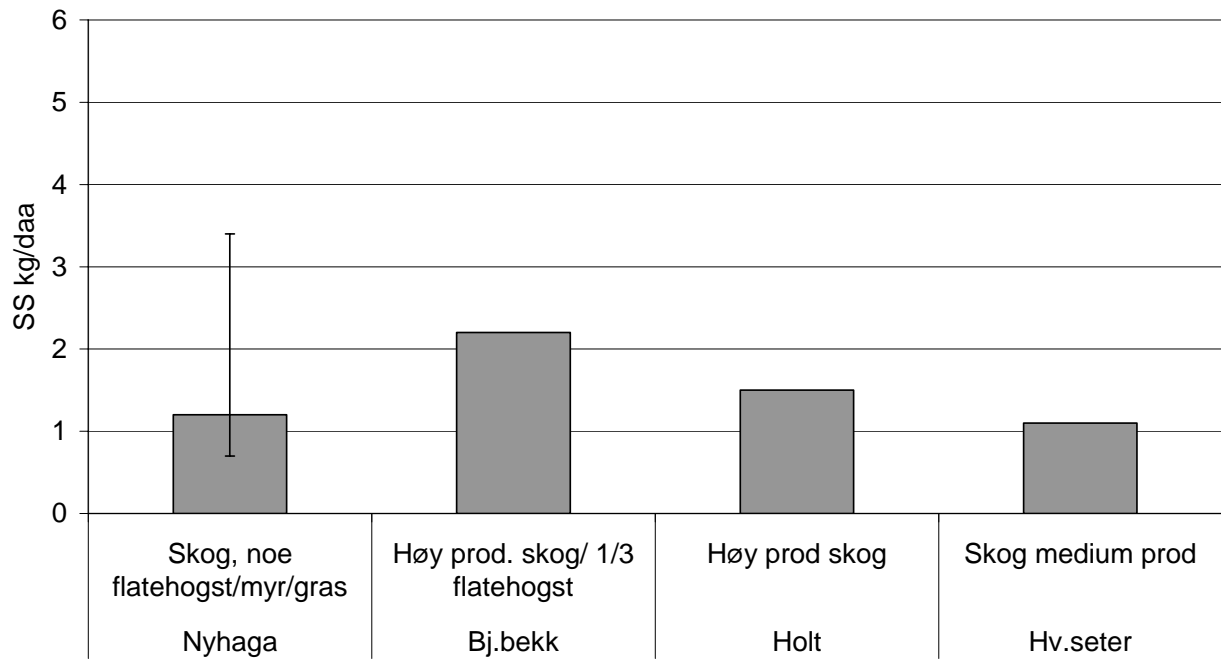
Fosfortapene i undersøkelsene (Figur 6 og Tabell 5) varierer mellom 0,31-13,9 g Tot P/daa. Laveste fosfortap er funnet i Svartbakk, der nedbørfeltet er dominert av ikke produktiv skog.

Bækken og Brati (1995) viste at avrenning av fosfor fra skog i norske undersøkelser varierer mellom 2 - 6 g/daa/år. Transport fra skogsarealer i Finland (Kauppi, 1979) var 6,9 g P/daa/år.



Figur 6. Årlig gjennomsnittlig fosfortap fra ulike felt. Vertikal strek viser variasjonsbredde. Rød strek viser verdi som brukes i JOVA for beregning av bidrag fra ikke-jordbruksareal (6 g Tot P/daa).

Bare for noen felt i de refererte undersøkelsene (Tabell 5) er det målt og beregnet årlige tap av suspendert tørrstoff. Figur 7 viser at tapene ligger mellom 1,2 - 2,2 kg SS/år. Dette er svært lavt i forhold til tap fra jordbruksarealer, jfr. avsnitt 1.2.



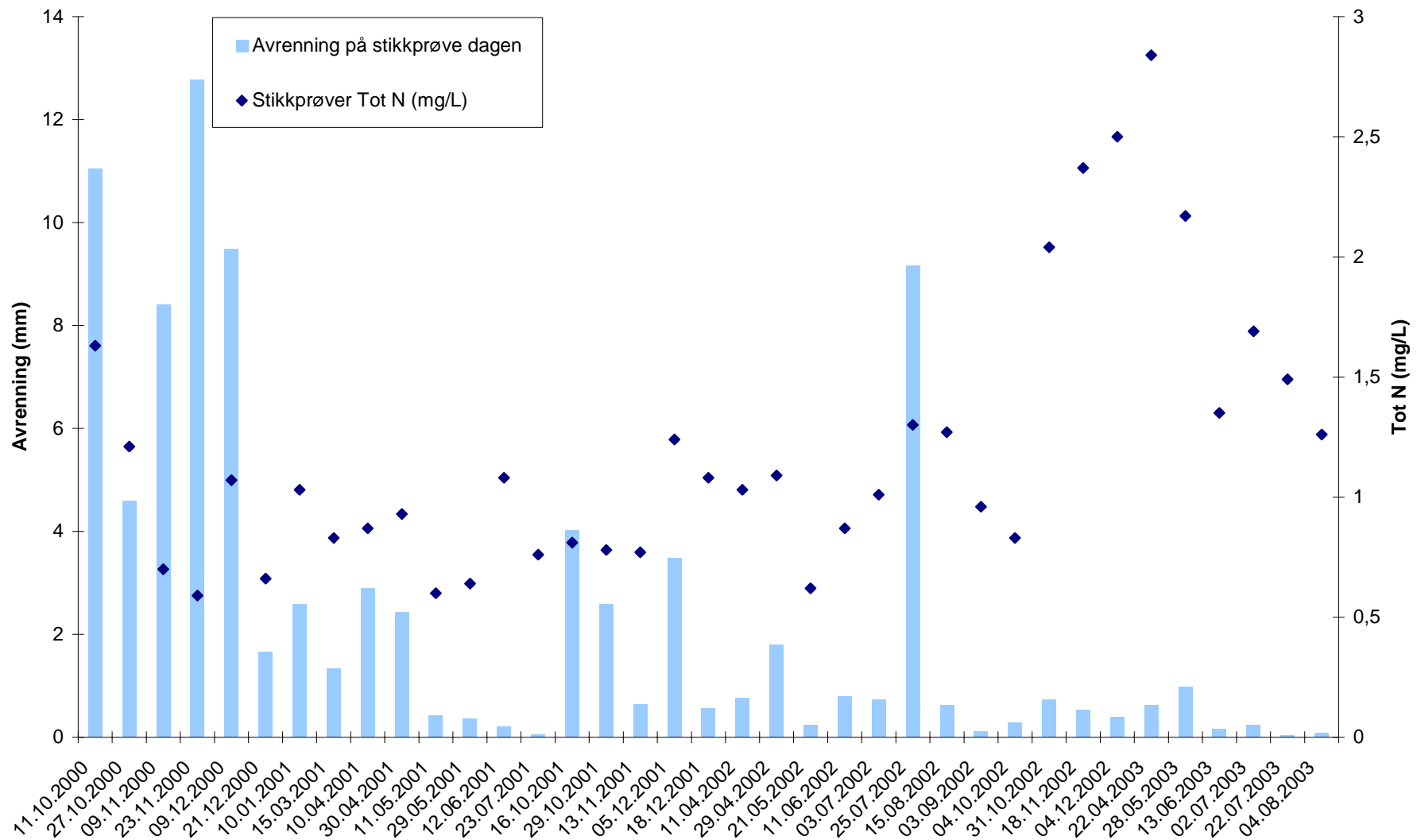
Figur 7. Årlig gjennomsnittlig tap av suspendert tørrstoff fra ulike felt. Vertikal strek viser variasjonsbredde.

2.3. Konsentrasjon i avrenning fra utmarksareal i Skuterud

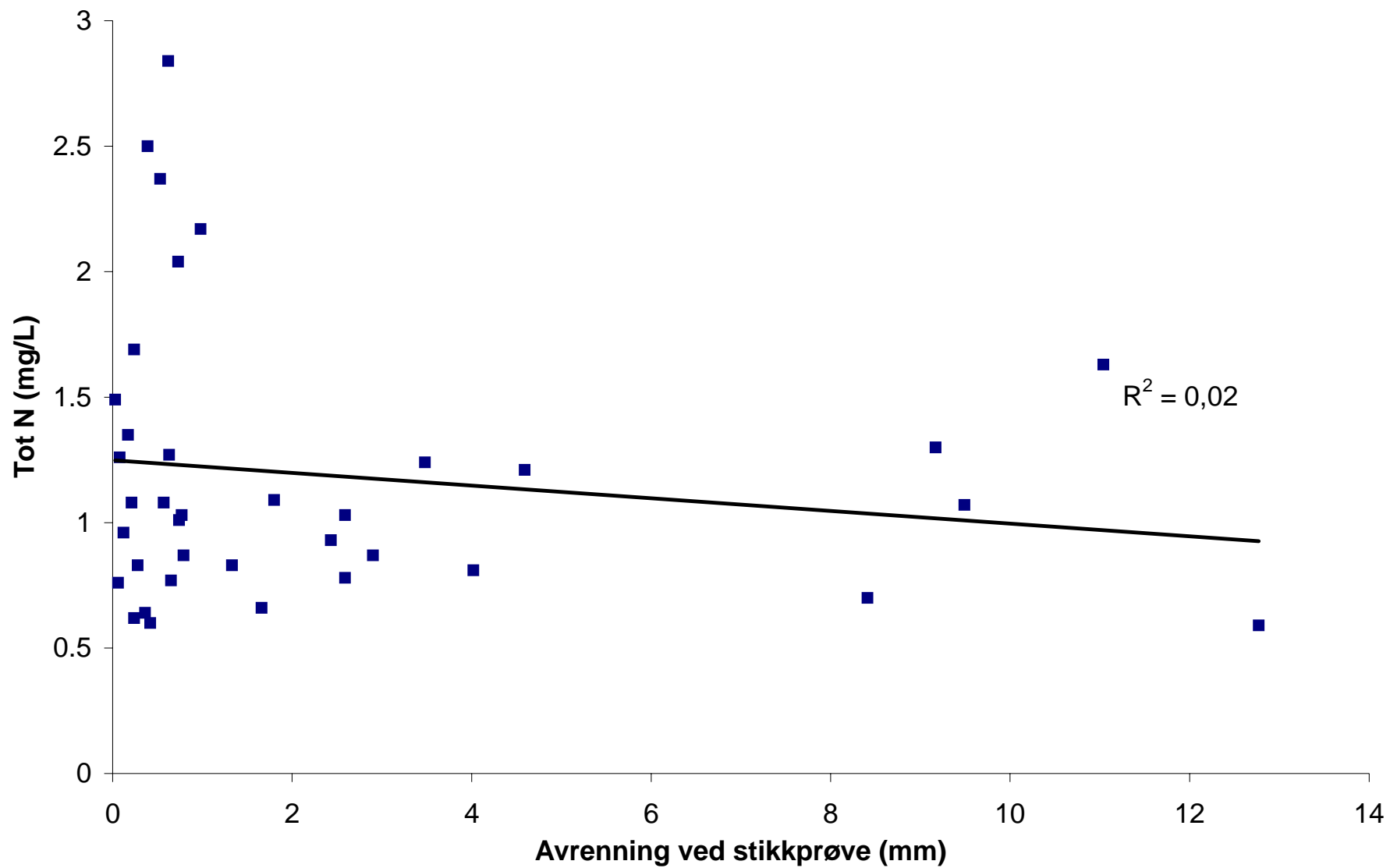
I nedbørfeltet Skuterud er det tatt ut stikkprøver ca hver 14. dag fra skog (Skuterud-skog) i årene 2000 - 2003. Beskrivelse av nedbørfeltet i Skuterud er gitt i Tabell 4. Prøvene er analysert for total nitrogen og total fosfor, vannføringen registreres ved uttak av vannprøve. Data er fremstilt i figurene 8, 9, 10 og 11.

Figur 8 viser at nitrogenkonsentrasjonen for de enkelte stikkprøvene tatt ut i Skuterud-skog varierer mellom 0,6-2,8 mg/L. Gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon er 1,2 mg/l. Det er relativt få vannprøver med konsentrasjon over 1,5 mg TotN/l. Det er ingen tendens til at økt vannføring gir høyere nitrogenkonsentrasjon i avrenningsvannet for dette prøvematerialet (Figur 9). Stikkprøver vil kun gi et uttrykk for nitrogenkonsentrasjonen i øyeblikket og viser ikke endringer i konsentrasjon i forhold til endring i vannføring.

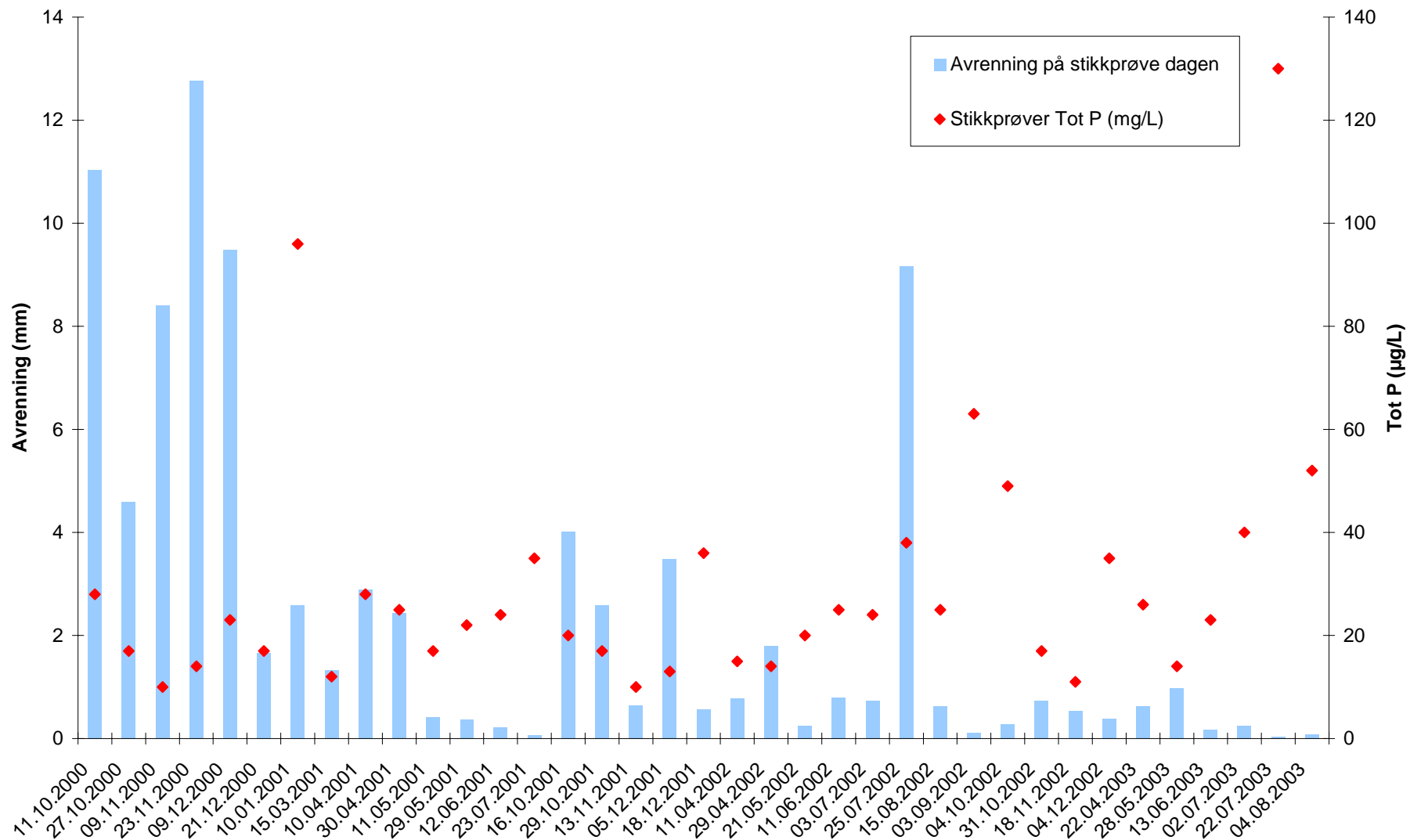
Figur 10 viser at fosforkonsentrasjonene i de enkelte stikkprøver fra Skuterud-skog varierer mellom 10-130 µg/l. Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon er ca 30 µg/l. De fleste vannprøver har konsentrasjon under gjennomsnittskonsentrasjonen.



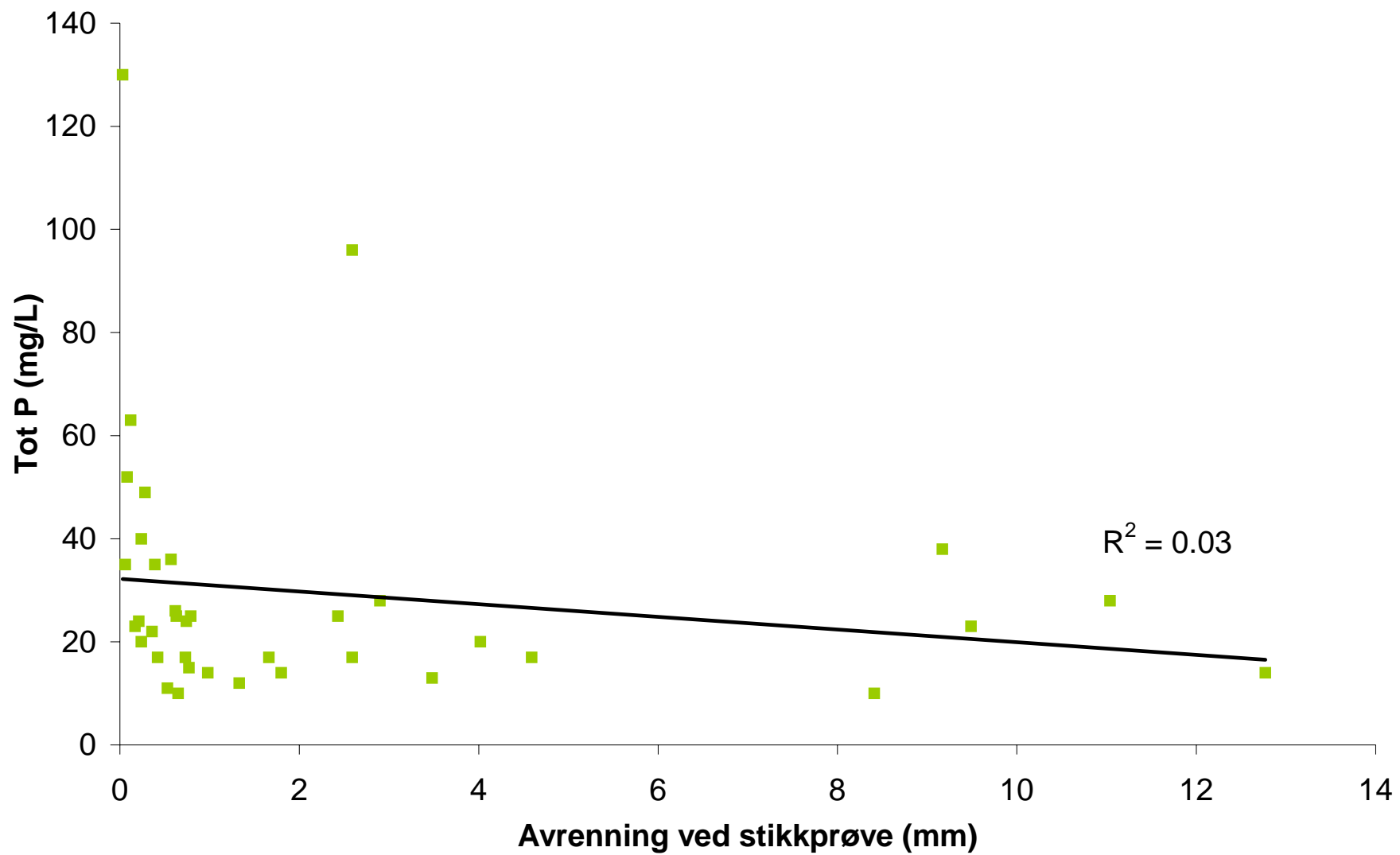
Figur 8. Avrenning ved uttak av stikkprøve i Skuterud-skog og konsentrasjon av total nitrogen.



Figur 9. Sammenheng mellom avrenning og stikkprøver analysert for total nitrogen i Skuterud-skog.



Figur 10. Avrenning ved uttak av stikkprøve i Skuterud-skog og konsentrasjon total fosfor.



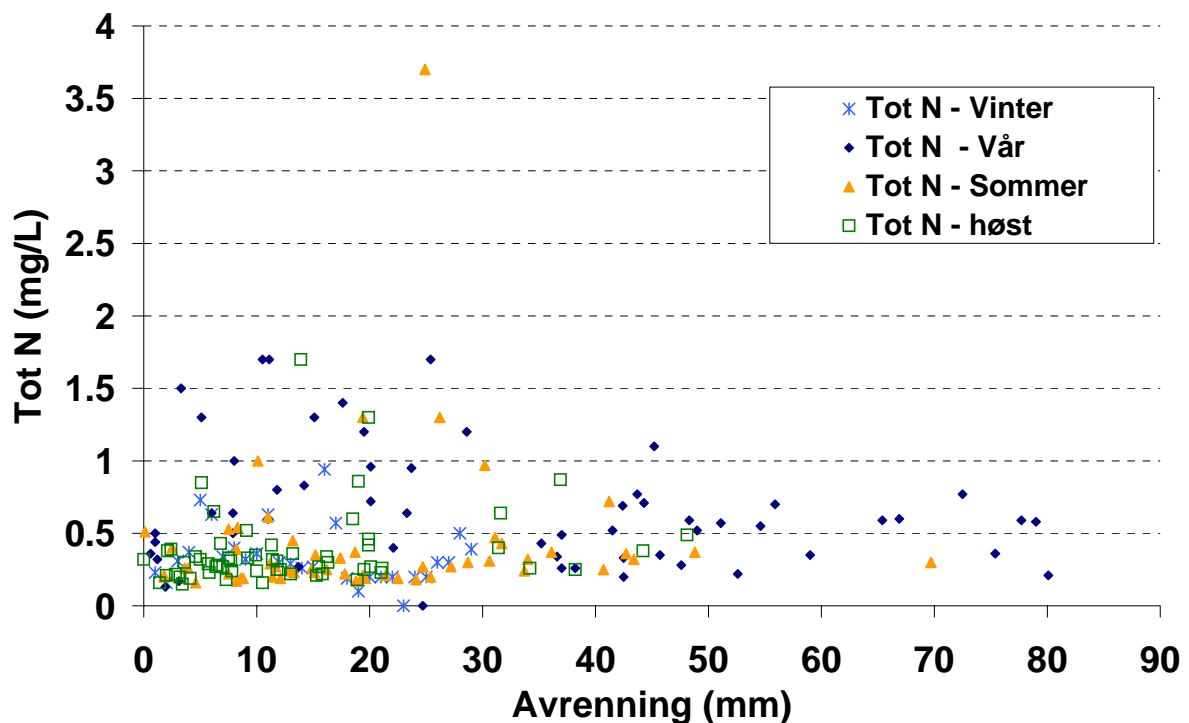
Figur 11. Sammenheng mellom avrenning og konsentrasjon av total fosfor i stikkprøver tatt i Skuterud-skog.

2.4. Nyhagabrøtin

2.4.1. Konsentrasjoner og avrenningsmengder fra Nyhagabrøtin utmarksfelt

Data fra utmarksfeltet Nyhagabrøtin i JOVA-feltet Volbu er vist for overvåkingsperioden 1993 - 2004. Beskrivelse av nedbørfeltet Nyhagabrøtin er gitt i Tabell 4. Vannprøvene er vannføringsproporsjonale blandprøver.

Figur 12 viser avrenning og konsentrasjon av total nitrogen i Nyhagabrøtin i de forskjellige årstidene. Det er konsentrasjon i de enkelte blandprøvene som er fremstilt.

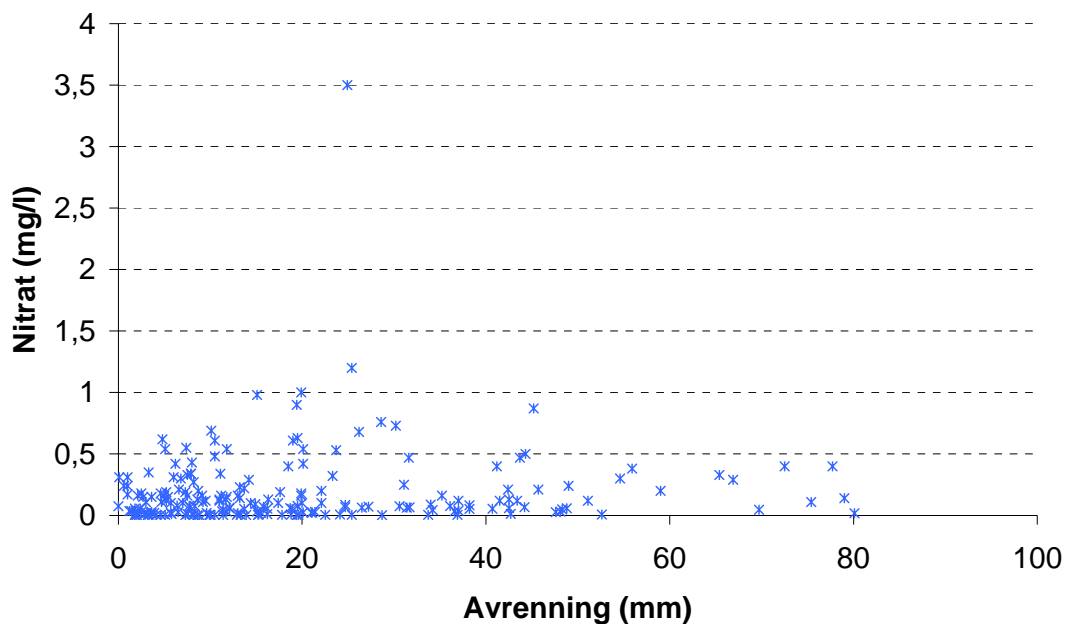


Figur 12. Avrenning i blandprøveperioden og konsentrasjon av total nitrogen i Nyhagabrøtin i årstider.

Vinter er definert som desember - februar, vår; mars, april, mai, sommer; juni - august og høst; september - november.

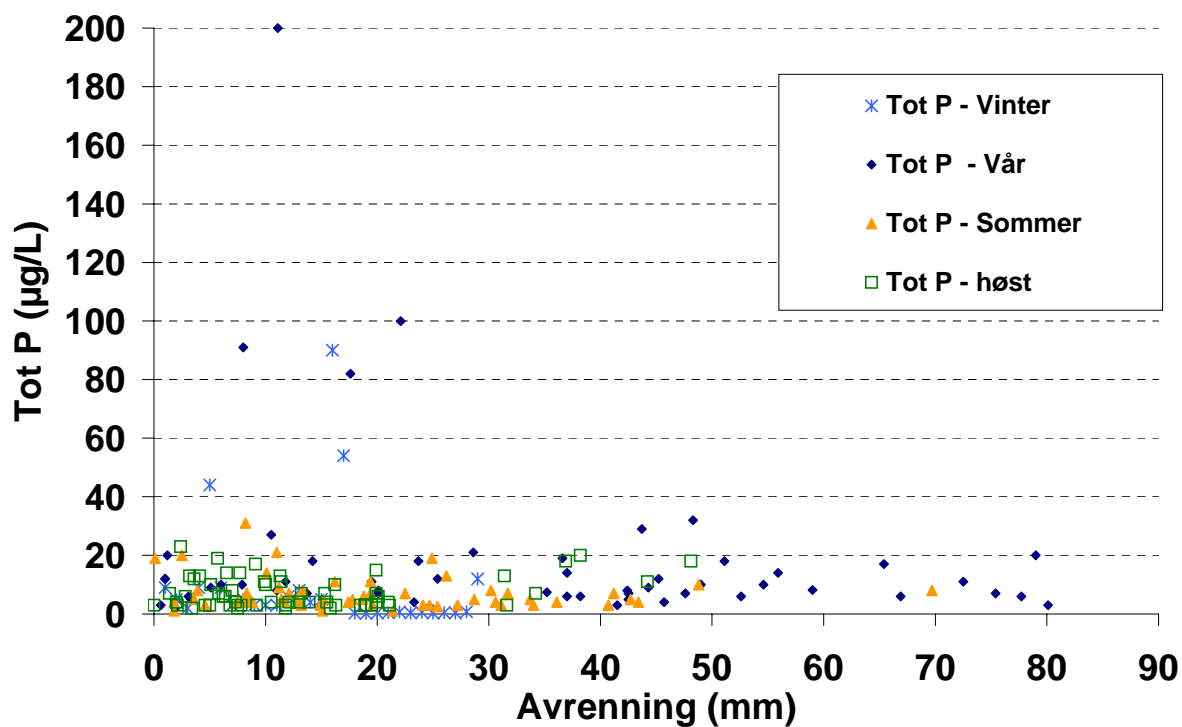
Det er størst spredning i nitrogen konsentrasjon på våren, da også avrenningen også varierer mest. Også på høsten er spredningen i nitrogen konsentrasjonen forholdsvis stor, men avrenningen generelt mindre. Gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon er 0,5 mg Tot N/l. De fleste vannprøvene hadde konsentrasjon under 1 mg Tot N/l, for overvåkingsperioden.

Figur 13 viser avrenning og konsentrasjon av nitrat i vannprøver fra Nyhagabrøtin.



Figur 13. Avrenning i blandprøveperioden og konsentrasjon av nitrat i Nyhagabrøtin.

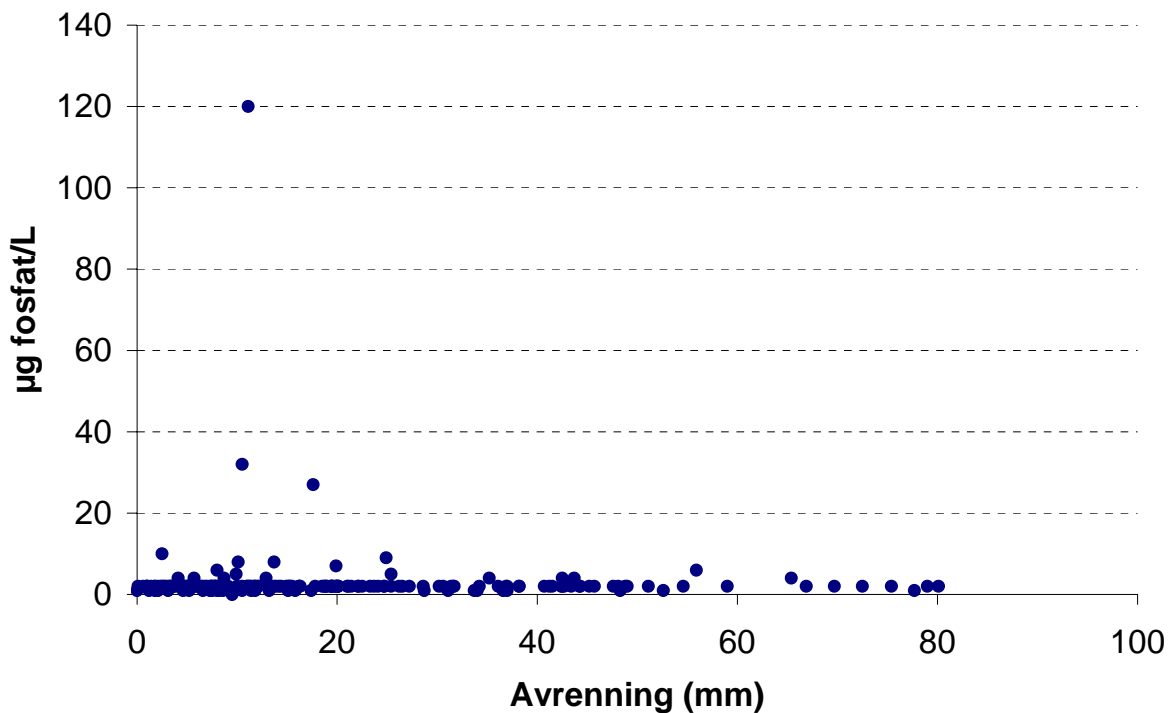
Nitratkonsentrasjonene i Nyhagabrøtin varierer lite med avrenningsmengden. Gjennomsnittlig nitratkonsentrasjon i Nyhagabrøtin for overvåkingsperioden er 0,2 mg/l (Figur 13). Figur 14 viser avrenning og konsentrasjon av total fosfor i Nyhagabrøtin for de ulike årstidene.



Figur 14. Avrenning i blandprøveperioden og konsentrasjon av total fosfor i Nyhagabrøtin i årstider.

Konsentrasjonen av total fosfor fra Nyhagabrøtin ser ut til å være lite avhengig av avrenningsmengdene og årstid. Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon for overvåkingsperioden er ca 11 $\mu\text{g Tot P/l}$. Svært få vannprøver har fosfatkonsentrasjon over 20 $\mu\text{g/l}$.

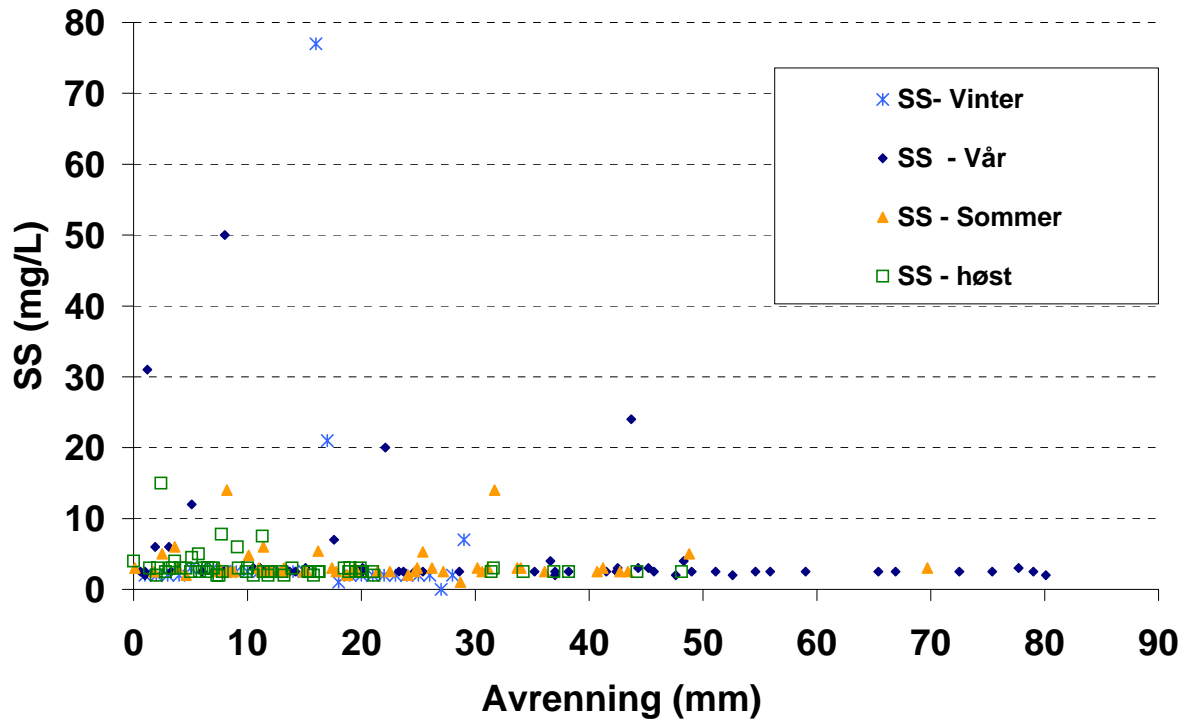
Figur 15 viser fosfatkonsentrasjon og avrenning i blandprøveperioden fra Nyhagabrøtin.



Figur 15. Avrenning og konsentrasjon av fosfat i Nyhagabrøtin.

Fosfatkonsentrasjonen i avrenningen fra Nyhagabrøtin er ikke avhengig av avrenningsmengde. Gjennomsnittlig fosfatkonsentrasjon for overvåkingsperioden er ca 3 $\mu\text{g/l}$.

Figur 16 viser avrenning i blandprøveperioden og konsentrasjon av suspendert tørrstoff i Nyhagabrøtin for de ulike årstidene.

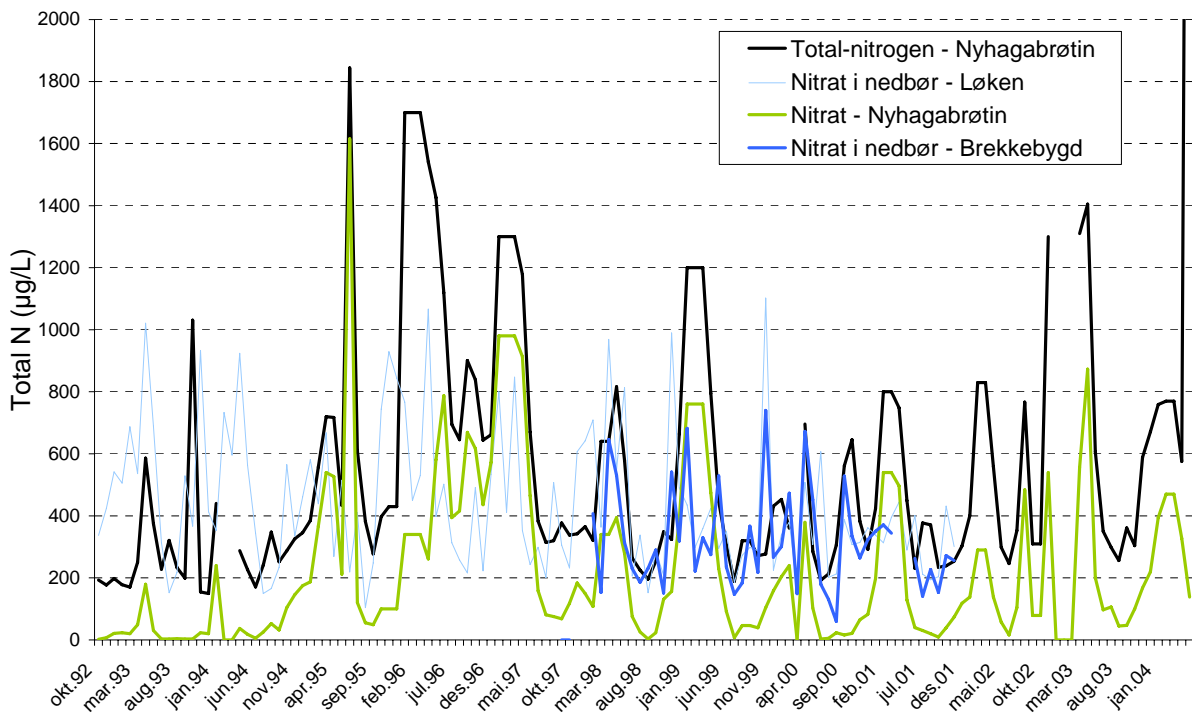


Figur 16. Avrenning i blandprøveperioden og konsentrasjon av suspendert tørrstoff i Nyhagabrøtin i årstider.

Konsentrasjonen av suspendert tørrstoff er som for fosfor, svært lite avhengig av avrenningsmengden. Gjennomsnittlig konsentrasjon av suspendert tørrstoff i enkeltprøver i Nyhagabrøtin ca 3,6 mg/l.

2.4.2. Konsentrasjoner i nedbør og avrenning i Nyhagabrøtin utmarksfelt

Figur 17 viser nitratkonsentrasjonen i nedbør fra Løken og Brekkebygd nedbørstasjon, sammenlignet med nitrat og total nitrogen i avrenning fra Nyhagabrøtin. Alle prøver er månedlige middelkonsentrasjoner.

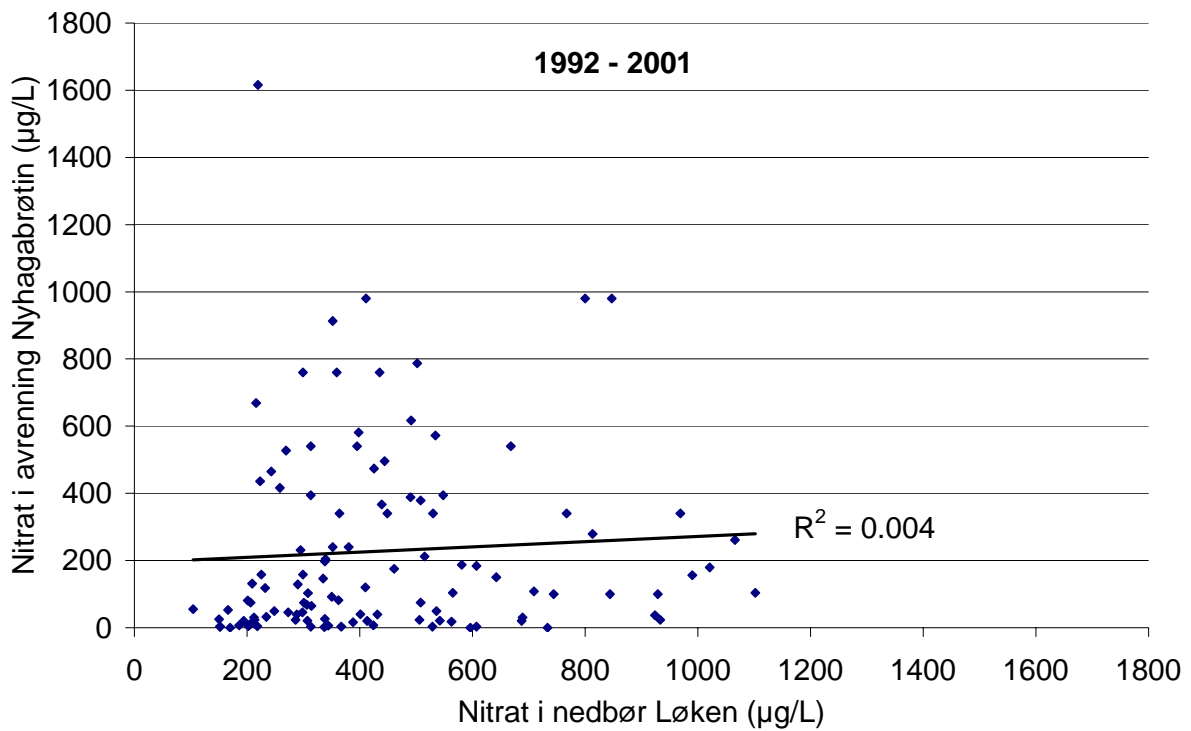


Figur 17. Nitrat i nedbør fra Løken og Brekkebygd nedbørstasjon, sammenlignet med nitrat og total nitrogen i avrenning fra Nyhagabrøtin, månedlige middelkonsentrasjoner.

Nitratkonsentrasjonen i nedbør (Løken og Brekkebygd nedbørstasjon) var ofte høyere enn nitrat i avrenningsvannet fra utmarksfeltet Nyhagabrøtin (Figur 17). Dette viser at våtdeposisjon i enkelte tilfeller kan bety mer for hva som måles av nitratkonsentrasjon i avrenning fra skog.

Gjennomsnittlig nitratkonsentrasjon i nedbør er 440 µg/l og i avrenningsvannet fra Nyhagabrøtin 235 µg/l.

Figur 18 viser sammenhengen mellom nitrat i nedbør (Løken nedbørstasjon) og nitratkonsentrasjonen i avrenning fra Nyhagabrøtin for årene 1992 - 2001, da det ble målt nitrat i nedbør.

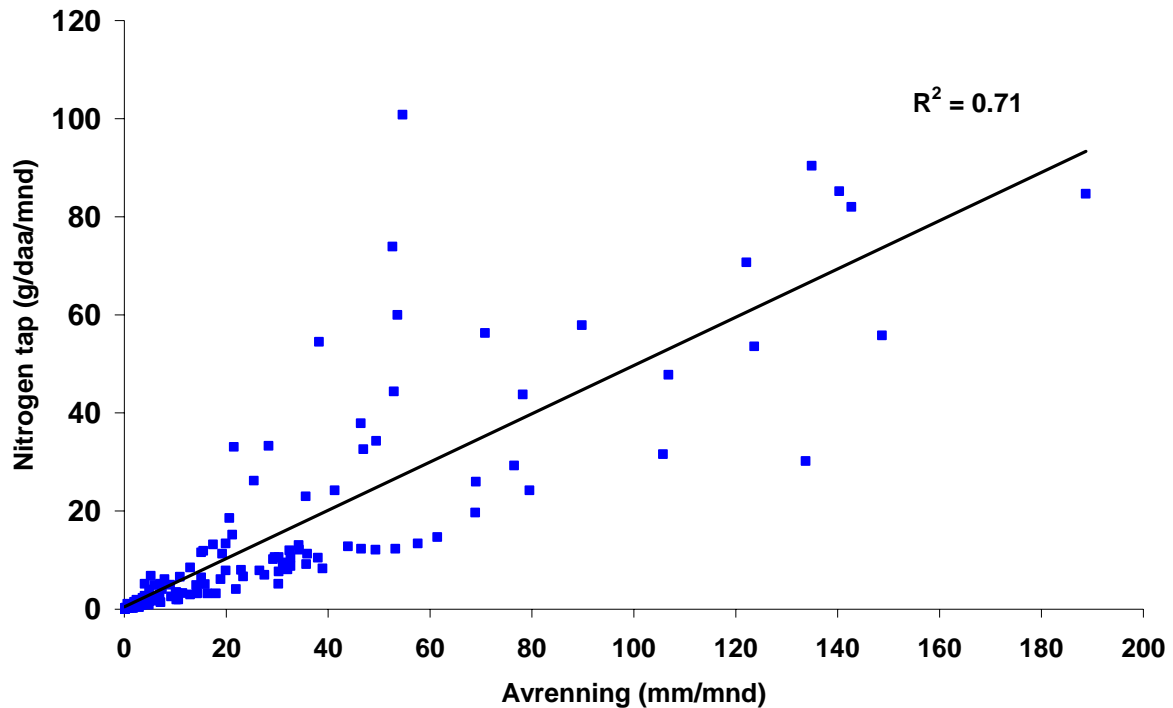


Figur 18. Sammenheng mellom nitrat i nedbør (Løken nedbørstasjon) og nitratkonsentrasjonen i avrenning fra Nyhagabrøtin for årene 1992 - 2001.

Det er ikke er noen signifikant sammenheng mellom nitrat i nedbør og nitrat avrenningsvannet fra Nyhagabrøtin (Figur 18).

2.4.3. Tap av næringsstoffer og avrenning i Nyhagabrøtin utmarksfelt

Figur 19 viser sammenhengen mellom avrenning og nitrogentap fra Nyhagabrøtin per måned.

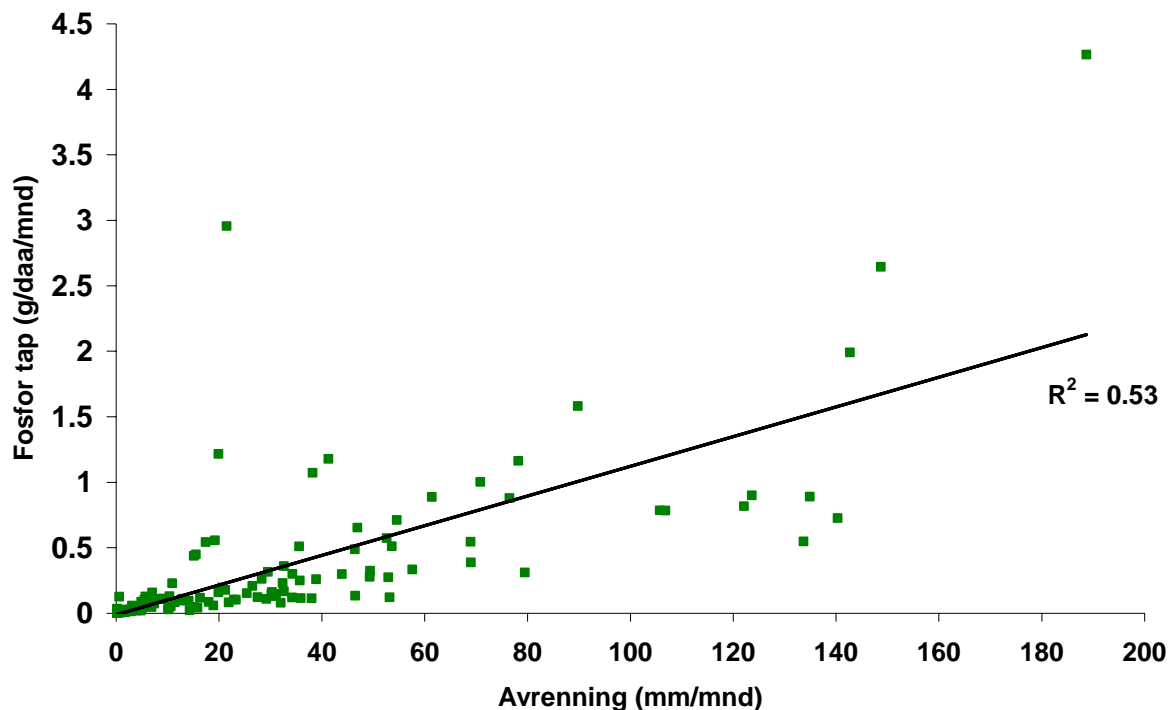


Figur 19. Sammenheng mellom avrenning og nitrogentap (g/daa)p per måned i Nyhagabrøtin.

Det er god sammenheng mellom tap av nitrogen og avrenningen fra Nyhagabrøtin. Nitrogen tapene fra utmark vil vanligvis være bestemt av avrenningsmengden. Dersom det har vært aktiviteter som hogst, vil dette kunne øke nitrogen tapet.

Gjennomsnittlig månedlig nitrogentap fra feltet er ca 17 g/daa. Årlig nitrogentap fra nedbørfeltet er 180 g/daa.

Figur 20 viser sammenhengen mellom månedlig avrenning og fosfortap i Nyhagabrøtin.

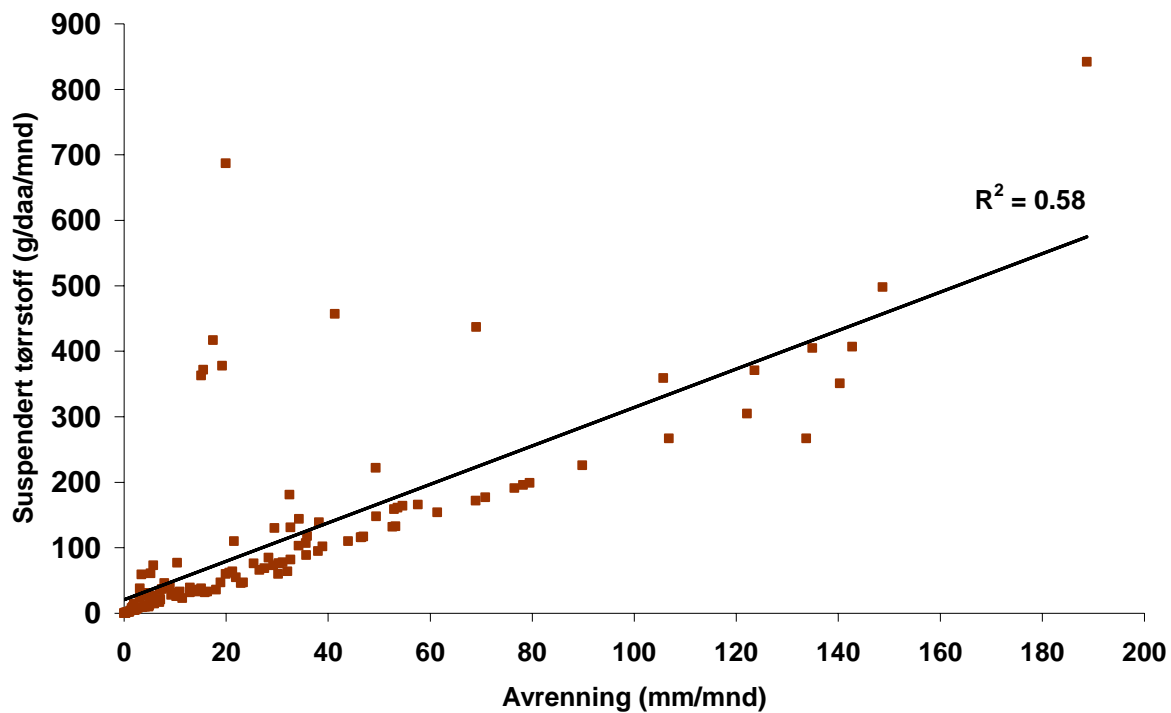


Figur 20. Sammenheng mellom avrenning og fosfortap(g/daa) per måned i Nyhagabrøtin.

Det er noe dårligere sammenheng mellom fosfortapet og avrenningsmengden sammenlignet med nitrogentap fra Nyhagabrøtin. Økt avrenningsmengde vil allikevel vanligvis gir økt tap av fosfortap.

Gjennomsnittlig månedlig tap av fosfor fra Nyhagabrøtin er 0,3 g/daa. Årlig gjennomsnittlig fosfortap fra Nyhagabrøtin er ca 3,7 g/daa.

Figur 21 viser sammenhengen mellom månedlig avrenning og tap av suspendert tørrstoff i Nyhagabrøtin.



Figur 21. Sammenheng mellom avrenning og tap av suspendert tørrstoff (g/daa) per måned i Nyhagabrøtin.

Tap av suspendert tørrstoff øker med økt avrenning. Månedlig gjennomsnittlig tap fra Nyhagabrøtin er ca 100 g/daa.

Årlig gjennomsnittlig tap av suspendert tørrstoff fra utmarksfeltet er 1,2 kg/daa.

3. Konklusjoner

Variasjon i gjennomsnittlig beregnede tap av nitrogen fra ikke-jordbruksarealer i JOVA varierte mellom ca 200-1000 g Tot N/daa. Dette gjelder ved den standardverdi som brukes i JOVA i dag, der man antar at nitrogen fra ikke-jordbruksarealer utgjør 10 % av det som måles fra jordbruksarealene.

Fra de andre refererte norske studiene varierte nitrogentapet mellom ca 100 - 3800 g Tot N/daa. Gjennomsnittlig nitrogentap for de refererte studiene er 700 g Tot N/daa. Ulikheter i blant annet jordtype, temperatur, drenerings- og nedbørforhold vil være av betydning for nitrogentapet.

I JOVA-feltet Volbu måles avrenning fra utmarksfeltet Nyhagabrøtin. Gjennomsnittlig nitrogentap fra Nyhagabrøtin er ca 180 g/N/daa. Fra Volbu nedbørfelt er gjennomsnittlig årlig nitrogen tap ca 2 kg N/daa. Dette viser at ca 10 % av total nitrogenet er bidrag fra ikke-jordbruksarealer, er et bra anslag for dette nedbørfeltet.

Tapene av nitrogen målt i skogsbekken i JOVA-feltet Vasshaglona var forholdsvis høye 1,8 - 3,8 kg N/daa (Guttormsen og Lillemo, 1995). Tapene tilsvarte imidlertid ca 10 % av tapet fra jordbruksarealene med unntak av i 1993.

Studien av Bækken og Bratli (1995) viste at nitrogen tap fra utmarksarealer varierte mellom 110-925 g/daa/år.

Gjennomsnittlig konsentrasjon av nitrogen fra utmarksareal i Skuterud er over dobbelt så høyt (1,2 g Tot N/l) som i Nyhagabrøtin (0,5 g Tot N/l). Dette skyldes forskjeller i bonitet og klima. I Skuterud, sør i Akershus, er gjennomsnittlig temperatur og nedbørmengder høyere enn i Volbubekken i Valdres. Det vil trolig være gunstigere forhold for nitrogenomsetning i Skuterudfeltet, høyre middeltemperatur og mer nedbør gir økt risiko for tap til vannmiljøet.

Årlige tap av fosfor i fra ikke-jordbruksareal i JOVA settes til 6 g Tot P/daa. I utmarksfeltet Nyhagabrøting er målt fosfortap gjennomsnittlig 3,7 g Tot P/daa. I de refererte norske studiene varierer fosfortapene mellom 0,31-13,9 g Tot P/daa. Laveste tap var i Svartebekk i Vestfold, der nedbørfeltet er dominert av ikke produktiv skog. Studien av Bækken og Bratli (1995) viste at avrenningen av fosfor fra utmarksarealer varierte mellom 2-6 g Tot P/daa per år.

Det finnes lite data som kvantifiserer tap av suspendert tørrstoff fra utmark og andre typer arealer. I de refererte norske studiene ligger tapene mellom 1,1-2,2 kg SS/år og er svært lave i forhold til tap fra jordbruksarealer som er målt i JOVA-programmet (variasjon mellom ca 7,5-280 kg SS/daa/år).

Årlig gjennomsnittlig tap av suspendert tørrstoff fra Nyhagabrøtin er 1,2 kg SS/daa. I de andre JOVA nedbørfeltene settes tap fra ikke-jordbruksareal til 0 kg/daa, med dagens beregningsmetode. Å sette tapet av suspendert tørrstoff til null, vil være å underestimere tapet. Men, bidraget vil normalt være så lite sammenlignet med tap fra jordbruksarealene, at vi har valgt å ikke kvantifisere det.

En må ta hensyn til at det i JOVA-feltene er ulik andel med forskjellige typer areal. Punktkilder antar man at ikke lenger er stor bidragskilde, etter fokus på dette i

1980-årene. Men, betydningen av dette er lite undersøkt i seinere år. I enkelte perioder av året med lite avrenning, for eksempel i sommermånedene, kan punktkilder antas å bety forholdsmessig mye for forurensningsrisikoen og vekstbetingelser for alger. Andre faktorer som er svært viktige, er de klimatiske forhold i nedbørfeltet; klima, nedbør og nedbørkjemi, hydrologi, oppholdstid i terrenget (topografi, løsmasse sammensetning), geologi (jordtype), bonitet, vegetasjonstype, hogstklasse, drift av skog (gjødsling, bruk av plantevernmidler), bygging av veger, kjøreskader, er faktorer som kan være av stor betydning for kvantifiseringen av tapene. Aktiviteter som beiting og tråkk av husdyr i utmark vil også kunne ha betydning for erosjon.

I tillegg kan det i enkelte nedbørfelt være betydelig innflytelse av grunnvannsstrømninger som er svært vanskelig å kvantifisere. Punktkilder fra husdyrrøm, lager for silo, rundballer etc., vil også kunne bidra. Naturlig erosjonsprosesser i vannløp kan øke fosfor- og jordtapet fra utmarsarealer.

Naturlig variasjon i klima er en faktor som kan gi stor endring i totale tap. Avrenningen og tap av næringsstoffer vil variere gjennom året. Høst og vårsesong vil vanligvis gi de største tapene.

Aktiviteter som skogdrift, bygging av skogsbilveger, grøfting og gjødsling vil være faktorer som kan øke avrenningen av nitrogen, fosfor og suspendert tørrstoff.

Det tilgjengelige datamaterialet for avrenning fra utmarksarealer gir ikke grunnlag for å endre forutsetningene som ligger til grunn for kvantifiseringen av tap fra ikke-jordbruksarealer i JOVA per i dag. Datamaterialet er vurdert til å være et brukbart sammenligningsgrunnlag, da det som defineres som ikke-jordbruksarealer i JOVA hovedsakelig består av utmarksarealer, som er dominert av skog. Kun mellom 1-8 % av arealene i JOVA-feltn består av boligfelt, gårdstun og veier. Det bør imidlertid sees nærmere på bidraget av erosjonsmateriale fra ikke-jordbruksareal, som mulig er noe underestimert ved at det i dag settes til null. Det bør vurderes om bidrag av erosjonsmateriale fra ikke-jordbruksareal kan kvantifiseres, ut fra mer spesifikke forhold i nedbørfeltet.

Datamaterialet fra utmarksavrenning er imidlertid av eldre dato og for begrensede perioder. Denne rapporten viser at det finnes lite tilgjengelige data om avrenning fra andre arealtyper enn jordbruksarealer.

Det vil være viktig å fortsette målingene av utmarksavrenning i JOVA-programmet, i feltene Nyhagabrøting i Volbu og i Skuterud. I Skuterud er det potensial for å gjennomføre hyppigere målinger og eventuelt installere vannføringsmåler. Det anbefales at det arbeides videre med temaet for å se på både kvantifisering av næringsstoffer og erosjon fra utmarksarealer.

4. Referanser

- Bechmann, M., 199 Avrenning og stofftap fra 6 nedslagsfelt I Vestfold. Jordforsk rapport 6.D.1-1/3.
- Bækken, T. og Bratli, J.L., 1995. Avrenning og forurensning fra skog og skogsbruk. En litteraturstudie. NIVA rapport LNR 3354-95.
- Guttormsen, G. og Lillemo, T., 1995. Vasshaglona overvåkingsfelt 1994. I: Ludvigsen, G.H., 1995. Jordsmonnovervåking I Norge 1992 - 1996. Feltrapporter fra programmet I 1994. Jordforsk rapport 80/95.
- Haveraaen, O., 1981. Virkning av hogst på vannmengde og vannkvalitet fra en østnorsk barskog. Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning 36.7: 1-27.
- Henriksen, A., M. Bechmann, D. Hessen, 1993. Nitrogen fra fjell til fjord. Årsrapport 1992. NIVA rapport 2901.
- Holtan, G. og Holtan, H., 1993. Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen 1989 - 1991. NIVA rapport 2839.
- Holtan, H., 1990. Glomma i Hedmark. Beregning av tilført fosfor og nitrogen fra skog og fjellområder. NIVA rapport 2374.
- Høyås, T.R., N. Vagstad, M. Bechmann and H.O. Eggstad, 1997. Nitrogen budget in the river Auli catchment: A catchment dominated by agriculture, in south eastern Norway. *Ambio*, 27(5): 289 - 295.
- JOVA database
- Kauppi, L., 1979. Effects of land use on the diffuse load of phosphorus and nitrogen. *Nordic Hydrology*, vol. 10, no 2/3, s. 79 - 88.
- Lundekvam, H., 1983. Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar. Norges Landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk. Stensiltrykk nr. 1/83.
- Lundekvam, H., 1986. Samanstilling og vurdering av hydrologiske og hydrokjemiske målingar i jordbruksfelt frå ulike landsdelar. Notat, Norges Landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, seksjon for vann.
- Lundekvam, H., 1984. Stofftap frå eit landbruksområde i Østfold. Foredrag ved: Tjugonde Nordiska Symposiet om Vattenforskning Hægersten, Stockholm, 5-8. okt. 1984. NORDFORSK, Miljøvårdsserien, Publikation 1984:2.
- Nieminen, 2004. *Silva Fennica* 38: 123-132.
- Oredalen, T.J. og Aas, W., 2000. Vurdering av atmosfærisk fosforavsetning i sørøst Norge. NIVA rapport 43100-2000.
- Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen, 1979. Telemarksvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. NIVA rapport 0-70112/V/1147.
- SFT veileder 95:02. Miljømål for vannforekomster - Tilførselsberegninger. SFT 95:02.
- Skjevdal, R.M. og S.M.Vandsemb (red.), 2005. Jord- og vannovervåking i Norge. Feltrapporter for programmet i 2004. Jordforsk rapport nr 84/05.

5. Vedlegg

5.1. Appendix 1. Description of some Norwegian catchments with monitoring of losses and concentrations of nitrogen, phosphorus and suspended solids from outlying fields.

Name of stream/ catchment	Region	Catch ment size (km ²)	Average annual precipitation (mm) (1961- 1990)	Average annual temperature (°C)	Meter above sea level (range) (m)	Dominant textural soil type	Dominant vegetation, Clear cutting	Monitoring period
Dal	Vestfold, Ramnes og Andebu	0,12	1035	6	75 - 170	Sand, silt, clay	Productive forest with large clear cutting areas	1992 - 1998
Svartebekk	Vestfold, Ramnes og Andebu	0,67	1035	6	170 - 250	Silt, clay, rock	Non productive forest	1992-1996
Tuften	Vestfold, Ramnes og Andebu	10,2	1035	6	200 - 400	Rock	Forest and moor	1992-1995
Skuterud –skog	Akershus, Ås	0,02	785	5,3	146	Loamy sand and bare rock	Forest, some clear cuttings	2000 - 2003
Nyghaga-brøtin –skog/utmark	Oppland, Østre Slidre	0,19	575	1,6	675 - 863	Morene, sandy loam	Forest, some clear cuttings, some bog and old grassland	1993 - 2004
Bjørnebekk – skog ⁵⁾	Akershus, Ås	0,133	785 (420 normal runoff)	5,3?	110	Moraine, sand	Forest, high productivity, ca 30 % clear cutting areas	1984 – 1985
Holt –skog ⁵⁾	Akershus, Nannestad	0,2	665 (360 normal runoff)	4,2	135	Sandy, silt	Forest, high productivity, no clear cuttings	1984 – 1985
Hvamseter – skog ⁵⁾	Akershus, Nannestad	2,36	665 (400 normal runoff)	4,0	210	Silty sand, sand	Forest, high-medium productivity	1984 – 1985
Siljan - skog ⁶⁾	Telemark, Siljan	-	940	5,0	150	Moraine	Forest, medium productivity	1970 - 1978
Rakkestad – skog/innsjø ⁶⁾	Østfold, Rakkestad	7,46	827 (415 normal runoff)	5,3	146	Moraine, bog and rock with thin soil layer	78 % forest, with 89 % low productivity	1977 - 1979
Rakkestad – skog ⁶⁾	Østfold, Rakkestad	1,76	827	5,2	184	Gneiss, granite, moraine, over marine limit (MG)	86 % forest, with 70 % low productivity	1977 - 1979
Rakkestad skog/innsjø ⁷⁾	Østfold, Rakkestad	7,46	827	5,2	184	Gneiss, granite, moraine, over marine limit (MG)	78 % forest, with 89 % low productivity	1972 – 1974 1975 – 1976 1977 -1979
Vasshaglona – skogsbekk	Aust Agder, Grimstad	-	1230	6,9	-	Sand, loam	Mixed forest coniferous and deciduous, bare rock	1991 - 1994
Skjervnebekken	Oslo, Maridalen	0,36	798	-	149	Volcanic rock, marine clay and gravel	Herb, spruce forest	1989 - 1991

5.2. Appendix 2. Data from some Norwegian catchments with monitoring of losses and concentrations of nitrogen, phosphorus and suspended solids from outlying fields.

Name of stream/ catchment	Average (range) annual total N export (kg N ha ⁻¹)	Average (range) annual total P export (g P ha ⁻¹)	Average (range) annual total SS export (kg SS ha ⁻¹)	Average (range) annual total N concentration (mg N l ⁻¹)	Average (range) annual total P concentration (ug P l ⁻¹)	Average (range) annual total SS concentration (mg SS l ⁻¹)	Comments
Dal	10,3 (4,5 – 14,5) ₁₎	64,5 ³⁾ (1993 data)	No data	1,2 (0,54 -2,21) ^{* 1)}	20 (10 – 80) ^{** 4)}	9 (0 – 44) ^{** 4)}	Water proportional samples
Svartebekk	2,3 ¹⁾	3,1 ³⁾ (1993 data)	No data	0,28 (0,24 – 0,32) ^{* 1)}	11 ^{2) **} (1992 data)	No data	Water proportional samples
Tuften	3,1 ¹⁾	No data	No data	0,48 (0,28 - 0,80) ^{* 1)}	3 ^{2) **} (1992 data)	No data	Grab samples
Skuterud –skog ⁴⁾	No data	No data	No data	1,2 (0,9 – 1,8) ^{**}	30(18 – 48) ^{**}	No data	Grab samples
Nyghagabråtan – skog/utmark ⁴⁾	1,8 (0,9 – 2,8)	37 (14 – 77)	12 (7 – 34)	0,5 (0,3 – 0,95) [*]	10,9 (4,7 – 21,5) [*]	3,6 (2 – 6,5) [*]	Water proportional samples, agrohydrological year, May 1 – May 1
Bjørnebekk – skog ⁵⁾	4,6	139	22	1,1	33	4,7	Grab samples
Holt – skog ⁵⁾	1,8	71	15	0,5	20	4,1	Grab samples
Hvamseter – skog ⁵⁾	2,0	40	11	0,5	10	2,9	Grab samples, 91 % of water trough a lake
Siljan – skog ⁶⁾	0,65	Ca 90	No data	0,14	Ca 20	No data	Grab samples
Rakkestad – skog/innsjø ⁶⁾	1,94	80	No data	No data	No data	No data	Grab samples
Rakkestad – skog ⁶⁾	2,46	120	No data	No data	No data	No data	Grab samples
Rakkestad – skog/innsjø ⁷⁾	2,8 (1972–74 data) 1,5 (1975–76 data) 2,3 (1977-79 data)	93 (1972–74 data) 75 (1975–76 data) 93 (1977-79 data)	No data No data No data	0,57 (1972–74 data) 0,39 (1975–76 data) 0,44 (1977-79 data)	19 (1972–74 data) 19 (1975–76 data) 18 (1977-79 data)	No data No data No data	Grab samples, includes the lake Kløsa (ca 14 % of total area)
Vasshaglona – skogsbekk ⁸⁾	12 (1991 data) 17 (1992 data) 38 (1993 data) 15 (1994 data)	No data No data No data	No data No data No data	No data No data No data	No data No data No data	No data No data No data	Water proportional samples More clear cuttings in 1993
Skjervensbekken ⁹⁾	No data No data No data	No data No data No data	No data No data No data	0,59 (0,33 -1,28) 1989 data 0,39 (0,3 - 0,51) 1990 data 0,44 (0,21 - 0,96) 1991 data	5,5 (2 - 11) 1989 data 6,2 (4 - 7) 1990 data 11,7 (3 - 29) 1991 data	1,7 (0,4 - 5) 1989 data 3,4(0,6-11,8) 1990 data 10,8 (1,3-58,4) 1991 data	Grab samples

¹⁾ Flow weighted concentrations

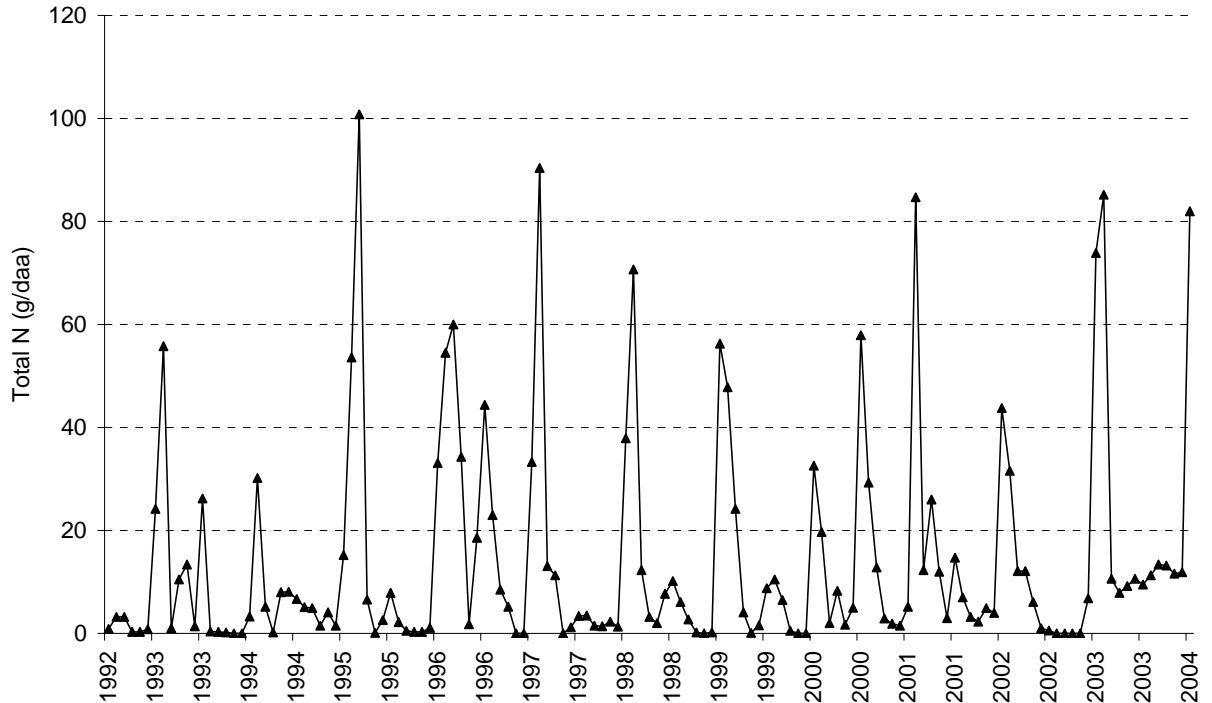
²⁾ Not flow weighted concentrations

Literature and data source for appendix 1 and 2

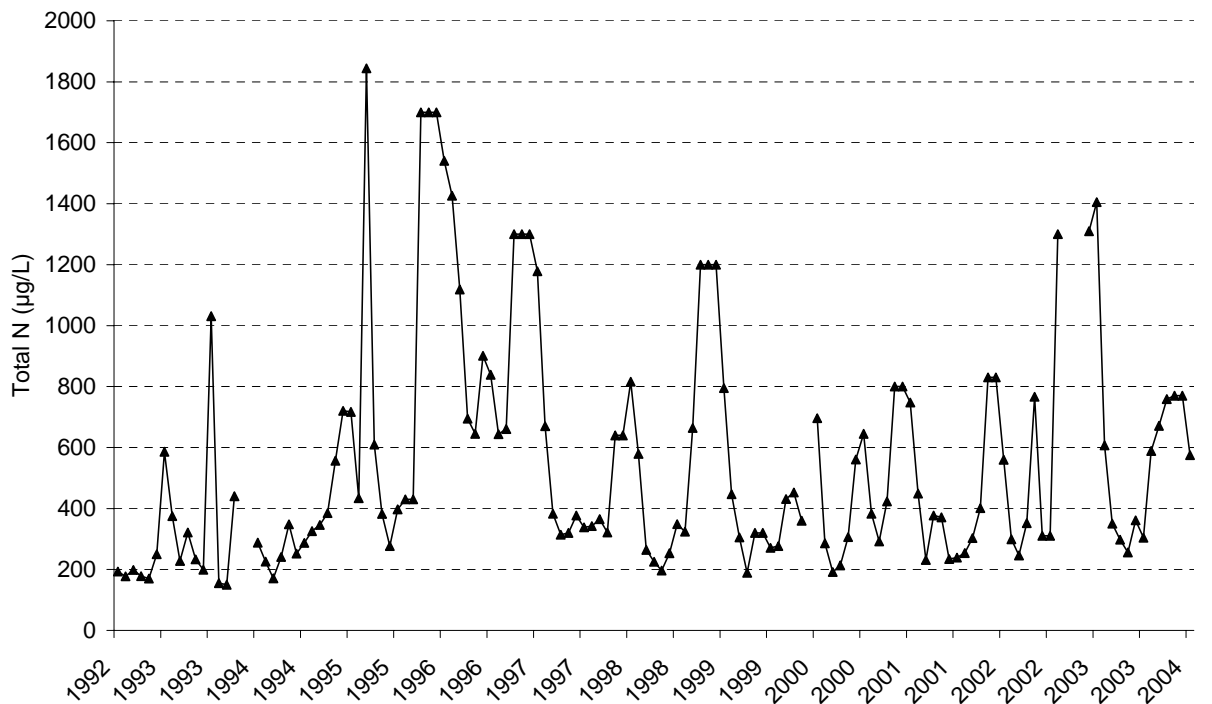
- 1) Høyås, T.R., N. Vagstad, M. Bechmann and H.O. Eggestad, 1997. Nitrogen budget in the river Auli catchment: A catchment dominated by agriculture, in south eastern Norway. *Ambio*, 27(5): 289 - 295.
- 2) Henriksen, A., M. Bechmann, D. Hessen, 1993. Nitrogen fra fjell til fjord. Årsrapport 1992. NIVA rapport 2901.
- 3) Bechmann, M., 199 Avrenning og stofftap fra 6 nedslagsfelt I Vestfold. Jordforsk rapport 6.D.1-1/3.
- 4) JOVA database
- 5) Lundekvam, H., 1986. Samanstilling og vurdering av hydrologiske og hydrokjemiske målinger i jordbruksfelt frå ulike landsdelar. Notat, Norges Landbrukshøgskole, Institutt for jordfag, seksjon for vann.
- 6) Lundekvam, H., 1983. Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar. Norges Landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk. Stensiltrykk nr. 1/83.
- 7) Lundekvam, H., 1984. Stofftap frå eit landbruksområde i Østfold. Foredrag ved: Tjugonde Nordiska Symposiet om Vattenforskning Hægersten, Stockholm, 5-8. okt. 1984. NORDFORSK, Miljøvårdsserien, Publikasjon 1984:2.
- 8) Guttormsen, G. og Lillemo, T., 1995. Vasshaglona overvåkingsfelt 1994. I: Ludvigsen, G.H., 1995. Jordsmonnovervåking I Norge 1992 - 1996. Feltrapporter fra programmet I 1994. Jordforsk rapport 80/95.
- 9) Holtan, G. og Holtan, H., 1993. Avrenning fra jordbruksområder i Maridalen 1989 - 1991. NIVA rapport 2839.

5.3. Data fra JOVA-programmet

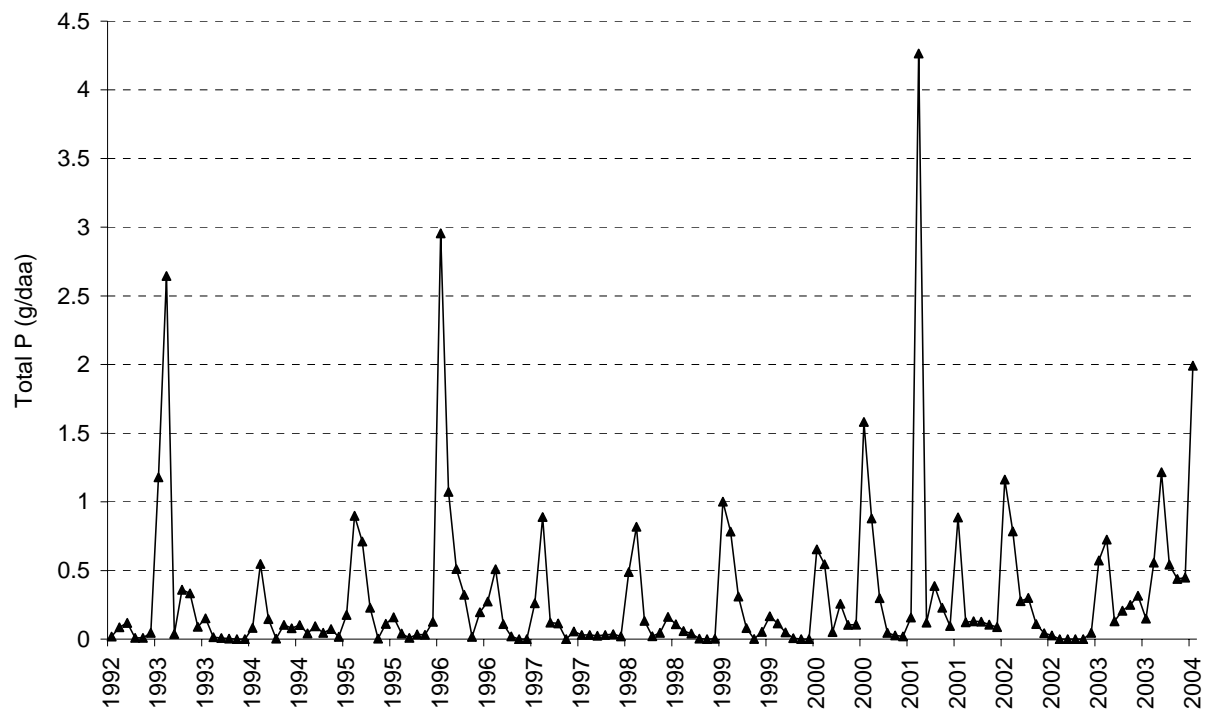
5.3.1. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige tap av Tot N, 1993 - 2004.



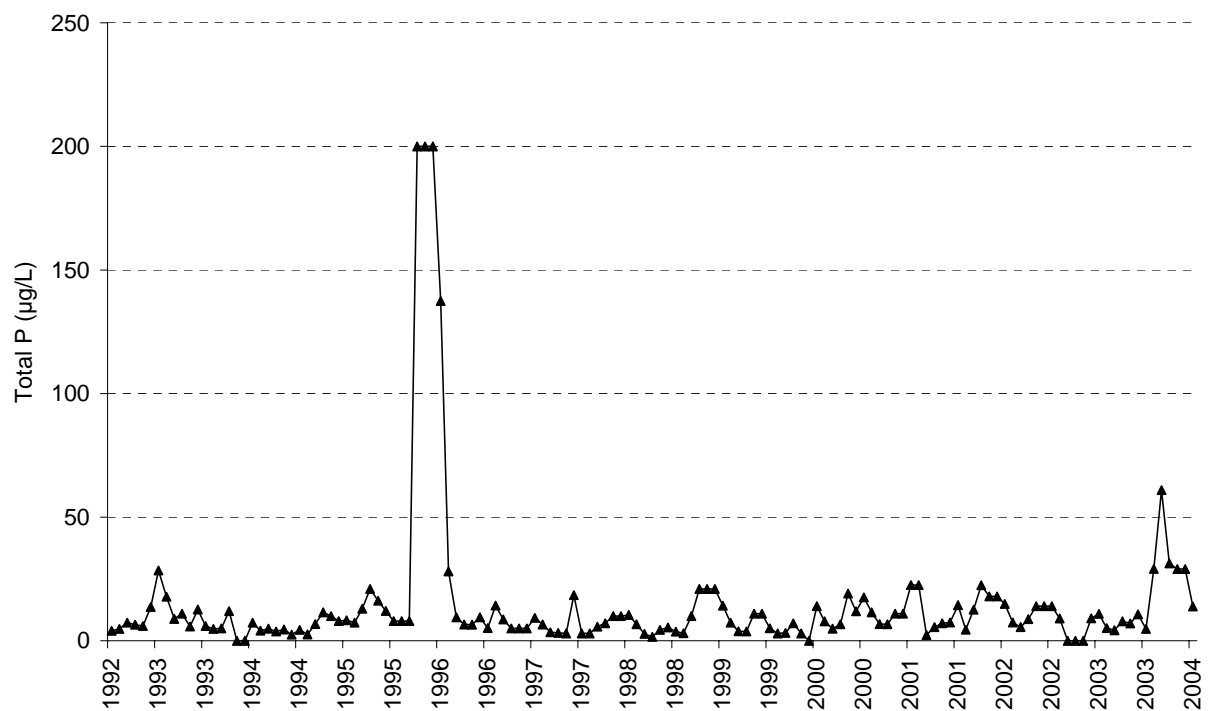
5.3.2. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige konsentrasjoner av Tot N, 1993 - 2004



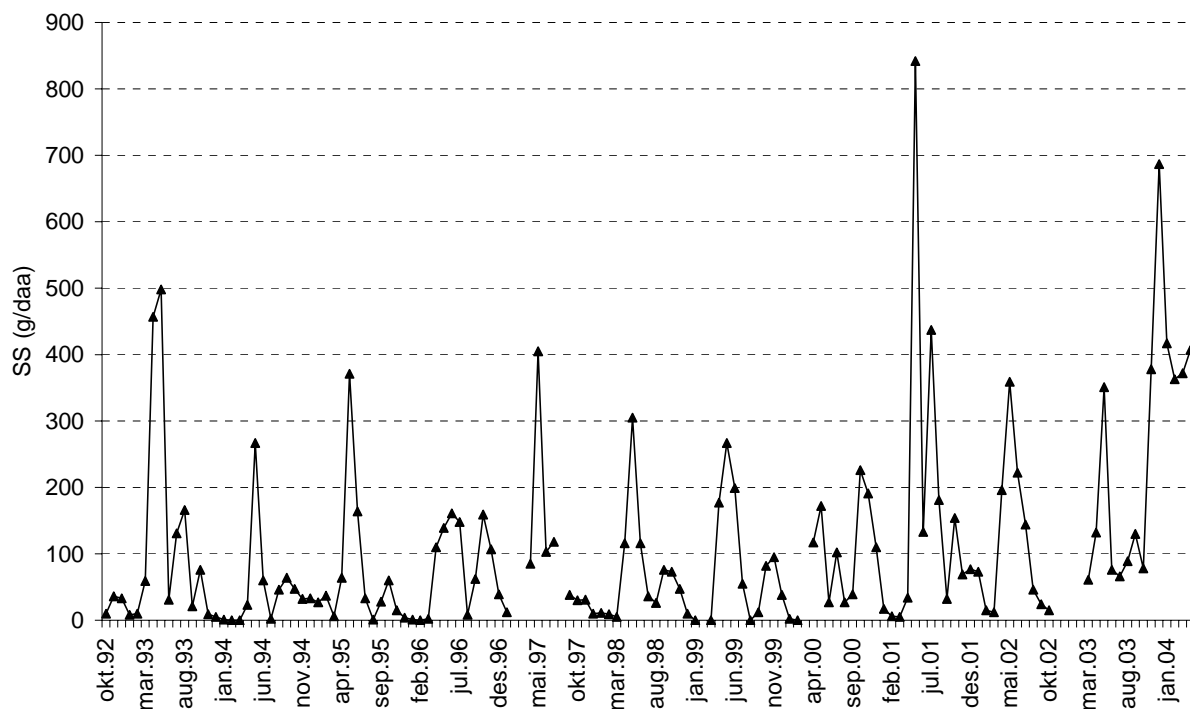
5.3.3. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige tap av Tot P, 1993 - 2004



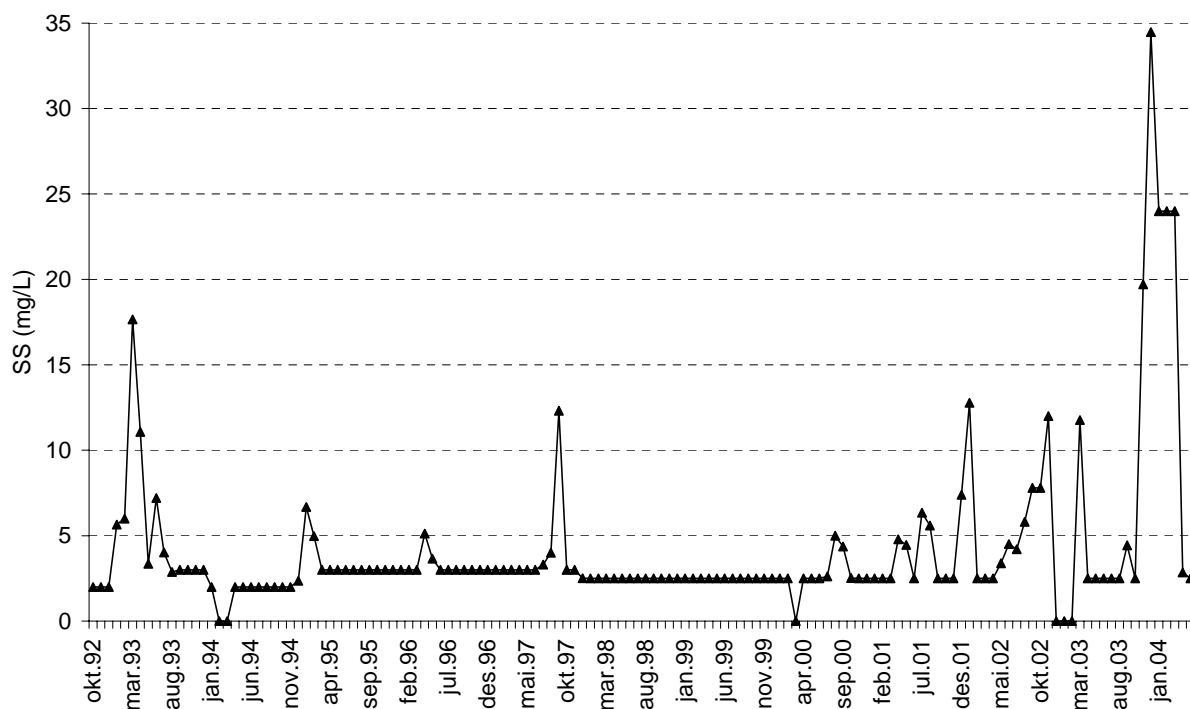
5.3.4. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige konsentrasjoner av Tot P, 1993 - 2004



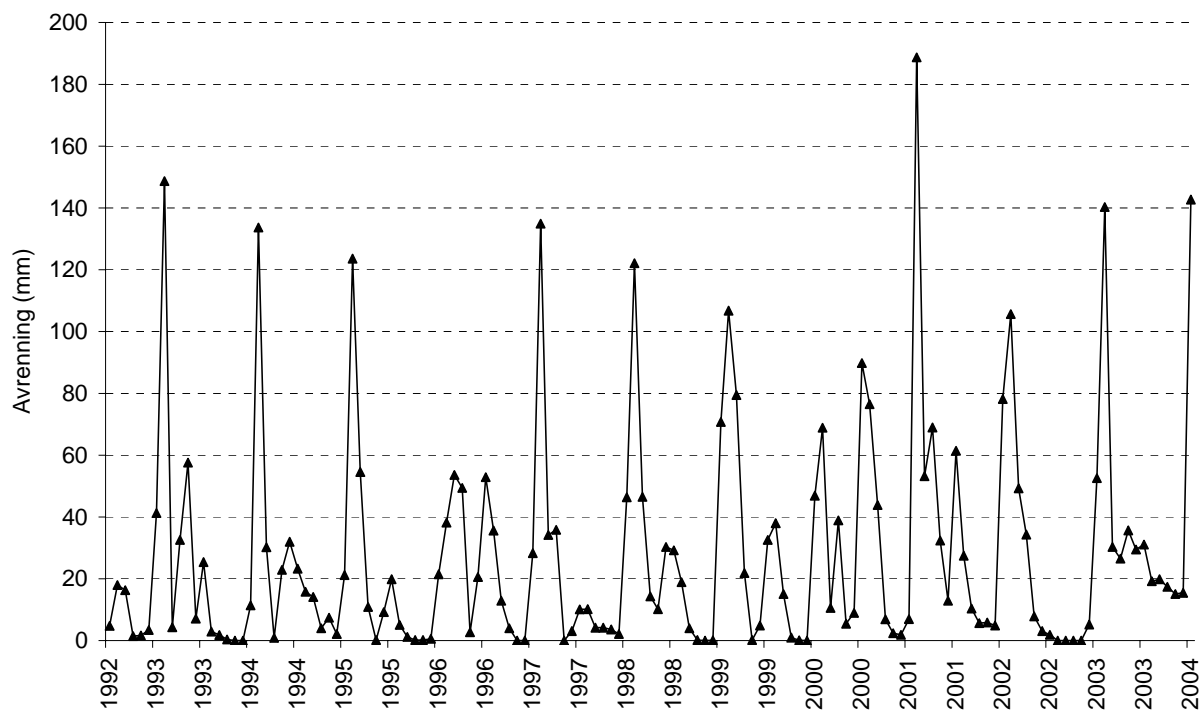
5.3.5. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige tap av SS, 1993 - 2004



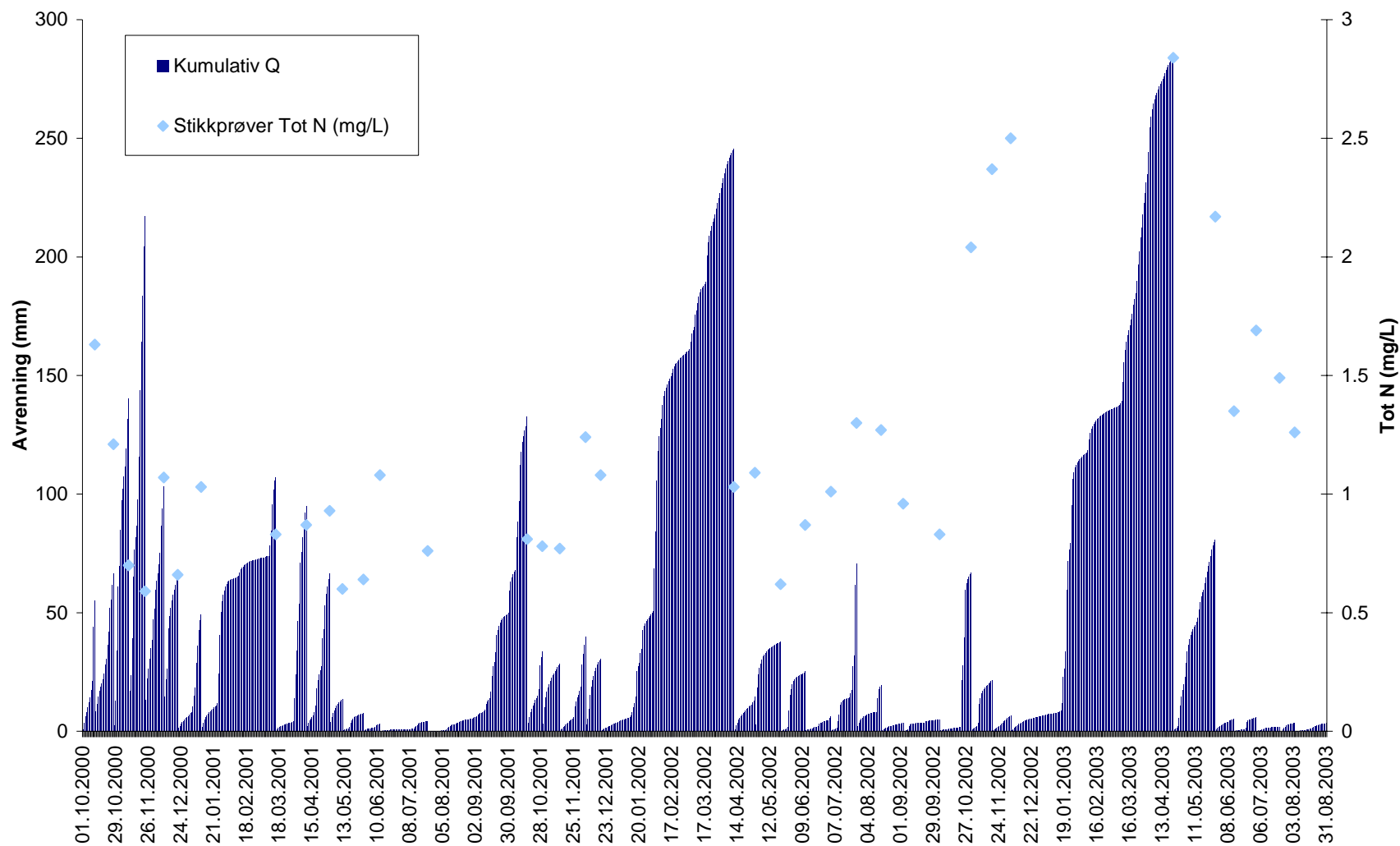
5.3.6. Nyhagabrøtin: Variasjon i månedlige konsentrasjoner av SS, 1993 - 2004



5.3.7. Nyhagabrøtin: Avrenning per måned, 1993 - 2004



5.3.8. Skuterud-skog: kumulativ avrenning i perioden før stikkprøveuttak og Tot N konsentrasjonen



5.3.9. Skuterud-skog: kumulativ avrenning i perioden før stikkprøveuttak og Tot P konsentrasjonen

