



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Store og ekstreme avrenningsepisoder i norske jordbruksområder

Dataanalyse fra JOVA-programmet

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 84 | 2023



Remegio Confesor, Marianne Bechmann, Johannes Deelstra, Lillian Øygarden
Divisjon for Miljø og naturressurser. Avdeling Jord og arealbruk.

TITTEL/TITLE

Store og ekstreme avrenningsepisoder i norske jordbruksområder. Dataanalyse fra JOVA-programmet.

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Remegio Confesor, Marianne Bechmann, Johannes Deelstra, Lillian Øygarden.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
31.05.2023	9/84/2023	Åpen	52734	21/01311-3
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03313-4	2464-1162	106	1	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Klima og Miljøprogrammet.
Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Asbjørn Veidal

STIKKORD/KEYWORDS:

Jordbruk, klima, ekstremere,
avrenning, næringsstoffer, erosjon, tiltak

Agriculture, climate, extremes, runoff, nutrient
losses

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljøeffekter av jordbruksdrift

Agriculture and environmental effects

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Rapporten gir en oversikt over resultater fra dataanalyse over store og ekstreme avrenningsepisoder fra fire felt i JOVA-programmet; Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona overvåkingfelt. De representerer ulike jordbruksproduksjoner i ulike regioner. Det er analysert for nedbør, avrenning, tap av partikler, total nitrogen og fosfor. Dokumentasjonen av slike store hendelser kan brukes som del av kunnskapsgrunnlag for vurdering av behov for tiltak. Behov for tiltak er diskutert på webinar med ulike brukergrupper. Se utvidet sammendrag.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Viken, Agder, Rogaland

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Kommune

STED/LOKALITET:

Sted

GODKJENT /APPROVED

Jannes Stolte

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Lillian Øygarden

NAVN/NAME

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Dette prosjektet er gjennomført i perioden 01.03 2022 til 01.05.2023.

Det har vært finansiert av Klima og miljøprogrammet, Landbruksdirektoratet, referanse 2021/39779, Agros 163329. JOVA-programmet – jord og vannovervåking i landbruket - har bidratt med å gjøre data fra overvåkingsprogrammets database tilgjengelig.

Det er behov for mer kunnskap effekter av ekstremvær i norske jordbruksområder og mulige tilpasninger. Det gjelder både for jordbruket som skal planlegge tilpasning i ulike produksjoner og for miljøforvaltningen dersom risiko for avrenning og forurensning kan øke. I dette prosjektet er det gjort analyse basert på overvåkingsdata fra JOVA programme med mål om å dokumentere store og ekstreme avrenningsepisoder i jordbruksområder med ulike produksjoner.

Remegio Confesor har hatt ansvar for gjennomføring av dataanalysene og utarbeiding av figurer til rapportene. Han har hatt hovedansvaret for kapittel 2-6, samt kapittel 9.

Marianne Bechmann har bidratt med vurdering av betydningen av produksjonsformer og driftsforhold i de ulike felt for tap av partikler og næringsstoffer. Hun har hatt hovedansvar for å beskrive utvalgte store episoder (kapittel 3- 6) samt hovedansvar for sammenligninger og vurderinger i kapittel 7.

Johannes Deelstra har bidratt med utvikling av metodikk for å analysere store og ekstreme avrenningsepisoder basert på en analyse overvåkingsfeltene Mørdre og Skuterud. Han har gitt bidrag til de hydrologiske analyser.

Prosjektet har vært ledet av Lillian Øygarden som også har bidratt til kapittel 8 med sammenstilling av behov for tiltak basert på innspill fra webinar. Hun har også bidratt med sammenstilling av rapporten.

Det er gjennomført 3 webinar (April 2023) for områder med JOVA felt i Viken, Rogaland og Agder med deltagere fra Statsforvalterne, Landbruks- og Miljødirektoratet, næringsorganisasjonene i jordbruket, Norsk landbruksrådgivning, representanter for vannområdene. På webinarne ble hovedresultater presentert og behov for tilpasning og tiltak ble diskutert.

Rapporten er kvalitetssikret av avdelingsleder Jannes Stolte.

Ås

Dato 31 mai 2023

Lillian Øygarden

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn og innledning	7
2	Metoder	8
2.1	Nedbørfelt i ulike jordbruksområder	8
2.1.1	Kornområder Østlandet	8
2.1.2	Grønnsaksområde Sør- Østlandet.	9
2.1.3	Husdyrområder Sør- Vestlandet, Rogaland.....	9
2.2	Overvåkingsmetodikk i JOVA-programmet	10
2.3	Definisjoner av ekstremer og store episoder	12
2.4	Metodikk og analyser.....	13
2.4.1	Kalenderår, måneder og tap.....	14
2.4.2	Sesongvariasjoner	15
2.4.3	Ekstreme og store hendelser.....	16
2.4.4	Flomfrekvensanalyse.....	17
2.5	Avgrensninger.....	17
3	Kornområde Østlandet. Mørdrefeltet	19
3.1	Mørdrefeltet- karakteristikk.....	19
3.2	Nedbør.....	19
3.3	Avrenning	20
3.3.1	Avrenning, variasjon mellom år og måneder.	20
3.3.2	Størst avrenning.....	21
3.4	Tap av nitrogen, fosfor og partikler	22
3.4.1	Nitrogen - variasjon mellom år og måneder	22
3.4.2	Fosfor - variasjon mellom år og måneder	23
3.4.3	Erosjon, partikkeltap- variasjon mellom år og måneder	24
3.5	Eksempler på store og ekstreme episoder.....	26
3.5.1	Nitrogentap	26
3.5.2	Jord- og fosfortap.....	28
4	Kornområde Østlandet. Skuterudfeltet.....	30
4.1	Skuterudfeltets- karakteristikk.....	30
4.2	Nedbør.....	30
4.3	Avrenning	31
4.3.1	Avrenning, variasjon mellom år og måneder	31
4.3.2	Størst avrenning.....	32
4.4	Tap av nitrogen, fosfor og partikler	33
	Nitrogen, variasjon mellom år og måneder	33
4.4.1	33	
4.4.2	Fosfor, variasjon mellom år og måneder	35
4.4.3	Erosjon, partikkeltap variasjon mellom år og måneder.....	36
4.5	Eksempler på store og ekstreme episoder.....	38
4.5.1	Nitrogentap	38
4.5.2	Jord- og fosfortap.....	39

5	Husdyrområde Sør- Vestlandet.Timefeltet.	42
5.1	Timefeltets karakteristikk	42
5.2	Nedbør	42
5.3	Avrenning	43
5.3.1	Avrenning, variasjon mellom år og måneder	43
5.4	Tap av nitrogen fosfor og partikler	45
5.4.1	Nitrogen, variasjon mellom år og måneder	45
5.4.2	Fosfor, variasjon mellom år og måneder	46
5.4.3	Erosjon, partikkeltap, variasjon mellom år og måneder	48
5.5	Eksempler på store og ekstreme hendelser	50
5.5.1	Stor episode om sommeren	51
5.5.2	Stor episode i januar	52
5.5.3	Stor episode tidlig om høsten	53
5.5.4	Stor episode om våren	53
5.5.5	Stor episode sent om høsten	55
6	Grønnsaksområde Sør-Østlandet. Vasshaglona feltet.	56
6.1	Vasshaglona karakteristikk	56
6.2	Nedbør	56
6.3	Avrenning	58
6.3.1	Avrenning, variasjon mellom år og måned	58
6.3.2	Størst avrenning	59
6.4	Tap av nitrogen, fosfor og partikler	60
6.4.1	Nitrogen, variasjon mellom år og måneder	60
6.4.2	Fosfor, variasjon mellom år og måneder	61
6.4.3	Erosjon, partikkeltap, variasjon mellom år og måneder	63
6.5	Eksempler på store og ekstreme episoder	65
6.5.1	Jord- og fosfortap	65
6.5.2	Nitrogentap	68
7	Sammenligning mellom de ulike regioner	70
7.1	Nedbør, avrenning, tap av partikler og næringsstoffer	70
7.1.1	Sesonger med nedbør(døgnverdier) ≥ 95 persentil verdien	70
7.1.2	Sesonger med avrenning (døgnverdier) ≥ 95 persentil verdien	72
7.1.3	Sesonger med tap av partikler (døgnverdier) ≥ 95 persentil verdien	74
7.1.4	Sesonger med tap av totalt fosfor (døgnverdier) ≥ 95 persentil verdien	77
7.1.5	Sesonger med tap av totalt nitrogen (døgnverdier), ≥ 95 persentil verdien	79
7.2	Vurdering av likheter og forskjeller mellom regionene	81
7.2.1	Trender i avrenning	81
7.2.2	Vårepisoder på Østlandet	82
7.2.3	Vinter	82
7.2.4	Intensiv husdyrproduksjon	82
7.2.5	Episoder om høsten	83
7.2.6	Tørken i 2018	83
7.3	Vurdering av miljøeffekter i de ulike områder- vannkvalitet	88
8	Vurdering av behov for tiltak i de ulike områdene	91
9	Overvåkingsmetodikk i JOVA	93

9.1 Blandprøver-dokumentasjon av store og ekstreme episoder	93
9.2 Persentilmetoden- dokumentasjon av ekstreme verdier	95
10 Utvidet sammendrag	97
11 Referanser.....	100
Innspill om behov for tiltak fra Webinar i de ulike regioner.....	101

1 Bakgrunn og innledning

Endringer i klima er forventet å gi bl.a økt nedbør i ulike sesonger, endringer i vinterforhold (snø/tele) og økt frekvens av ekstreme episoder (Hanssen- Bauer et al., 2015, IPCC 2021, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>). Varmere klima kan også gi lengre vekstsesong og dermed ha betydning for klimatiske dyrkingssoner og produksjonsmuligheter. Dette kan ha stor betydning for avrenning fra jordbruksområder.

Overvåking av avrenning fra utvalgte jordbruksområder har foregått i regi av JOVA-programmet fra 1991. Det gis ut årlige feltrapporter fra overvåkingen og samle- rapporter fra feltene (Bechmann mfl. 2017, 2021). Overvåkingsfeltene representerer ulike driftsformer i jordbruket med ulike klima- og jordartsforhold. De viktigste driftsformer er korndyrking, grasdyrking til husdyrproduksjon og potet og grønnsakproduksjon. Overvåkingsdataene dokumenterer hvordan vær og jordbruksdrift påvirker avrenning fra jordbruksområder og tapet av næringsstoffer (nitrogen, fosfor), partikler (erosjon) og pestisider. De gir også oversikt over utvikling av driftsformer (gårds og skiftenivå) av endringer i eks. vekstvalg, gjødselbruk, jordarbeiding, avlinger mm. Resultater fra JOVA-programmet kan brukes som del av kunnskapsgrunnlaget ved vurdering av aktuelle miljøtiltak bl.a ved utforming av regionale miljøprogram (RMP).

Det har ikke vært rutine for spesiell rapportering av ekstreme hendelser i overvåkingsprogrammet, selv om store enkelthendelser rapporteres i de årlige rapporter. Metodikken og rapportering er basert på vannproporsjonal prøvetaking som representerer 14 dagers perioder (blandprøver). Eggestad (2013) gjorde en analyse av JOVA data (1991- 2011) av nedbørintensiteter og avrenningsintensitet der det bl.a ble analysert for maksimal times nedbør og avrenning og episoder med 2 års gjentaksintervall. Det ble ikke analysert for tap av næringsstoffer og erosjon.

I et prosjekt om ekstremvær i kommunene publiserte Deelstra et al. (2011) artikkelen; Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway. Basert på data fra overvåkingsperioden 1994- 2010 (fire nedbørfelt i JOVA-programmet) ble det funnet god sammenheng mellom økt nedbør og avrenning og større tap av partikler og næringsstoffer. I artikkelen var det presentert enkelte eksempler på ekstreme episoder, men det var den generelle sammenheng mellom økt nedbør og økt avrenning som var hovedtema.

Eksempler på ekstremvær og erosjon er dokumentert i en studie av Øygarden (2003) der synlige erosjonsskader fra ekstrem avrenning i en spesiell vinterperiode (januar 1990) på høstpløyde areal i Akershus, Østfold og Telemark ble målt opp og dokumentert. Artikkelen dokumenterte at en ekstremværsepisode kan gi svært store erosjonsskader.

Mål med prosjektet

I dette prosjektet ønskes det å dokumentere og analysere store og ekstreme episoder fra overvåkingsperioden i JOVA-programmet (1991- 2019) og sammenligne mellom jordbruksområder i ulike regioner. Det gjelder nedbør, avrenning og tap av partikler og næringsstoffer som nitrogen og fosfor. Overvåkingsfeltene representerer ulike produksjoner; kornområder Østlandet (Mørdre og Skuterudfeltet), husdyrområder og grasdyrking (Timefeltet) områder med grønnsaker (Vasshaglona feltet).

Resultatene skal legges frem for ulike målgrupper på regionale webinar som grunnlag for vurdering av behov for klimatilpasning. Resultatene kan gi grunnlag for vurderinger av om dagens tiltak er tilstrekkelig eller om det er behov for ytterligere tiltak.

Resultatene kan også gi grunnlag for vurdering av egnet overvåkingsmetodikk for ekstreme episoder.

2 Metoder

I dette prosjektet ønsker vi å analysere og dokumentere regionale forskjeller knyttet til forekomst og effekter av store og ekstreme avrenningsepisoder i ulike jordbruksområder. Det kan gi grunnlag for vurdering av konkrete tilpasningstiltak. Prosjektet har ikke samlet inn nye data, men gjort dataanalyser basert på resultater fra overvåkingsprogrammet JOVA- Jord og vannovervåking i landbruket. JOVA-programmet overvåker vannkvalitet fra ulike regioner med ulike jordbruksproduksjoner i Norge. Programmet har lange måleserier der prøvetaking er basert på vannproporsjonale blandprøver. Overvåkingsmetodikken setter grenser for hva som kan analyseres. Utsjekk av overvåkingsdataenes egnethet for analyser av store og ekstreme hendelser er også et av formålene med prosjektet. Metodikken er nærmere beskrevet under.

2.1 Nedbørfelt i ulike jordbruksområder

Det er valgt å gjøre datanalyser for utvalgte jordbruksområder med data fra overvåkingsprogrammet JOVA «Program for jord- og vannovervåking i landbruket» <https://www.nibio.no/jova>. JOVA-programmet har dataserier tilbake til 1991. Det brukes dataserier fra fire ulike jordbruksområder til analyse av store/ekstreme avrenningsepisoder. JOVA-programmet har data om nedbør, avrenning, tap av næringsstoffer (nitrogen, fosfor), partikler og pesticider og opplysninger fra bøndene i feltene med driftsdata som vekster, gjødsling, jordarbeiding mm. Tabell 2.1. gir en oversikt over karakteristikk fra de fire feltene som er valgt ut for dataanalyser. Flere detaljer om hvert felt er gitt i de enkelte delkapitler og i Bechmann m.fl. (2021).

Tabell 2.1 Karakteristikk av nedbørfeltene i JOVA-programmet brukt i dataanalysene

Nedbørfelt	Kommune	Areal (Km ²)	Dyrket (%)	Temp (°C)	Nedbør (mm)	Driftsform	Jordart	Startår
Skuterud	Ås	4,5	61	5.5	785	Korn	Siltig mellomleire	1993
Mørdre	Nes	6,8	65	4.3	665	Korn	Silt og leire	1990
Time	Time	1.0	88	7.4	1180	Gras, rotvekster	Siltig mellomsand	1985
Vasshaglona	Grimstad	0.86	55	6,9	1230	Grønnsaker /potet/korn	Sand	1991

Temperatur og nedbør er normalverdier for perioden 1961- 1990.

2.1.1 Kornområder Østlandet

Skuterudfeltet

Nedbørfeltet til Skuterudbekken er valgt fordi det representerer korndyrkingsområdene på Østlandet. Skuterudbekken renner ut i Østensjøvannet, som videre drenerer til Årungen og til slutt Bunnefjorden. Målestasjonen ligger like ved E18 ved Østensjøvannet. Overvåkingen av feltet startet i 1993.

Feltet representerer et område med relativt ustabil vinterklima. Det kan være gjentatte fryse-tine episoder i løpet av vinteren. Normal årsnedbør (1961-1990) er 775 mm, med mye nedbør om høsten. Normal gjennomsnittlig årstemperatur er 5,3 °C.

Nedbørfeltet til Skuterudbekken er relativt flatt med små høydeforskjeller. Høyeste punkt i feltet er 146 moh, og laveste er 91 moh. Terrenget på vestsiden av bekken har hovedsakelig lange og slake hellinger, østsiden har kortere og brattere hellinger. Nedbørfeltet inkluderer deler av et boligfelt (244 dekar) i den sørvestlige delen av feltet.

I 2000 ble det anlagt en fangdam like før målestasjonen ved utløpet av Skuterudbekken. Fra høsten 2002 blir det også tatt prøver ved innløpet til fangdammen. Prøvene blir tatt samtidig som ved hovedstasjonen.

Mørdrefeltet

Nedbørfeltet til Mørdrebekken er valgt fordi det er representativt for korndyrkningsområdene på Romerike (deler av Østlandet). Overvåkingen av feltet startet i 1991.

Nedbørfeltet er preget av typisk innlandsklima med normal nedbørmengde på 665 mm i året. Normaltemperaturen (1961-1990) for sommerperioden fra mai til september varierer fra 9,5 til 15,0 °C (månedsverdier), mens årsmiddel er 4,0 °C. Nedbørmengden i området er relativt liten i månedene februar-mai (basert på normalen), mens 45 % av årsnedbøren faller i juli-oktober.

Mørdrefeltet domineres av flate arealer med ravinedaler og lange, delvis bratte hellinger ned mot hovedbekken. Ravinedalene er enkelte steder opp til 40 m dype. Terrenget flater ut mot store sletter (ca 170 moh) lenger vekk fra hovedbekken. Høyeste punkt i feltet er ca 230 moh. Målestasjonen ligger ca 130 moh.

Areal med korn- og oljevekster er dominerende i feltet, men det har vært en betydelig økning i potetareal de senere år. Det har vært en klar nedgang i høstpløyd areal i feltet.

2.1.2 Grønnsaksområde Sør- Østlandet.

Vasshaglona feltet.

Nedbørfeltet er valgt fordi det representerer en intensiv planteproduksjon med sterkt innslag av potet- og grønnsakskulturer. Overvåkingen startet i 1991. På grunn av problemer med den automatiske prøvetakeren ble ny prøvetaker satt i drift i 1998. I feltet er det flere bekkeløp som samler seg til ett løp før målestasjonen. Denne ligger ca 3 moh., bare noen hundre meter fra utløpet til Reddalsvannet.

Feltet ligger i et område med kystklima, med milde vintre og mye nedbør. Normal årsnedbør er 1230 mm, med mest nedbør i løpet av høsten og første del av vinteren. Kraftige regnskyll forekommer om sommeren. Månedlig middeltemperatur er under 0°C kun i januar og februar. Temperatur- og nedbørnormaler (1961-1990) er hentet fra Meteorologisk Institutt sin målestasjon på Landvik. Feltet ligger ca 5 km unna, og det registreres til dels store forskjeller i nedbør og temperatur mellom Landvik og Vasshaglona-stasjonen. Normal middeltemperatur for Landvik er 6,9°C.

Feltet ligger på marin avsetning og er relativt flatt. Dominerende jordtype varierer fra sandjord til lettleire, det aller meste er moldholdig sandjord.

Det dyrkes poteter og grønnsaker på over 60 % av jordbruksarealet, mens korn og oljevekster i snitt utgjør ca 20 %. På resten av arealet er det noe gras- og bærproduksjon. Fosforinnholdet i jorda er høyt, grunnet mye gjødsling over tid på grønnsaksarealene.

2.1.3 Husdyrområder Sør- Vestlandet, Rogaland

Timefeltet

Nedbørfeltet til Timebekken er valgt fordi det representerer et område med stor husdyrtetthet, morenejord, kystklima og milde vintre.

Da overvåking av Timebekken startet i 1985 var det ikke lagt ut offentlig kloakknnett i feltet. Våren 1992 ble alle husstander tilknyttet offentlig kloakksystem. På grunn av problemer med bl.a. oppstuvning ved målestasjonen, ble det ikke foretatt målinger i perioden 2002-2003. Våren 2004 ble stasjonen flyttet 100 meter lenger opp i bekken og målingene startet opp igjen. Det har vært en del problemer også med den nye målestasjonen.

Høyeste punkt i feltet ligger ca 100 moh. Feltet har fall mot nord og vest. Målestasjonen ligger ca 35 moh. Jordsmonnet er dominert av moreneavsetninger med høyt innhold av siltig mellomsand, med varierende stein- og grusinnhold. Timebekken renner ut i Frøylandsvatnet.

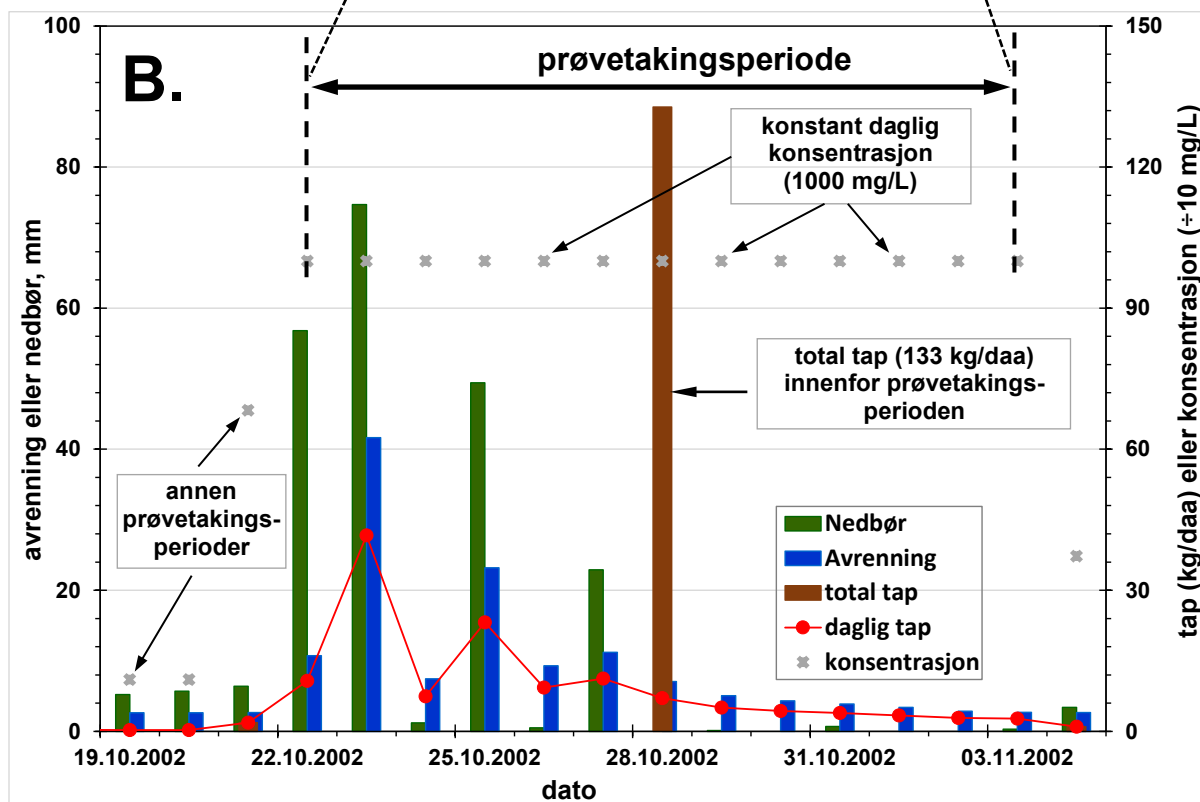
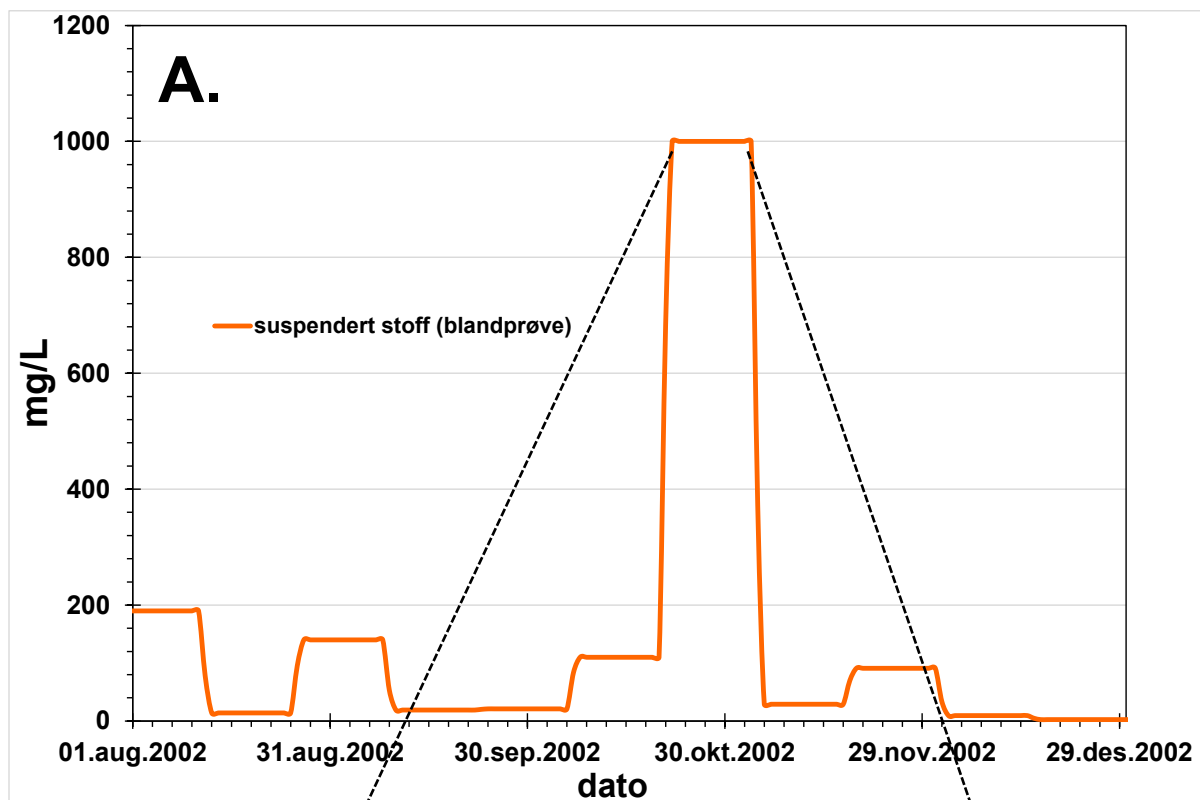
Dominerende driftsform i feltet er intensivt husdyrhold med melk som hovedproduksjon. Jordbruksarealet på de ulike gårdene blir stort sett benyttet til fôrproduksjon til dyrene på gården. Eng og beite dominerer arealbruken i Timefeltet, og utgjorde i 2009 92,5 % av totalt jordbruksareal. Generelt er det lite jordarbeiding om høsten. Når det gjelder spredning av husdyrgjødsel skjer dette i stor grad om våren/i vekstsesongen.

2.2 Overvåkingsmetodikk i JOVA-programmet

I JOVA-programmet er overvåkingsmetodikken basert på vannføringsproporsjonal prøvetaking. Det tas ut prøver i forhold til vannføring til en samleprøve- blandprøve - som representerer prøvetakingsperioden, normalt en 14 dagers periode. Blandprøvene analyseres for mengde partikler (suspendert stoff), nitrogen, fosfor og plantevernmidler. Vannprøveresultatene representerer en gjennomsnittlig verdi for hele denne blandprøveperioden- med lik verdi- konsentrasjon for hele perioden. Tap pr døgn kan beregnes ved å multiplisere denne konsentrasjonen med døgnavrenning for hvert døgn i blandprøveperioden (Tap = avrenning * konsentrasjon i blandprøven).

Figur 2.1 viser et eksempel med en prøvetakingsperiode fra 22. oktober til 3. november i 2022. Konsentrasjonen av suspendert stoff i vannprøven har en konstant verdi på 18.1 mg/l for alle dagene i prøvetakingsperioden (blandprøveperioden). Det totale tapet for denne perioden beregnes ved å multiplisere konsentrasjonen med den totale avrenningen i perioden og dette utgjorde 240 kg /daa. En kan beregne tap pr døgn /daglig tap ved å multiplisere konsentrasjonen fra blandprøven med den korresponderende døgnavrenningen. Tapet av totalt suspendert stoff (tss) for 23. oktober kan beregnes til 75.5 kg/daa ($18.1 \text{ mg/l} \times 41.7 \text{ mm} \times \text{omregningsfaktor til kg/daa}$). Det totale tapet for prøvetakingsperioden fra 22 oktober til 3 november er 240 kg/daa og er lik summen av daglige tap i en prøvetakingsperiode (brun søyle).

Variasjonen i tap av suspendert stoff mellom dagene skyldes da variasjon i avrenning, men det er den samme konsentrasjonen fra blandprøven. Med denne begrensningen i metodikk kan en ikke dokumentere de virkelige variasjoner i daglige tap av suspendert stoff. Da måtte en hatt et prøvetakingsregime som viste variasjonen i konsentrasjon. Se også kapittel 9.



Figur 2.1. A. Eksempel på konsentrasjoner målt i blandprøver i Vasshaglona 1 august 2002 – 30 desember 2002 (jovadata.nibio.no) B. Prøvetakings- og beregningsmetodikk i JOVA vist for Vasshaglona med en blandprøveperiode fra 22 oktober til 3 november. Brun søyle illustrerer totaltapet for perioden (kg/daa) med konstant konsentrasjon av suspendert tørrstoff i vannprøven multiplisert med totalavrenning i perioden. Nedbør, avrenning og beregnet tap per døgn er også vist.

2.3 Definisjoner av ekstremere og store episoder

I rapporten Klima i Norge 2100 (Hanssen - Bauer et al. 2015) forventes det å komme flere episoder av ekstremvær, både med økt frekvens og omfang. Det er ikke noen entydig og omforent definisjon av ekstremere. Noen eksempler er her gitt:

Klimaservicesenteret (<https://klimaservicesenter.no/>): Ekstremnedbør er nedbørhendelser som kan føre til **skade på liv og verdier**. For å få et mål på størrelsen av ekstrem nedbør i ulike deler av landet beregnes det verdier for dimensjonerende nedbør for returverdier på opptil flere hundre år.

For konstruksjoner som skal tåle ekstrem nedbør med svært høye returperioder (f.eks. for store demninger), blir det utarbeidet estimat av påregnelig maksimal nedbør (PMP), det vil si den høyeste nedbørmengden som kan forekomme under dagens klimaforhold (WMO, 1986).

Thodsen (2007) har definert og inndelt avrenning etter avrenningsmengder som er større enn utvalgte nivå på avrenning i ulik % av tiden (varigheter); f.eks. XX mm avrenning i 1, 2, 5, 10 % av tiden for studien.

Det er i hydrologisk litteratur ofte brukt ulike gjentaksintervall, f.eks. 100 års flommen, 10 års flommen. Eggestad (2013) gjorde en analyse av JOVA data (1991- 2011) av nedbør og avrenningsintensiteter der det bl.a ble analysert maksimal timesnedbør og avrenning og episoder med 2 års gjentaksintervall. Det ble ikke analysert for tap av næringsstoffer og partikler.

I Deelstra (In prep, 2023) er valget av ekstremere satt til 10 % ved en tidsoppløsning på et år, 1 % ved en tidsoppløsning på en måned, 0,1 % ved en tidsoppløsning på en dag og 0.01 % ved en tidsoppløsning på en time.

Wenng et al. (2021) brukte i en studie – også basert på data fra JOVA-programmet – inndelinger av « high flows», store avrenningsepisoder der vannføring var over 10 og over 25 persentilen fra varighetskurver for vannføringen i ulike sesonger.

Med lange målerserier, som i JOVA-programmet, kan man dokumentere den høyeste verdien som er målt – kalt den mest ekstreme verdien i overvåkingsperioden. Det kan også være mange store episoder både av nedbør og av avrenning som kan gi ulike tap. Det kan være episoder med svært høye konsentrasjoner av næringsstoffer og partikler eller høye totaltap som en kombinasjon av både konsentrasjoner og vannføring. Vi har derfor i denne rapporten analysert både for de «store og de ekstreme episoder», episoder som er større enn normalverdier. Det forventes at endringer i klima vil kunne føre til flere store og ekstreme episoder. Det gir behov for kunnskap for å kunne velge tilpasningsstrategier og de kan være ulike i ulike regioner med ulike driftsformer og klima.

Ekstremere kan forekomme på ulike tidsskalaer, minutt, time, døgn, måned, sesong eller annet. I denne dataanalysen er det brukt en avgrensning basert på beregning av døgnverdier fra data i JOVA-programmet.

Persentilmetoden:

I dataanalysene i denne rapporten er det valgt å bruke metodikken med ulike persentilverdier for å rangere ulike store og ekstreme episoder.

Ekstreme eller store hendelser (episoder) er klassifisert ved bruk av persentilmetoden med døgnverdier (Deelstra, 2023; NIST, 2012). Døgnverdiene omfatter nedbør, avrenning, partikler (suspendert tørrstoff), total fosfor og totalnitrogen. Døgnverdier ble sortert i stigende rekkefølge og den ordinære rangering av hver observasjon ble så delt på det totale antallet av observasjoner multiplisert med 100. Formelen for å rangere persentilen er:

Persentil = $n / (N) \times 100$, hvor

n = ordinær rangering av observasjonene i stigende rekkefølge.

N = antall observasjoner.

United States Geological Survey anser at en persentil mellom 75 og 90 er over normalen og en persentil større enn 90 er mye over normalen (<https://cida.usgs.gov/ngwmn/provider/statistics-methods/>). I denne studien av JOVA data er hendelser som er lik eller større enn 90 persentilen vurdert som **store** avrenningsepisoder. For å sikre en lik sammenligning av parametre innen hvert nedbørfelt og mellom nedbørfelt er disse store hendelser videre inndelt i åtte ulike persentilnivå: (90.00, 95.00, 99.00, 99.50, 99.75, 99.90, 99.95, 99.99) for hele den tilgjengelige overvåkingsperioden (opptil 30 år) for de fire nedbørfelt. Antall observasjoner lik med eller over de ulike persentilnivå ble talt opp. Tabell 2.2 viser de åtte persentilnivå- og antallet lik eller over de gitte nivå med et eksempel fra Vasshaglona. Tabellen viser at det i overvåkingsperioden (alle år med totalt 11324 døgn) er 566 døgn med verdier lik eller over 95 persentilen, det er 5 døgnverdier lik eller over 99,95 persentilen og 1 døgnverdi lik eller over 99,99 persentilen. Fargekoder som er vist i tabellen er også brukt i figurer for å angi persentilnivå.

For de største episoder- med få høye forekomster- større enn 99,90 persentilen har vi i denne rapporten også brukt begrepet ekstremverdi. Begrepet er diskutabelt, men vi har med denne definisjonen basert på persentilnivå- valgt å bruke det for å synliggjøre de største og mest ekstreme forekomster for hvert nedbørfelt.

Ved bruk av denne metoden kan det som karakteriseres som en stor – eller ekstrem episode – ikke være stor eller ekstrem sammenlignet med et annet nedbørfelt. Bruk av denne definisjonen og diskusjon av metodikken er gjort i kapittel 7 og kapittel 9.

Tabell 2.2. Persentiler for daglige forekomster/hendelser og deres klassifisering. Eksempel fra Vasshaglona. Klassifisering og fargekoder for hver kategori.

Persentil-nivå	Antall daglige forekomster (hendelser) i overvåkingsperioden (30 år) eller 11324 døgn i perioden*	Kategori
99.99	1	mest ekstrem/størst
99.95	5	meget ekstrem (stor)
99.90	11	meget ekstrem (stor)
99.75	28	ekstrem (stor)
99.50	57	ekstrem (stor)
99.00	113	meget signifikant
95.00	566	Signifikant
90.00	1132	lite signifikant

* perioden – antall døgn i overvåkingsperioden, noe ulikt for feltene.

2.4 Metodikk og analyser

I analysene av ekstreme og store hendelser er det benyttet data fra overvåkingsfeltene Mørdre, Skuterud, Vasshaglona og Time. Analysene er basert på kontinuerlige vannføringsmålinger og vannkvalitetsdata fra vannproporsjonale blandprøver.

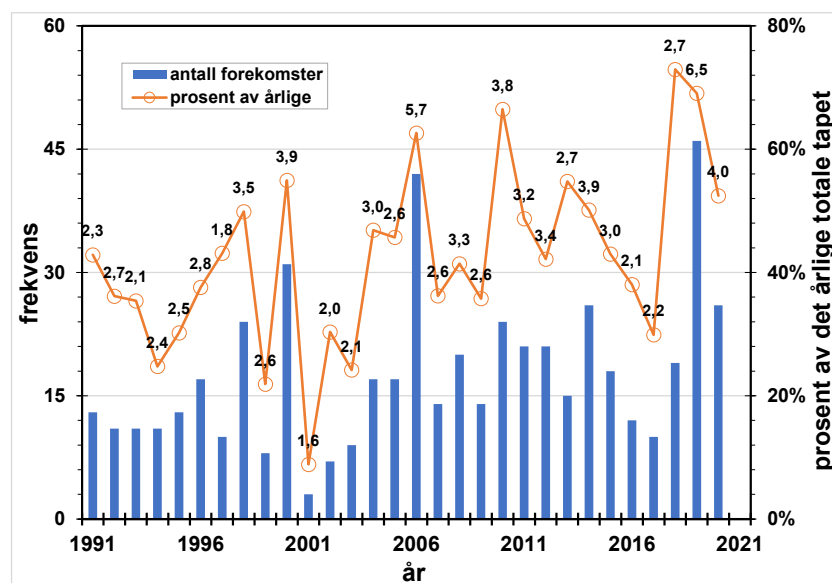
For datamaterialet med lange måleserier - opptil 30 års data fra de fire JOVA felt er det benyttet persentilmetoden (beskrevet over) med beregnede verdier på døgnbasis. Det er analysert for; nedbør, avrenning, tap av næringsstoffer (nitrogen og fosfor) og partikler (totalt suspendert tørrstoff, tss).

Analyseperioden for overvåkingsdata er 1991- 2020, men det er noe ulikt tidspunkt for oppstart av overvåking mellom feltene og også noen perioder med manglende data. For Mørdre er det tilgjengelige data for nedbør, avrenning og Tot N fra 1991- 2010 (30 år), mens det for tss og tot P bare er benyttet data fra 2000 til 2020. I Skuterud er nedbør, avrenning, totN, tss, totP tilgjengelig fra 1994- 2020 (27 år). I Vasshaglona er nedbør, avrenning, tot N tilgjengelig fra 1992- 2020, mens

tss og totP er tilgjengelig fra 1998- 2020. I Time er det ikke tilgjengelige data fra 1995 - 1999, men ellers tilgjengelig fra 1991- 2020. Nedbør finnes fra 1992.

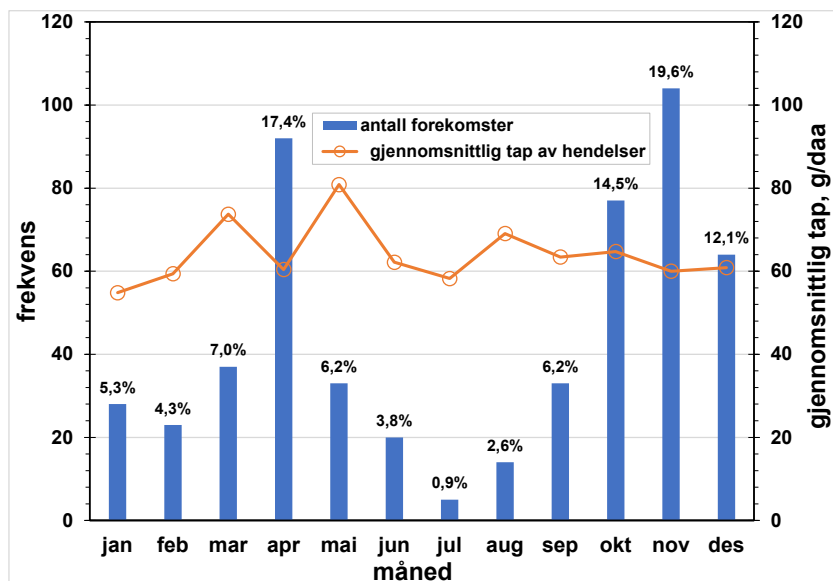
2.4.1 Kalenderår, måneder og tap

Datanalysene er basert på døgnverdier. Det er presentert resultater også for måneder og kalenderår basert på daglige verdier/døgnverdier over 95 persentilen (høyeste 5 persentil) og 99 persentilen (topp 1 persentilen). JOVA-programmet bruker standardrapportering for det hydrologiske år fra 1. mai til 30. april. I denne rapporten er verdier ≥ 95 persentilen vist med figurer. Antallet forekomster (frekvens) av daglige verdier ≥ 95 persentilen er summert pr kalenderår. Tapene for disse døgnverdiene det enkelte år er summert og deretter dividert på det total tapet det samme året. Gjennomsnittet for disse (episodene) døgnverdiene og frekvens pr år er plottet for hele overvåkingsperioden (figur 2.2) og fordelingen av disse tap er videre analysert. Figuren viser f.eks at det var det 42 døgnverdier (blå søyler) med daglige (døgnverdier) av total N tap ≥ 95 persentilen i 2006. Det totale nitrogentapet for disse 42 døgn (episoder) var 63 % (oransje linje) av det totale nitrogentapet dette året. Til sammenligning var det bare 19 forekomster ≥ 95 persentilen med daglig N- tap i 2018, men disse utgjorde 73% av det årlige tapet for dette året. Imidlertid, så var det totale N- tapet for 2006 og 2018 respektivt på 4,7 kg N/daa og 2,2 kg N/daa. Nitrogentapet for episodene ≥ 95 persentilen var 3 kg total N i 2006 N/daa (63%/100 x 4.7 kg/daa) and 1.6 kg total N/daa (73%/100 x 2.2) i 2018.



Figur 2.2. Årlig forekomst (frekvens) av daglig totalt N-tap i Mørdre ≥ 95 -persentil verdien fra 1991-2020. Oransje linje viser N-tapet for disse forekomster som prosent av det årlige totale tapet, mens tallet over sirkelene viser det totale tapet i kg/daa i dette året.

På samme måte ble forekomsten (frekvens) for disse episoder registrert for hver måned i hele overvåkingsperioden og forekomsten (i prosent) av 95 persentilen for hele overvåkingsperioden ble beregnet. Det gjennomsnittlige tapet pr måned for disse forekomster (døgnverdier) ble også beregnet. Til eksempel så viser figur 2.3, at det i hele overvåkingsperioden var 92 forekomster av total N-tap ≥ 95 persentilen i april måned og at dette utgjorde 17,4 % av de totale antall forekomster ≥ 95 persentilen for 30 årsperioden. Det gjennomsnittlige tapet av totale N for disse forekomster (døgnverdier) i april utgjorde om lag 60 g/daa. I gjennomsnittstapet angitt for hver måned for hver måned så er det inkludert alle døgnverdier ≥ 95 persentilen. Gjennomsnittet for hver måned kan bli relativt lavt fordi det kan være en hovedvekt på verdier lik eller nær 95 persentilen (store, men ikke ekstreme verdier) og få meget ekstreme verdier ($\geq 99,90$ persentilen).



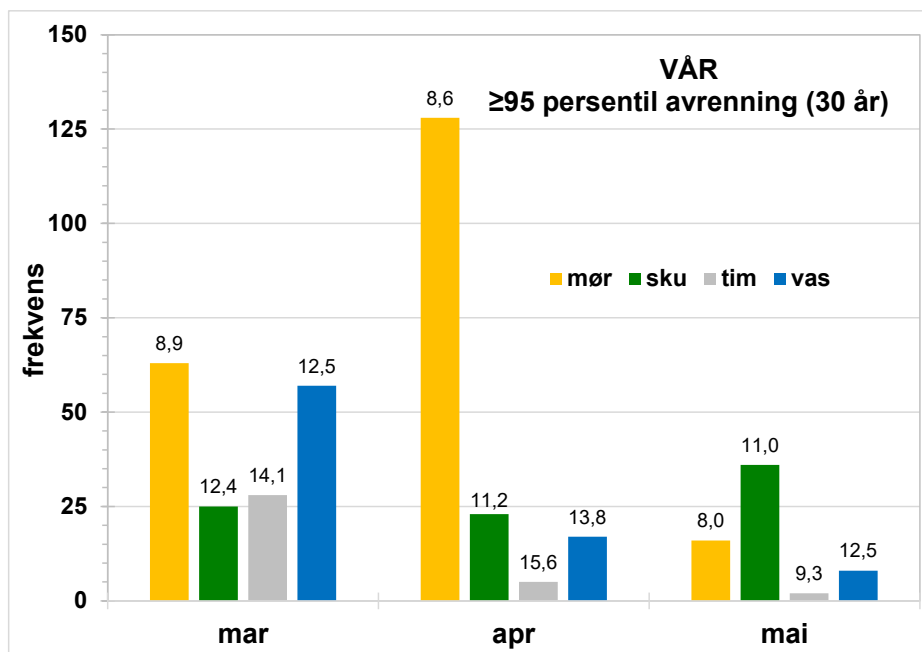
Figur 2.3. Forekomst-frekvens pr måned for hele overvåkingsperioden av daglig totalt N-tap ≥ 95 persentilen i Mørdre i perioden 1991-2020. Oransje linje viser beregnet gjennomsnittlig tap pr måned i overvåkingsperioden for disse episoder ≥ 95 tpersentilen. Prosentverdien over søylene angir frekvens av episoder /døgnverdier for den måneden som prosent av det totale antallet episoder for overvåkingsperioden.

2.4.2 Sesongvariasjoner

Sesongvariasjonene av antallet forekomster i de ulike klasser (persentilnivå) er også analysert ved å kombinere episoder fra måneder til ulike sesonger. Sesongene er inndelt slik:

- 1) mars, april og mai = vår
- 2) juni, juli, august = sommer
- 3) september, oktober, november = høst og
- 4) desember, januar, februar = vinter.

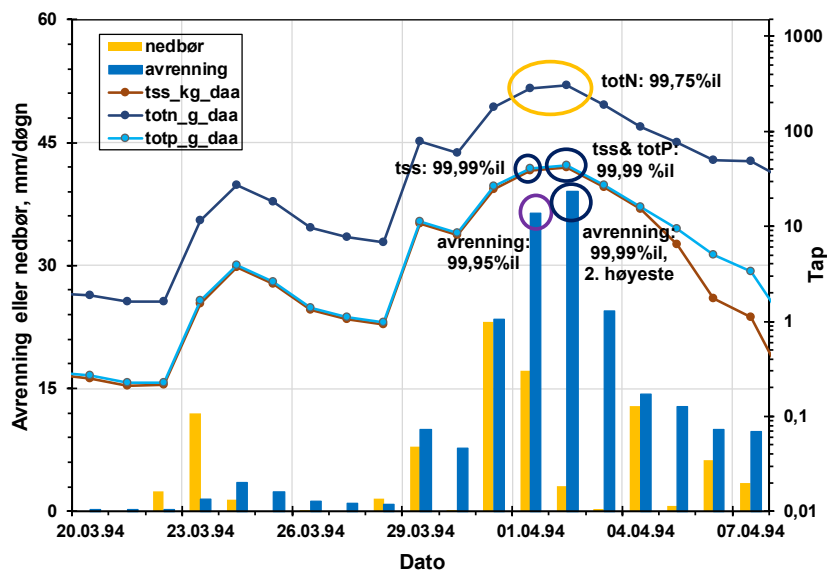
Figur 2.4 viser et eksempel på variasjon av suspendert tørrstoff for vårsesongen for de fire nedbørfelt. Det er ønskelig å vurdere avrenning og tap av næringsstoffer i hver sesong, men også ut fra driftsmessige forhold på arealer, i forhold til vekstsesong, jordarbeiding, innhøsting mm. Tidspunkt for jordbruksaktiviteter det enkelte år stemmer ikke alltid med den sesonginndeling som er valgt og kan kreve spesielle vurderinger. For vårsesongen mars- april og mai kan det f.eks forekomme episoder både som følge av snøsmelting før våronn og regnværepisoder etter våronn.



Figur 2.4. Forekomst (antall døgn) av avrenning ≥ 95 -persentilen for fire nedbørfelt i JOVA i vårmånedene (mars- mai) i perioden 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) av disse hendelsene i den aktuelle måneden (basert på data fra hele overvåkingsperioden).

2.4.3 Ekstreme og store hendelser

Døgnverdiene ble inndelt i de åtte kategorier med ulike persentilnivå som beskrevet i pkt 2.3 og (Tabell 2.2). Hver frekvensklasse er også tildelt en fargekode som er brukt i figurer. Dato for forekomst av den høyeste - mest ekstreme verdien- for hver parameter f.eks (avrenning) er valgt ut sammen med verdier for de andre parametre for den samme dato. Disse episoder er plottet i en tidsserie sammen med alle parametre for 12 dager før episoden og 6 dager etter episoden for dokumentasjon av forhold før og etter episoden. Figur 2.5 viser en slik ekstrem avrenningsepisode – der den nest høyeste avrenning for overvåkingsperioden, forekom den 2. april for Skuterud. Figuren viser at selv om det ikke var nevneverdig nedbør denne dagen så førte avrenningsepisoden til den absolutt høyeste døgnverdi for tap av Total P og partikkeltap i hele overvåkingsperioden. Den store avrenningen skyldes snøsmelting og ikke regnvær og viser at en må ta hensyn til vinterforhold ved tolking av data. For tolking av de enkelte store episoder er det også innhentet opplysninger fra JOVA database om driftsforhold som vekster, datoer for gjødsling, jordarbeiding, innhøsting mm.



Figur 2.5. En ekstrem avrenningsepisode 2.april 1994 i Skuterud med høyest tap av tss (99.99 persentilen) og også høye tap av N og P.

2.4.4 Flomfrekvensanalyse

Det er utført en analyse av trender av frekvens av flomtopper i Skuterud, Mørdre og Kolstad (Bechmann mfl. 2021). Analysen er basert på middelerverdier for vannhøyde målt ved utløpet av feltene, på timebasis for perioden 1/5-1992 (Mørdre) og 1/5-1994 (Skuterud) til 1/5-2019. En vannhøyde på 50 cm tilsvarer en vannføring på 1mm/t (1217 l/s) i Skuterud og ble brukt som grense for hva som betraktes som en flomtopp. I Mørdre ble denne grensa satt til 30 cm vannhøyde. En flomtopp er registrert som den høyeste målte vannhøyden over grenseverdien innenfor en flomhendelse/avrenningsepisode. Differensieringen mellom to flomtopper er definert til å være minst ett døgn, d.v.s at vannhøyden må være under grenseverdien i minst 24 timer før ny flomtopp kan defineres. En flomhendelse kan derfor vare i flere døgn i perioder med langvarig nedbør. Flomtoppene er delt inn i klasser på 10 cm intervaller. Resultater fra disse analyser er referert i kapitlene 3 og 4 om Mørdre og Skuterud.

2.5 Avgrensninger

Dataanalysene er basert på data fra JOVA-programmet. For nedbør og avrenning registreres det timesverdier. Frekvens av episoder for nedbør og avrenning på døgnbasis er dermed registrert ganske nøyaktig i denne rapporten. Vannprøvetakingen er derimot basert på vannproporsjonale blandprøver for prøveperioder på omlag 14 dager. Det gir en gjennomsnittlig verdi for innhold av næringsstoffer og partikler i prøven. Disse gjennomsnittskonsentrasjoner fra vannprøvene kombineres med den målte avrenningen i samme periode og gir det totale tapet for blandprøveperioden. Dette er standard metodikk i overvåkingsprogrammet. I denne rapporten har vi brukt de gjennomsnittlige konsentrasjoner sammen med nedbør og avrenning for hvert døgn og således beregnet daglig tap/døgnverdier som da varierer pga av variasjon i avrenning pr døgn. I jordbruksdominerte felt vil vanligvis både konsentrasjoner av partikler, fosfor og nitrogen variere med avrenningen. For partikler og fosfor øker konsentrasjonen vanligvis med økende vannføring. Det betyr at dersom en hadde hyppigere prøvetaking så ville de daglige nivåene av tap av partikler og fosfor kunne vært høyere på dager med høy vannføring og lavere på dager med liten avrenning. De høyeste konsentrasjonene av partikler og fosfor er dermed underestimert med denne metodikken. Dette er også kommentert i kapittel 9 om overvåkingsmetodikk og i kapittel 7 om sammenligning av områder. Konsentrasjoner av nitrogen viser ikke alltid entydig sammenheng med avrenningen, men dersom

nitrogenkonsentrasjonen øker med økende avrenning så vil også nitrogenkonsentrasjonen i blandprøvene være underestimert.

I analysen av gjennomsnittstap angitt for hver måned er det inkludert alle døgnverdier ≥ 95 persentilen. Dette betyr at **gjennomsnittet** for hver måned kan bli relativt lavt fordi det kan være en hovedvekt på verdier lik eller nær 95 persentilen (store, men ikke ekstreme verdier) og få meget ekstreme verdier ($\geq 99,90$ persentilen). Dersom man vil studere de virkelig store episoder så er ikke gjennomsnitt pr måned det beste, da bør man studere de enkelte døgn som ligger bak de største verdier. Imidlertid, når den gjennomsnittlige verdi for ≥ 95 persentilen er høy så indikerer dette at de mest ekstreme hendelser har forekommet den aktuelle måneden.

Persentilmetoden er godt egnet til å analysere store og ekstreme døgntap (f.eks avrenning og tap av næringstoffer). Metoden basert på døgnverdier er derimot ikke egnet til å analysere tørkeperioder med tørke over lengre perioder (F.eks 5- 10 – 15- 30 dager). Tørke er behandlet spesielt i kapittel 7.

I rapporten er det gjort et utvalg av eksempler på ekstreme og store episoder. Utvalget er basert på den inndeling som er gjort med persentilmetoden. Det er valgt eksempler som kan illustrere tap i forhold til jordbruksaktivitet i ulike sesonger.

Prosjektet gir ikke detaljerte anbefalinger om tiltak, men gir en kort oversikt over dagens tiltak og vurderinger av behovet for nye tiltak og virkemidler. For vurdering av tiltak er det inkludert innspill fra tre webinar med ulike aktører.

3 Kornområde Østlandet. Mørdrefeltet

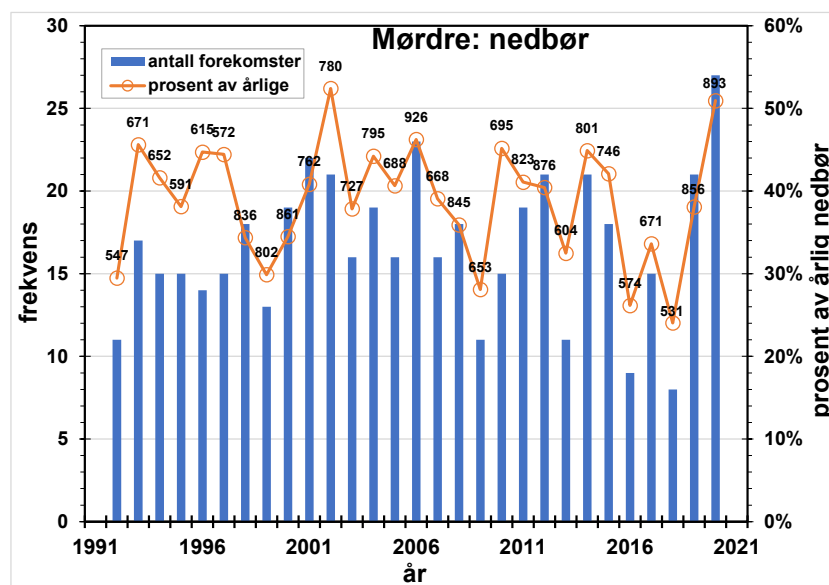
3.1 Mørdrefeltet- karakteristikk

Mørdrefeltet er dominert av korndyrking, beskrivelse i kap 2.1 og Bechmann m.fl. (2021). I gjennomsnitt for overvåkingsperioden er avrenningen 314 mm, tapet av partikler (erosjon) 2019 kg /daa, tapet av fosfor 333 g/daa og nitrogentapet 2, 4 kg /daa.

3.2 Nedbør

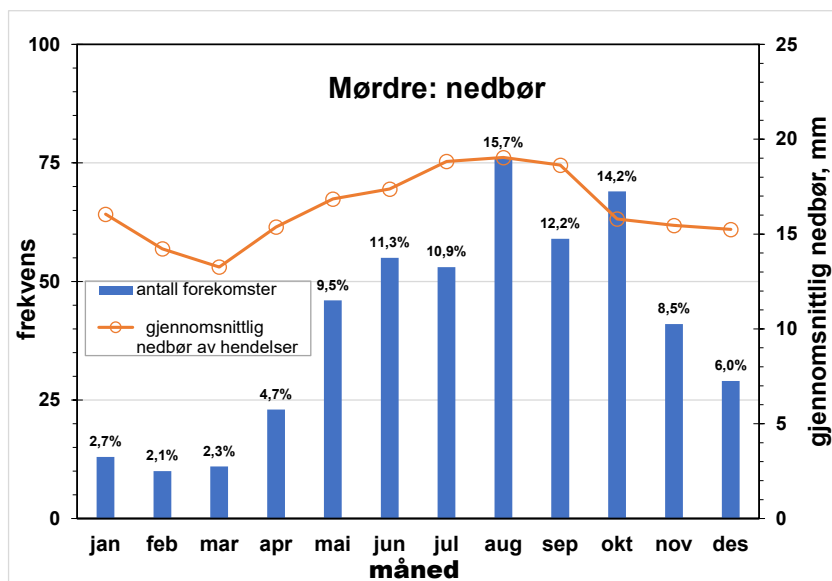
Det er gitt en oversikt med data fra hele overvåkingsperioden over frekvens (antall forekomster basert på døgnverdier) der nedbøren \geq 95 persentilen, fordeling på måneder og prosent i forhold til årlige nedbørmengder.

Figur 3.1. viser frekvens for de enkelte år i overvåkingsperioden av forekomster av daglig nedbør \geq 95 persentilen. Figuren viser at det er stor variasjon mellom år- med høyest frekvens i 2019 og færrest for årene 1992, 2013, 2016 og 2018. Nedbørmengden for døgn \geq 95 persentilen varierte mellom 24% i 2017 og 53% i 2002 av total årlig nedbør for perioden 1992 til 2020.



Figur 3.1. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der nedbør \geq 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Mørdrefeltet, samt prosent av årlig nedbør av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale nedbøren (mm) for det enkelte året.

Figur 3.2 viser fordeling på måned av forekomst av døgnverdier av nedbør \geq 95 persentilen i perioden 1992- 2020. Sett over hele overvåkingsperioden på 30 år så er frekvensen av slik nedbør mindre enn 3 % for januar, februar og mars (færre enn 15 for hver måned). Forekomst av døgnverdier \geq 95 persentilen øker fra april og har flest forekomster i august (75 episoder og 15, 7 % av alle forekomster), frekvensen avtar igjen fra september.

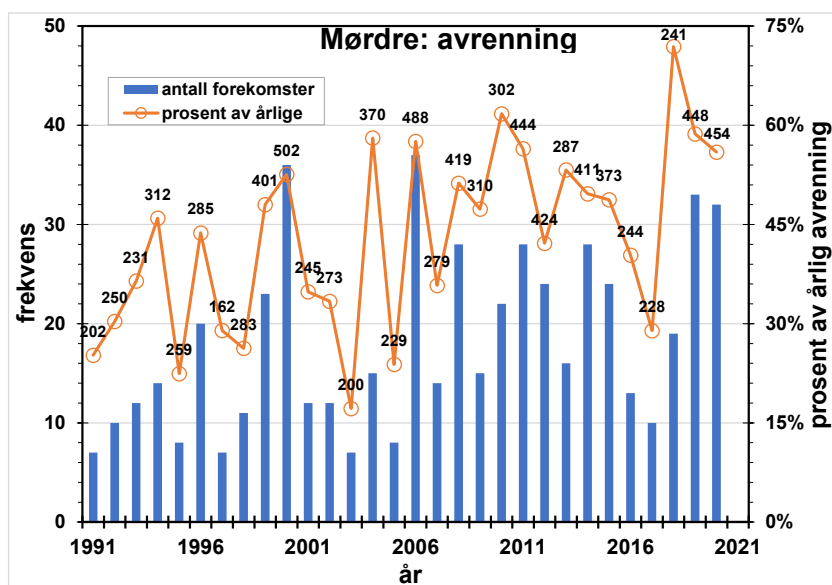


Figur 3.2. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgngnedbør ≥ 95 percentilen for Mørdre i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden.

3.3 Avrenning

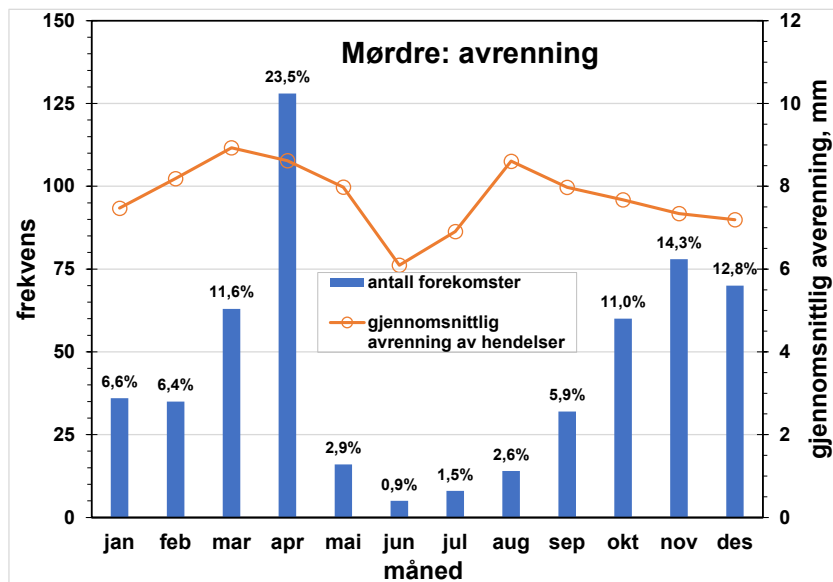
3.3.1 Avrenning, variasjon mellom år og måneder.

Figur 3.3 viser at antallet forekomster lik eller større enn 95 percentilen varierte mellom 8 (i 1996) og 37 i 2006. Disse forekomster utgjorde mellom 17% (2003) og 72% (2018) av årlig avrenning disse årene. Mens den totale årlige avrenning viste stor variasjon mellom år fra lavest i 1996 med 162 mm til høyest i 2000 med 502 mm, så tyder resultatene på at andelen ≥ 95 percentilen i forhold til årlig avrenning har økt med tiden.



Figur 3.3. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der avrenning er ≥ 95 percentilverdien for perioden 1991- 2020 for Mørdre feltet, samt prosent av årlig avrenning av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale avrenningen (mm) for det enkelte året.

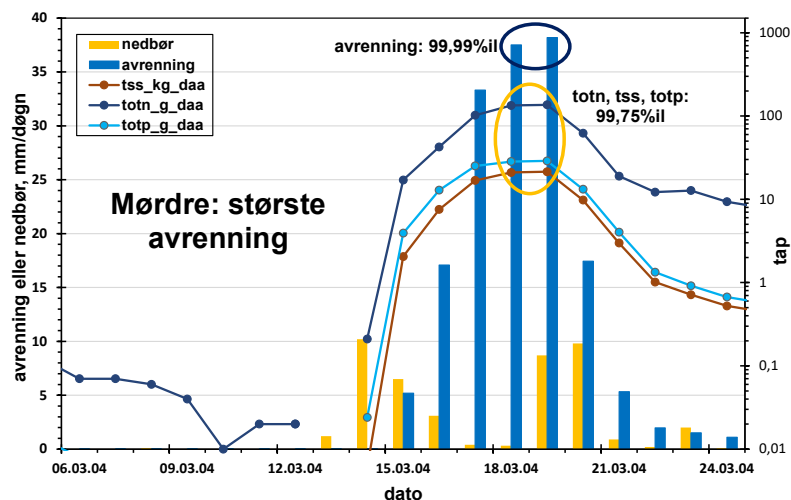
Figur 3.4 viser fordeling pr måned for døgnavrenning ≥ 95 persentilen i perioden 1992 til 2020. Det ble funnet høyest frekvens av døgnverdier ≥ 95 persentilen for april måned med 23,5 % av alle døgnverdier ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden. Mellom mai og august var frekvens av slike høye verdier mindre enn 3 % (2 forekomster for juni, 16 forekomster for mai) for hele overvåkingsperioden. Antall forekomster økte i høstmånedene fra 2,6 % i august til en topp i desember med 14,3 % for så å avta i vinterperioden januar og februar.



Figur 3.4. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnavrenning ≥ 95 th-persentilen for Mørdre i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) for disse døgn (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

3.3.2 Størst avrenning

Den største døgnavrenningen i Mørdre er registrert 19.mars 2004 (figur 3.5). Hendelsen resulterte også i ekstremt høye tap av (99,75 persentil) av tss, totP og totN til tross for lite nedbør. Denne høyeste avrenningen skyldes mest sannsynlig snøsmelting.



Figur 3.5. Den største døgnavrenning som er registrert i Mørdre forekom 18. og 19. mars 2004.

Flomfrekvensanalyse

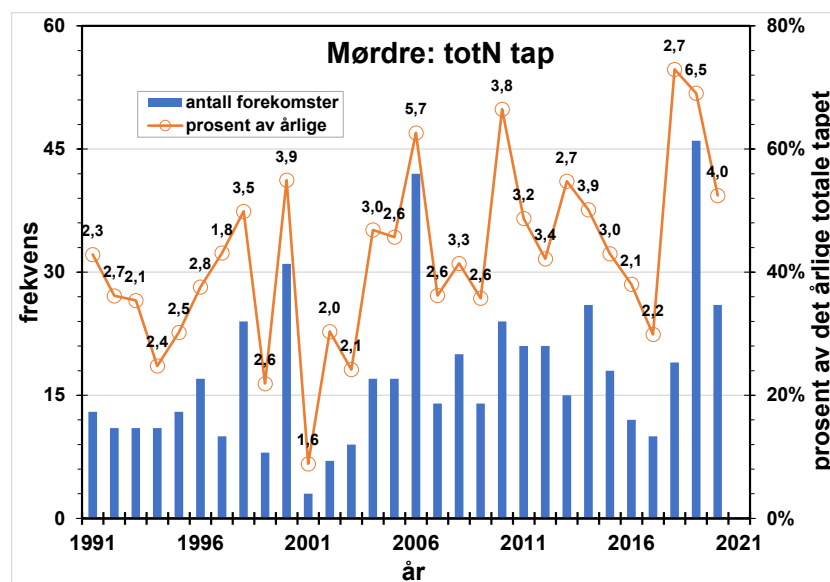
I 2021 ble det gjort en frekvensanalyse av flomtopper for overvåkingsfeltene Mørdre, Skuterud og Kolstad (Bechmann mfl. 2021). Antall flomtopper over ulike størrelsesklasser ble talt opp og vist sammen med total årsavrenning. Det ble funnet god sammenheng mellom årlig nedbør, avrenning og antall flomtopper hvert år. I Mørdre ble det funnet at antallet flomtopper (over 30 cm vannhøyde) per år varierte fra én (sesongen 2003/2004) til 17 (sesongen 2012 /2013). Det var 7 flomtopper som gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden. Den høyeste flomtoppen ble registrert 18.03.2004 med 108 cm vannhøyde og var den eneste denne sesongen. Den nest høyeste flomtoppen ble registrert 14.04.2013 med 81 cm. Det ble ikke funnet en økning i flomtopper gjennom overvåkingsperioden.

3.4 Tap av nitrogen, fosfor og partikler

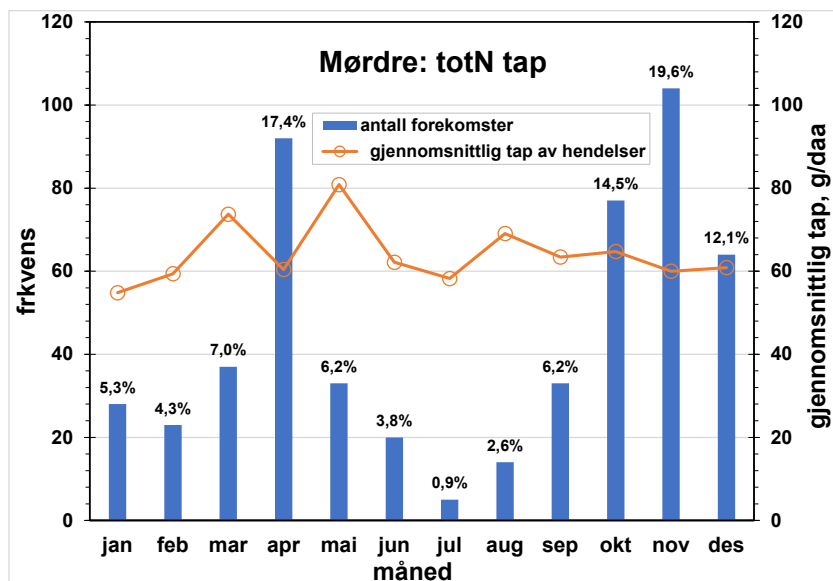
3.4.1 Nitrogen - variasjon mellom år og måneder

Figur 3.6 viser at antallet forekomster ≥ 95 percentilen av døgnverdier av totN tap varierte mellom 3 (2001) og 46 (2019). Disse forekomster utgjorde mellom 9% (2001) og 72% (2018) av den årlige avrenningen disse år. Mens det årlige tapet av totN viste stor variasjon mellom år (minst i 2001 med 1,6 kg daa og høyest i 2006 med 5,7 kg/daa) så har andelen av forekomster ≥ 95 percentilen i forhold til det årlige tapet økt med tiden i overvåkingsperioden. Dette var samme trend som for avrenning for Mørdre.

Figur 3.7 viser fordeling pr måned av døgnverdier av Tot N ≥ 95 percentilen for perioden 1992 til 2020. Det er flest forekomster av høye Ntap i november med 19,6 % av alle døgnverdier over ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden. Det var også høy frekvens/forekomst i april med 17,4 % (av alle forekomster). Det høyeste gjennomsnittlige tapet for disse forekomster var for mai med døgnverdi på 81 g/daa. I disse gjennomsnittsverdiene (35 døgnverdier) er det inkludert alle episoder over 95 percentilen, men det er bare noen få (5-7) som er klassifisert som ekstreme verdier.



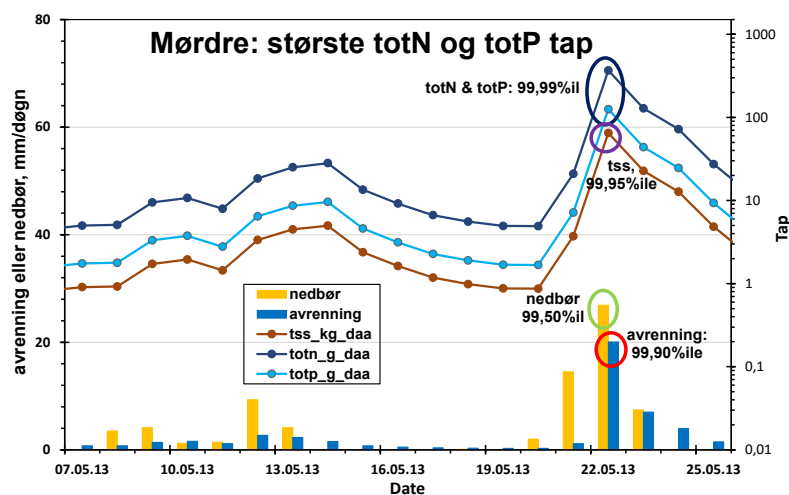
Figur 3.6. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totN tap er ≥ 95 percentilverdien for perioden 1991- 2020 for Mørdrefeltet, samt prosent av årlig totN tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale Ntapet (kg/daa) for det enkelte året.



Figur 3.7. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnerdien av totNtap ≥ 95 persentilen for Mørdre i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største nitrogen- og fosfortap

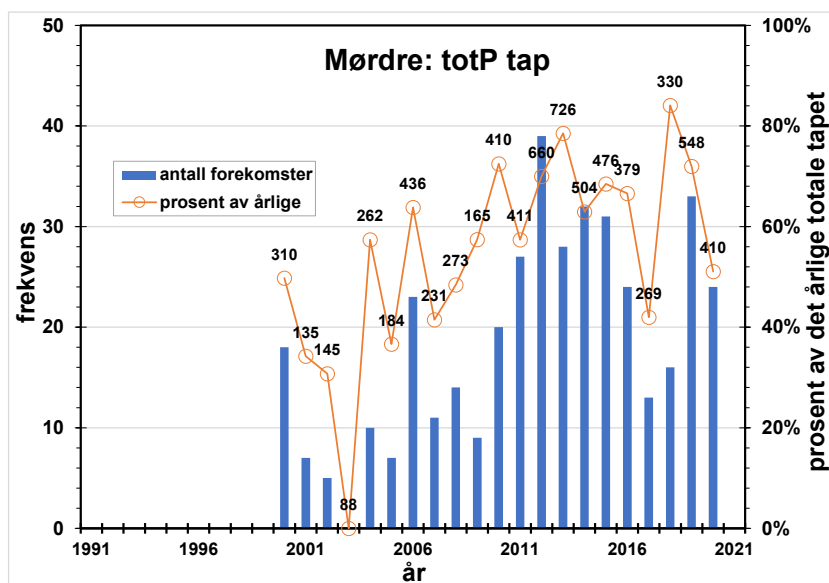
Det største døgntap av totN (367 g/daa) forekom samtidig som det største døgntap av tot P (125 g/daa) den 22. mai i 2013 (figur 3.8). Ved denne episoden var det ekstrem nedbør lik 99,5 persentilen og for avrenning med 99,90 persentilen. Episoden skjedde kort tid etter våronn med såing og gjødsling (se også kap 3.5).



Figur 3.8. Største døgntap av totN og totP i overvåkingsperioden for Mørdrefeltet 22 mai, 2013

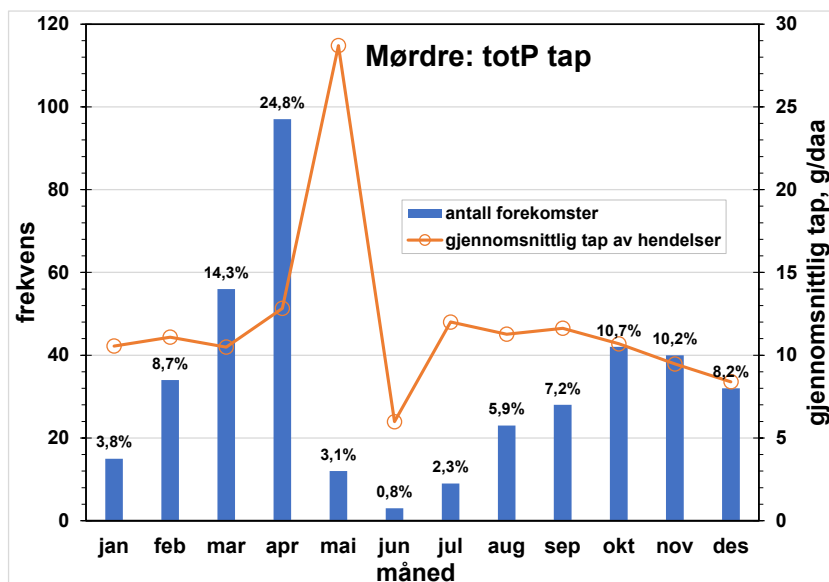
3.4.2 Fosfor - variasjon mellom år og måneder

Figur 3.9 viser at antallet forekomster lik eller større enn 95 persentilen av daglige totP tap varierte mellom 0 (i 2003) og 39 (i 2012). Disse forekomster utgjorde mellom 0% (i 2001) og 84% (i 2018) av det årlige totale totP tapet. Mens det totale årlige totP tapet viste stor variasjon mellom år (lavest i 2003 med 88 g/daa og høyest i 2013 med 726 g/daa), så viste resultatene at andelen av døgnerdien ≥ 95 persentilen i forhold til det årlige totP tap økte med tiden i overvåkingsperioden. Dette er samme mønster som for avrenning og nitrogen.



Figur 3.9. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totP tap er lik eller har overskredet ≥ 95 persentilverdien for perioden 2000-2020 for Mørdre feltet, samt prosent av årlig totP tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale totP tapet (g/daa) for det enkelte året.

Figur 3.10 viser fordeling pr måned av døgnverdier av totP ≥ 95 persentilen for perioden 2000 til 2020. Det er flest forekomster (frekvens) av høye døgn tap av totP i april med 24,8% av alle døgnverdier ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden. Imidlertid forekom det høyeste gjennomsnittstap (døgnverdier) for totP for mai måned med 28,1 g/daa, men frekvensen av store episoder i mai var lav. Det var 12 forekomster i hele overvåkingsperioden eller 3 % av alle døgnverdier ≥ 95 persentilen.

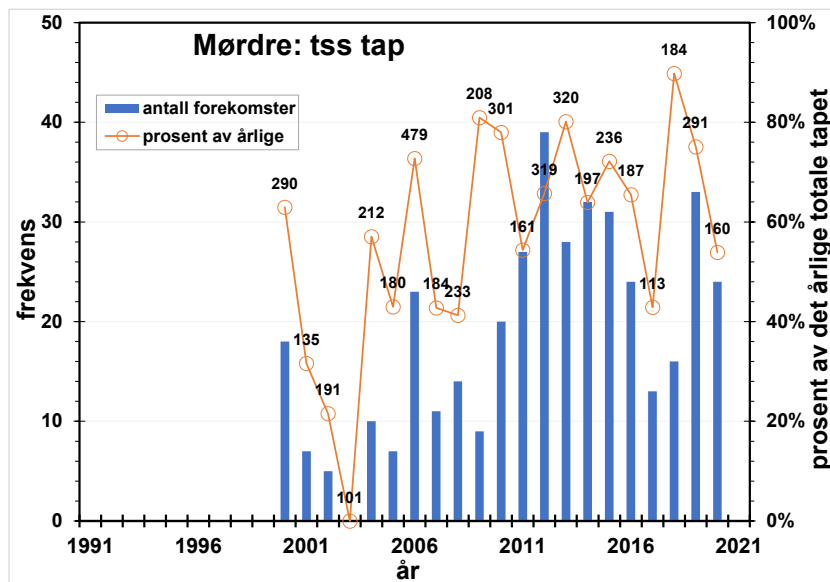


Figur 3.10. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnverdien av totP tap ≥ 95 -persentilen for Mørdre i perioden 2000-2020, samt gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

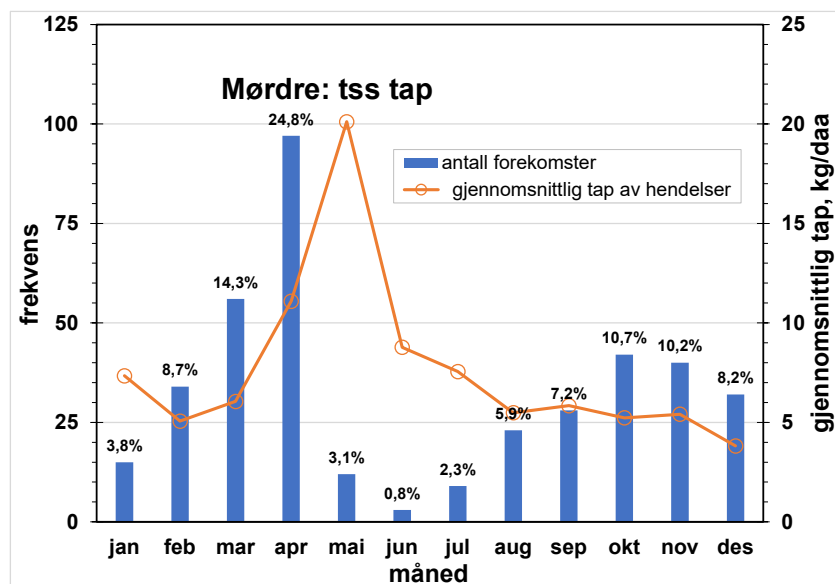
3.4.3 Erosjon, partikkel tap- variasjon mellom år og måneder

Tap av totalt suspendert tørrstoff (tss) med døgnverdier ≥ 95 persentilen varierte mellom 0 % (2003) til 89,8 % (2018) av det totale årlige tapet av tss (figur 3.11). Det årlige tapet av total tss var bare 184kg

/daa i 2018, men 89,8 % av dette tapet skyldes tap med døgnverdier ≥ 95 persentilen. Figur 3.12 viser at det er månedene april og mai som har store og signifikante tap av tss (≥ 95 persentilen). April har høyest frekvens (forekomst) av store episoder med 97 døgnverdier og 24,8 % av alle slike episoder i overvåkingsperioden. Gjennomsnittstapet for disse døgnverdier ≥ 95 persentilen utgjorde ca 11 kg /daa. Det høyeste gjennomsnittlige tap for døgnverdiene ≥ 95 persentilen er funnet for mai (20 kg/daa), men frekvensen av slike episoder i mai er relativt lav med 12 (3,1%) forekomster i overvåkingsperioden.



Figur 3.11. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der tss tap er ≥ 95 persentilverdien for perioden 2000-2020 for Mørdre feltet, samt prosent av årlig tss tap av disse forekomstene (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale tss tapet (kg/daa) for det enkelte året.

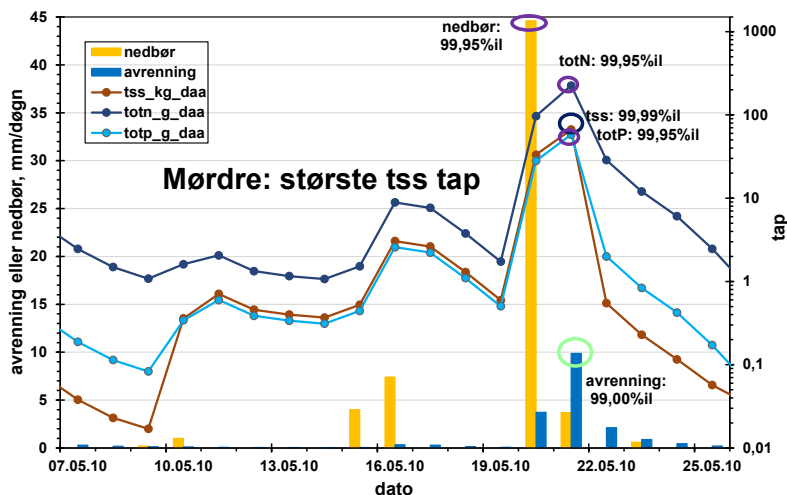


Figur 3.12. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnverdier av tss tap ≥ 95 -persentilen for Mørdre i perioden 2000-2020, samt gjennomsnittlig døgn tap tss tap (kg/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største tap av partikler

Det høyeste døgn tap av partikler (tss) skjedde 21.mai i 2010 (figur 3.12 og figur 3.13). Det var også en stor episode 16. mai 2010, en uke tidligere enn den mest ekstreme døgnverdien (figur 3.13). Det ble

også registrert ekstremt tss tap 22.mai i 2013 og disse døgntap ≥ 95 persentilen utgjorde 79 % og 74 % av det totale årlige partikkeltapet i 2010 og 2013 (figur 3.12). Totaltap av tss var 301 kg /daa i 2010 og 320 kg/daa i 2013. Det mest ekstreme tapet (99,95 persentilen) av TotP og og Tot N skjedde i den samme episoden der avrenningen var signifikant (99,00 persentilen). En ekstrem nedbør på 45 mm (99,95 persentilen) forekom dagen før (20.mai) etterfulgt av et lettere regnvær med 4 mm 21.Mai.

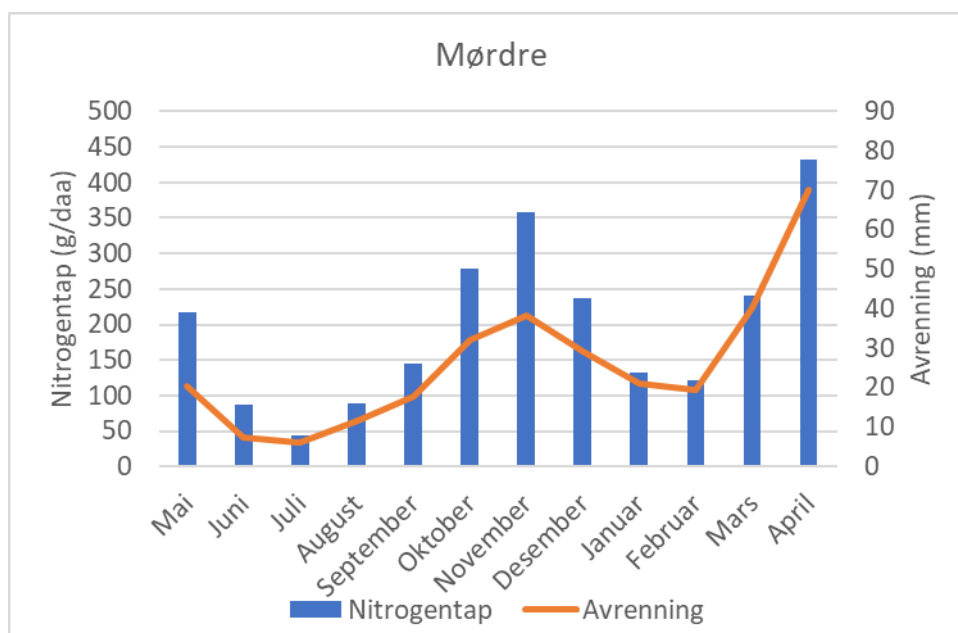


Figur 3.13. Størst døgntap av total suspendert tørrstoff (tss) forekom 21. mai 2010.

3.5 Eksempler på store og ekstreme episoder

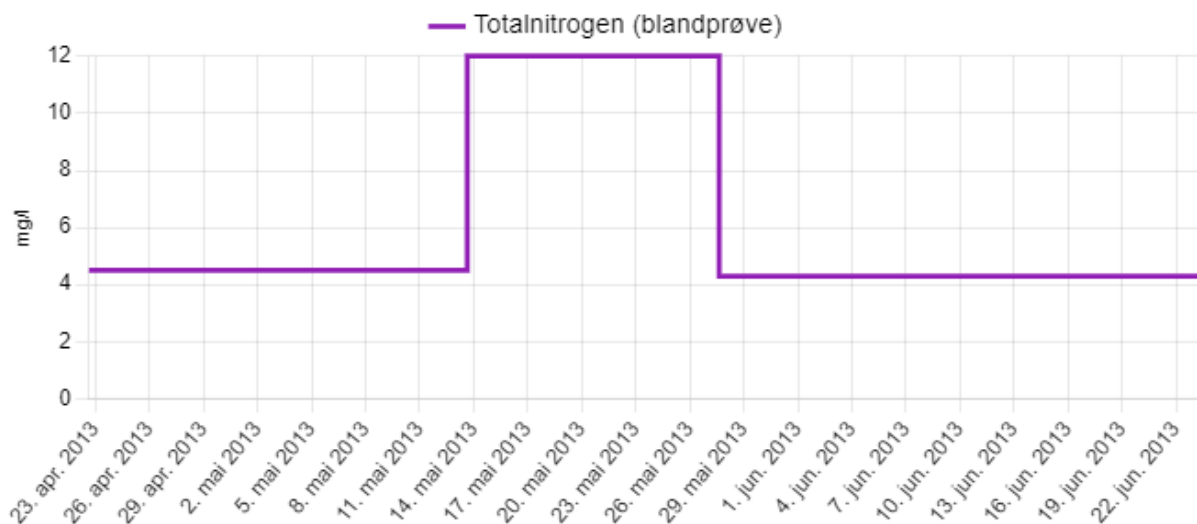
3.5.1 Nitrogentap

I gjennomsnitt for overvåkingsperioden skjer de største tapene av nitrogen fra Mørdrefeltet om høsten og i april (figur 3.14). Avrenningen varierer tilsvarende med størst avrenning på høsten og i april. Nitrogentapene i mai er relativt store selv om avrenningen er lav.



Figur 3.14. Nitrogentap per måned i gjennomsnitt for overvåkingsperioden, basert på blandprøver.

Analysen av store og ekstreme døgnverdier viser at den mest ekstreme verdi for døgntap av nitrogen målt gjennom overvåkingsperioden skjedde 22. mai 2013. Det store nitrogentapet skyldes en kombinasjon av stor avrenning og høy konsentrasjon. Nitrogentapet var 367 g/dekar/døgn, mens gjennomsnittlig årlig nitrogentap er på 2,4 kg/dekar. Nitrogentapet 22. mai 2013 utgjorde dermed 15 % av det årlige tapet. Det kom 27 mm nedbør og det ble 20 mm avrenning den dagen (figur 3.8). Nitrogenkonsentrasjonen i blandprøven som dekker denne dagen var 12 mg/l (figur 3.15). Det ble jordarbeidet, sådd og gjødslet på kornarealer i nedbørfeltet fra 1. mai og frem til episoden 22. mai 2013. Jordarbeiding bidrar til økt mineralisering av nitrogen og risiko for utvasking. Sammen med vår gjødsling med nitrogen bidrar dette til det ekstreme nitrogentapet denne dagen.



Figur 3.15. Nitrogenkonsentrasjon i blandprøver i Mørdrebekken fra 1. mai til 1. juni 2013 (jovadata.nibio.no).

En tilsvarende episode skjedde i 2010 i Mørdre. Den 20. mai 2010 kom det 45 mm nedbør og den 21. mai 2010 var det lite nedbør, men det ble 10 mm avrenning med en nitrogenkonsentrasjon på 17 mg/l i blandprøven. Figur 3.16 viser et foto tatt den 21. mai 2010.



Figur 3.16 Foto fra mai 2010 der kraftig nedbør like etter vårsåing ga store tap av partikler og fosfor. Foto viser at veksten ikke var godt etablert og ikke ga erosjonsbeskyttelse og det var brunt vann i bekken. Foto: NLR

Etter tørkesommeren 2018 ble det registrert flere meget ekstreme døgnverdier for nitrogentap høsten 2018 og videre gjennom vinteren, våren og høsten 2019. Sommeren 2018 blir kalt en tørkesommer og det ble lave avlinger mange steder. I Mørdrefeltet var avlingen for bygg i gjennomsnitt 70 % av gjennomsnittsavlingene for hele overvåkingsperioden. Samtidig ble det dette året gjødslet mindre med nitrogen enn gjennomsnittet, men nitrogenoverskuddet ble likevel om lag 6 kg/dekar. Det nest største nitrogentapet på ett døgn skjedde 23. mars 2019 og tapet var 249 g/dekar/døgn. Dette døgnet var det ikke registrert nedbør og avrenningen var på 15 mm, delvis pga. snøsmelting. Konsentrasjonen i blandprøven var 12 mg N/l, noe som er høyt sammenlignet med gjennomsnittet for hele måleperioden på 5,2 mg/l (Bechmann m.fl. 2021). I nedbørfeltet var det lite kornareal som overvintret i stubb og arealet med høstkorn, som ble sådd høsten 2018 var det største (>20 %) som er registrert i overvåkingsperioden i Mørdrefeltet (Bechmann m.fl. 2021). Såing av høstkorn med jordarbeiding fører til økt mineralisering og frigjøring av nitrogen og samtidig kan overskuddet av nitrogen i 2018 ha bidratt til høye nitrogenkonsentrasjoner i mars 2019.

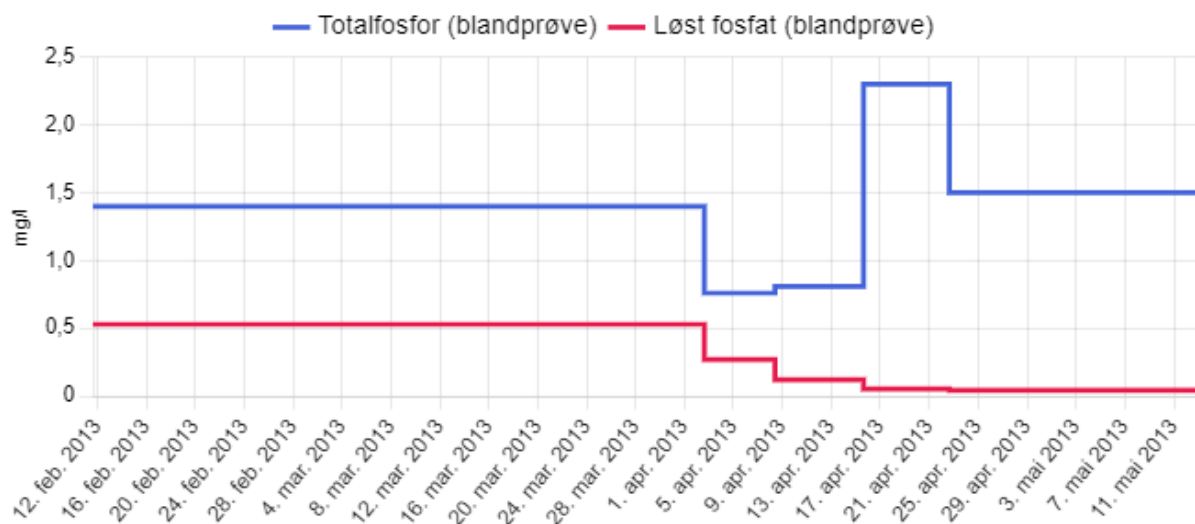
3.5.2 Jord- og fosfortap

Det største fosfortapet, som for nitrogen, ble registrert 22. mai 2013. Det var mye areal som var jordarbeidet og sådd med vårkorn og fosfortapet var 125 g/dekar på ett døgn. Tapet av løst fosfat var lite og det meste av fosforet ble tapt som partikkelbundet fosfor. Jordtapet var 65 kg/dekar, og er det neststørste jordtapet som er registrert i Mørdre. Både nitrogen og fosfortapene er de største som er målt på ett døgn i overvåkingen. For jordtap ble det største jordtapet registrert på en tilsvarende dag, 21. mai 2010. Det året ble det sådd om våren på 90 % av arealet.



Figur 3.17. Erosjon i nysådd vårkorn 21. mai 2010. Foto: Åsmund Langeland.

Et annet døgn med stort fosfortap (57 g/dekar) er 18. april 2013. Den dagen var det nedbør (8 mm) på frossen jord og avrenningen ble på 15 mm. Fosfor- og partikkelkonsentrasjonene var høye, hhv. 2,3 mg/l (figur 3.18) og 1,1 g/l. En lignende episode skjedde 18. april 2018. Da var det en temperaturøkning sammen med litt nedbør (1,1 mm) og avrenningen ble på 20 mm det døgnet. Fosfortapet ble på 35 g/dekar på et døgn. I 2018 var en større andel av jordbruksarealet jordarbeidet, enten for såing av høstkorn eller som høstpløyd alene. Det kunne forventes høyere jord- og fosfor under forholdene i 2018 sammenlignet med 2013, men det var lite nedbør til å drive erosjonen den dagen, avrenningen skyldtes i hovedsak snøsmeltingen.



3.17. Konsentrasjon av totalfosfor og løst fosfat i blandprøver fra 12 februar 2013 til 11 mai 2013 (jovadata.nibio.no).

En kraftig nedbørepisode på 52 mm 10. juli 2002 ga 5 mm avrenning og hhv. 2,0 g P/dekar og 1,6 kg jord/dekar. På den årstiden, om sommeren, er jorda dekket av plantevekst som beskytter mot erosjon og tar opp næringsstoffer og en kraftig nedbørepisode vil i mindre grad føre til tap av jord og næringsstoffer. Samtidig er fordampningen stor og avrenningen blir mindre enn nedbøren.

Jordarbeiding i kombinasjon med uheldige værforhold er den vesentligste årsaken til store tap av jord og fosfor. Direktesåing både vår og høst vil kunne bidra til å redusere risiko for store og ekstreme tap. Dessuten vil delt gjødsling kunne bidra til lavere næringsstofftap under store episoder om våren.

Dersom avrenningen samler seg i dråg og forsengkinger som på figur 3.16 fra 2010, vil grasdekte vannveier kunne være et godt tiltak. Direktesåing om våren kan også være med på å redusere effekten av nedbør og avrenningshendelser i mai på jord- og næringsstofftap. Dessuten kan det være behov for rensiltak for å begrense utslipp til vassdrag, f.eks. grasdekte kantsoner og fangdammer.

4 Kornområde Østlandet. Skuterudfeltet

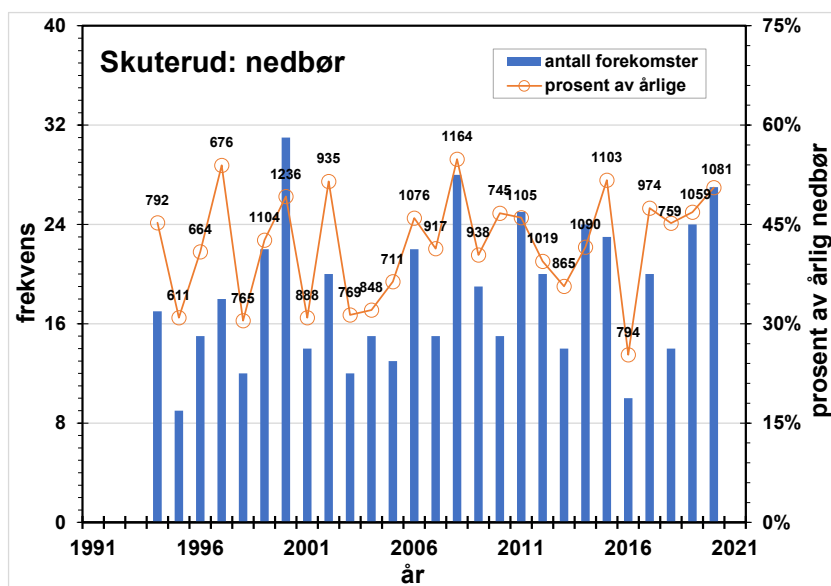
4.1 Skuterudfeltets- karakteristikk

Skuterudfeltet er dominert av korndyrking, detaljert beskrivelse i kap 2.1 og Bechmann mfl. (2021). I gjennomsnitt for avrenningsperioden er årlig avrenningen 550 mm, tapet av partikler 105 kg /daa, tapet av fosfor 246 g/daa og tapet av nitrogen 4,9 kg /daa.

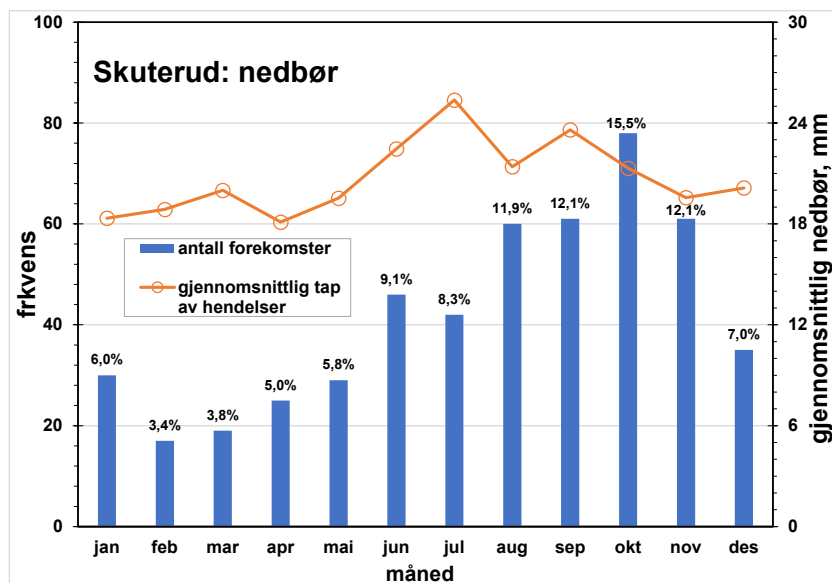
4.2 Nedbør

Figur 4.1. viser frekvens for de enkelte år i overvåkingsperioden av forekomster av daglig nedbør ≥ 95 persentilen. Figuren viser at det er stor variasjon mellom år- med høyest frekvens i 2000 og 2020 (28x) og færrest for årene 1995 (9) og 2016 (10). Nedbørmengden for døgn over 95 persentilen varierte mellom 25,3% i 2016 og 54,9% i 2008 av total årlig nedbør for perioden 1994 to 2020.

Figur 4.2 viser fordeling på måned av forekomst av døgnverdier av nedbør ≥ 95 persentilen i perioden 1994- 2020. Sett over hele overvåkingsperioden på 30 år så er frekvensen av slik nedbør mindre enn 4 % for februar og mars (17 og 19 for hver måned, respektivt). Forekomst av døgnverdier ≥ 95 persentilen øker generelt fra april og har flest forekomster i oktober (78 episoder og 15,5 % av alle forekomster). Frekvensen avtar igjen fra november. Gjennomsnittsnedbør for disse døgnverdier ≥ 95 persentilen variere mellom 18,1 til 25,4 mm pr måned.



Figur 4.1. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der nedbør er ≥ 95 persentil verdien for perioden 1994-2020 for Skuterud feltet, samt prosent av årlig nedbør av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale nedbøren (mm) for det enkelte året.



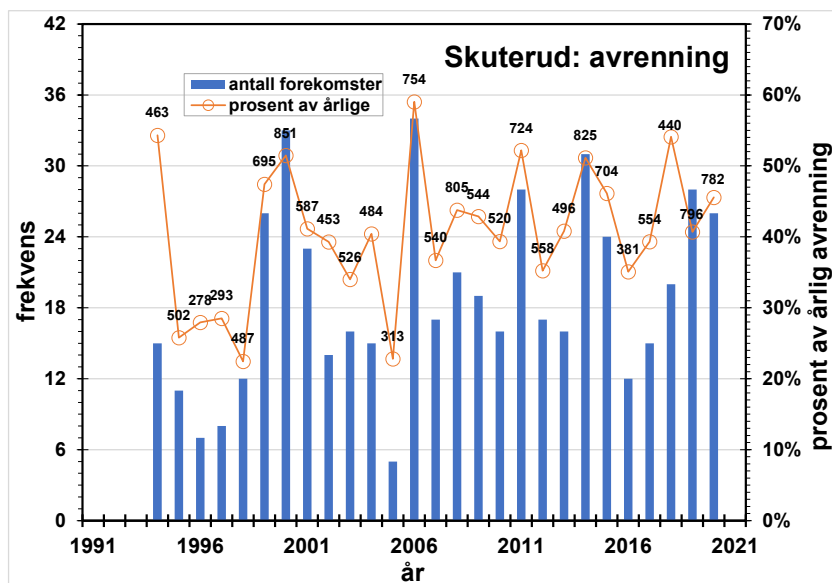
Figur 4.2. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnedbør ≥ 95 -percentilen for Skuterud i perioden 1994-2020, samt gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten over 95. persentilen i overvåkingsperioden.

4.3 Avrenning

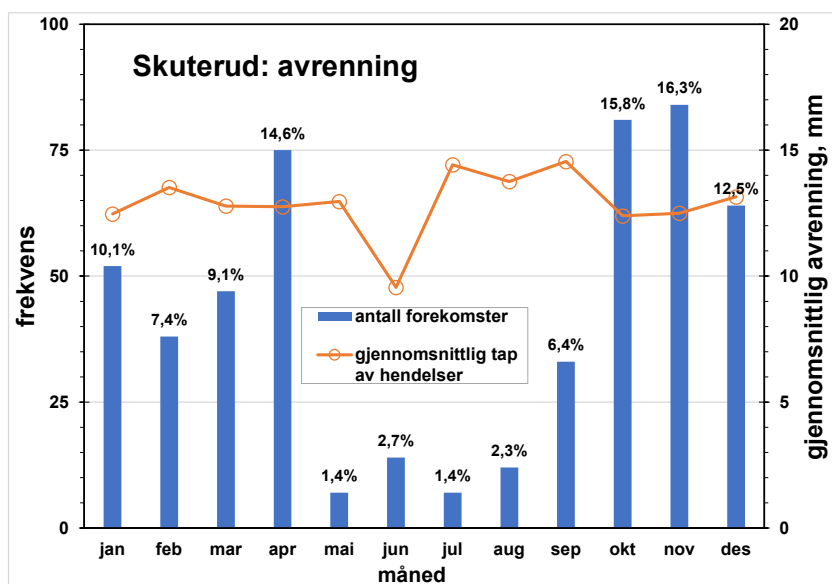
4.3.1 Avrenning, variasjon mellom år og måneder

Figur 4.3 viser at antallet forekomster ≥ 95 percentilen varierte mellom 5 i 2005 og 34 i 2006. Disse forekomster ≥ 95 percentilen utgjorde mellom 22,5% (1998) og 59% (2006) av årlig avrenning. Mens den totale årlige avrenning viste stor variasjon mellom år fra lavest i 1996 med 278 mm høyest i 2000 med 851 mm, så tyder resultatene på at andelen ≥ 95 percentilen i forhold til årlig avrenning har generelt økt litt med tiden.

Figur 4.4 viser fordeling pr måned for døgnavrenning ≥ 95 percentilen i perioden 1994 til 2020. De tre høyeste frekvenser av døgnavrenning ≥ 95 percentilen ble funnet for april (14,9%), oktober (15,1%) og november måned med 16,5% av alle døgnavrenning ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden. Mellom mai og august var frekvens av slike høye verdier mindre enn 3 % (7 forekomster for mai og juli, 14 for juni, og 11 for august) for hele overvåkingsperioden. Antall forekomster økte i høstmånedene fra 33 (6,4%) i september til en topp i november med 83 for så å avta i vinterperioden fra desember til februar. Den laveste gjennomsnittlige døgnavrenning ≥ 95 percentilen var i juni (9,6 mm).



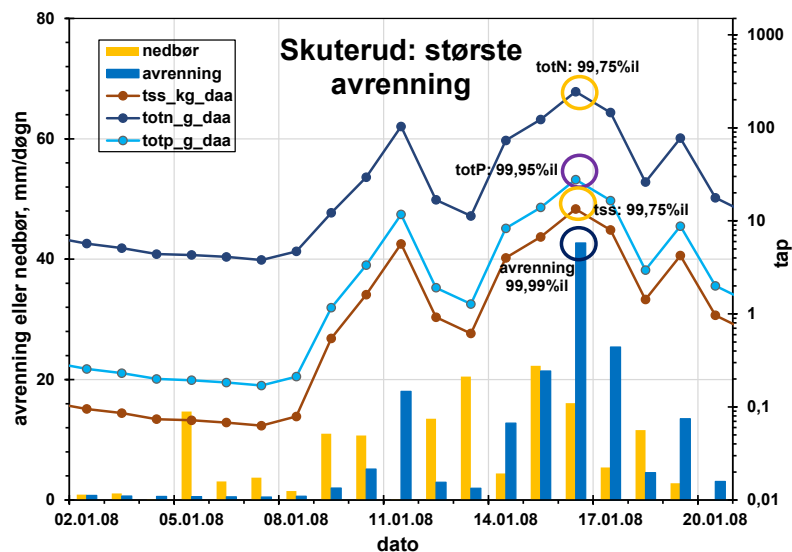
Figur 4.3. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søjler) der avrenning ≥ 95 percentilverdien for perioden 1994-2020 for Skuterud feltet, samt prosent av årlig avrenning av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale avrenningen (mm) for det enkelte året.



Figur 4.4. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søjler)- der døgnavrenning ≥ 95 -percentilen for Skuterud i perioden 1994-2020, samt gennemsnittlig daglig avrenning (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden.

4.3.2 Størst avrenning

Den høyeste – mest ekstreme døgnavrenningen skjedde 16. januar 2008 i Skuterud-feltet (figur 4.5). Denne episoden resulterte også i en meget ekstrem (99,95 percentil verdi) for totP tap og ekstrem (99,75 percentil) tap av tss og totN. Disse ekstreme tap og avrenning skjedde selv om det ikke var ekstrem men signifikant nedbør.



Figur 4.5. Høyeste daglige avrenning gjennom overvåkingsperioden i Skuterud 16. januar 2008.

Flomfrekvensanalysen

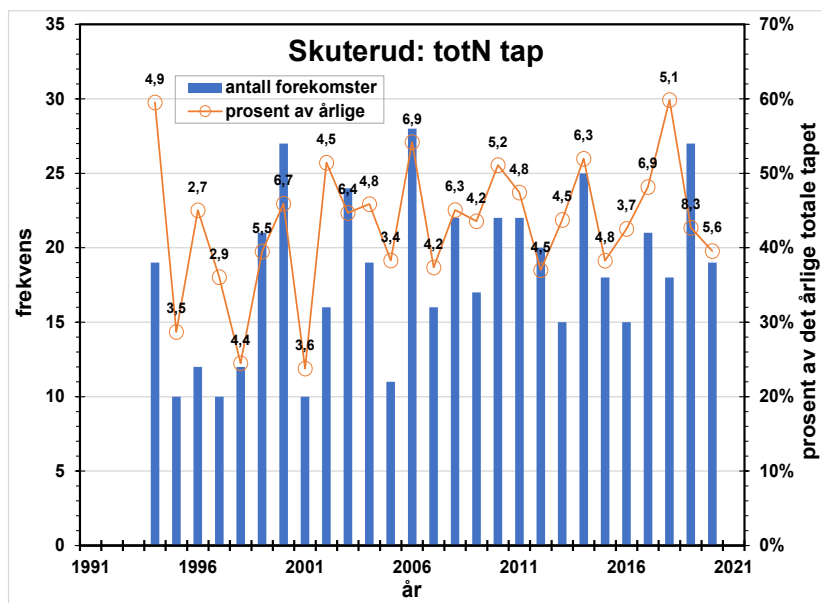
I 2021 ble det gjort en frekvensanalyse av flomtopper for overvåkingsfeltene Mørdre, Skuterud og Kolstad (Bechmann mfl.2021). Antall flomtopper over ulike størrelsesklasser ble talt opp. Det ble funnet god sammenheng mellom årlig nedbør, avrenning og flomtopper for hvert felt. I Skuterud har antall flomtopper (>50 cm vannhøyde) per år variert fra null (sesongen 1997/1998) til 14 (sesongen 2000/2001), med 6 flomtopper som gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden. Sesongen 2000/2001 var også året med størst avrenning i hele overvåkingsperioden og regnes ofte som et ekstremår på Østlandet med 1306 mm nedbør og 974 mm avrenning for Skuterud. Det var også mange flomtopper (10 eller flere) i 2010/2011, 2012 /2013, og 2014/2015. Kun to ganger har vannhøyden vært over 100 cm: 25.12.1999 (101 cm) og 30.09.2006 (101 cm). Antall flomtopper viste en signifikant ($p < 0.05$) økning gjennom overvåkingsperioden.

4.4 Tap av nitrogen, fosfor og partikler

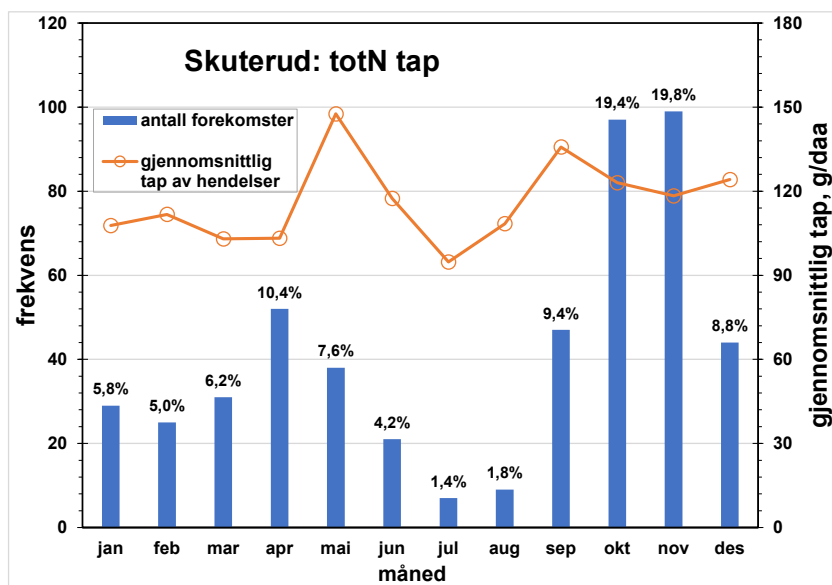
4.4.1 Nitrogen, variasjon mellom år og måneder

Figur 4.6 viser at antallet forekomster ≥ 95 persentilen av døgnverdier av totN tap varierte mellom 10 (1995, 1997, 2001) og 28 (2006). Disse forekomster utgjorde mellom 23,8% (2001) og 59,8% (2018) av den årlige avrenningen disse år. Mens det årlige tapet av totN viste stor variasjon mellom år med minst i 1996 (2,7 kg/daa) og størst i 2019 (8,3 kg/daa) så har andelen av forekomster ≥ 95 persentilen i forhold til det årlige tapet økt med tiden i overvåkingsperioden. Dette er samme trend som for avrenning for Skuterud.

Figur 4.7 viser fordeling pr måned av døgnverdier av totN ≥ 95 persentilen for perioden 1994 til 2020. Det er flest forekomster av høye Ntap i oktober (20,2%) og november (19,8%) av alle døgnverdier over ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden. Det var også høy frekvens/forekomst i april med 10,4 % (av alle forekomster). Det høyeste gjennomsnittlige tapet for disse forekomster var for mai med døgnverdi på 148 g/daa.



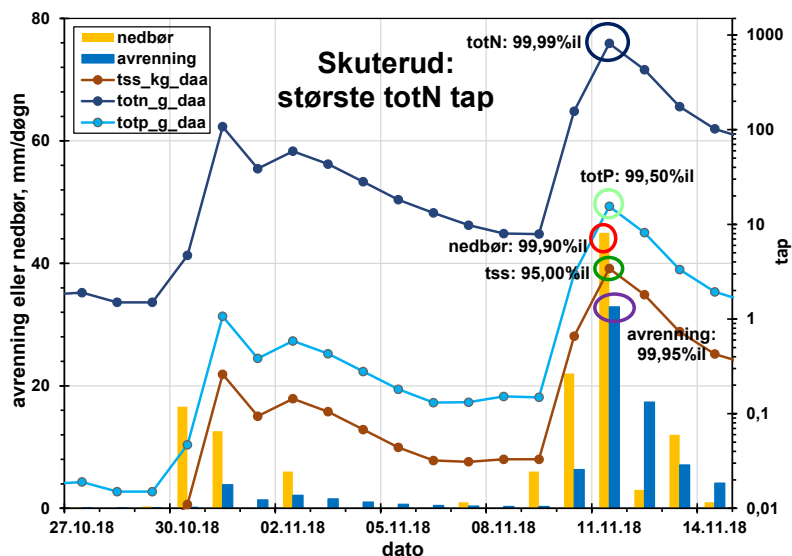
Figur 4.6. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totN tap \geq 95 persentilverdien for perioden 1994-2020 for Skuterud feltet, samt prosent av årlig totN tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale totN tapet (kg/daa) for det enkelte året.



Figur 4.7. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgn verdier for totNtap \geq 95-persentilen for Skuterud i perioden 1994-2020, samt gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten \geq 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største nitrogentap

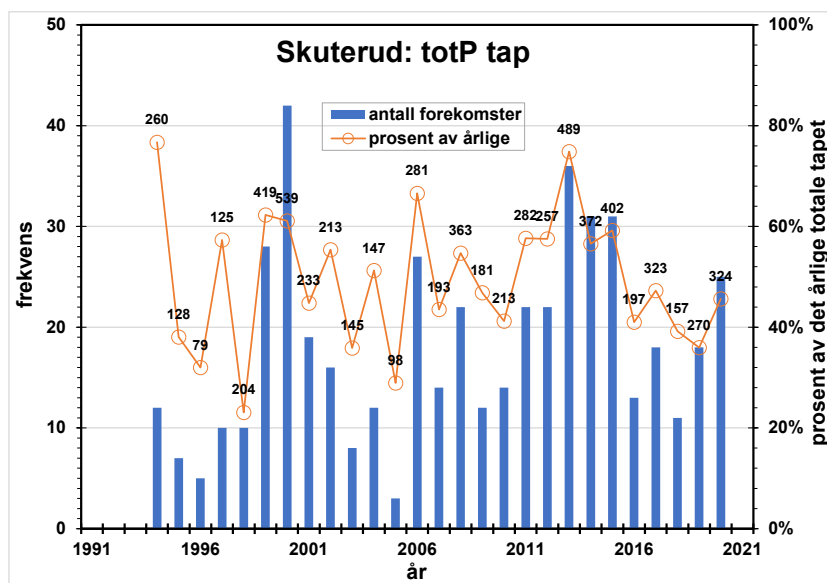
Det største døgn tapet av tot N skjedde 11.november 2018 med 815g/daa (figur 4.8). Avrenningen var karakterisert som meget ekstrem (99.95 persentil) og nedbør (99.90 persentil). Også for Tot P var det ekstreme tap (99,50 persentil), mens partikkeltapet var karakterisert som signifikant (95,00 persentil).



Figur 4.8 Høyeste daglige tap av totN gjennom overvåkingsperioden i Skuterud 11.november 2018.

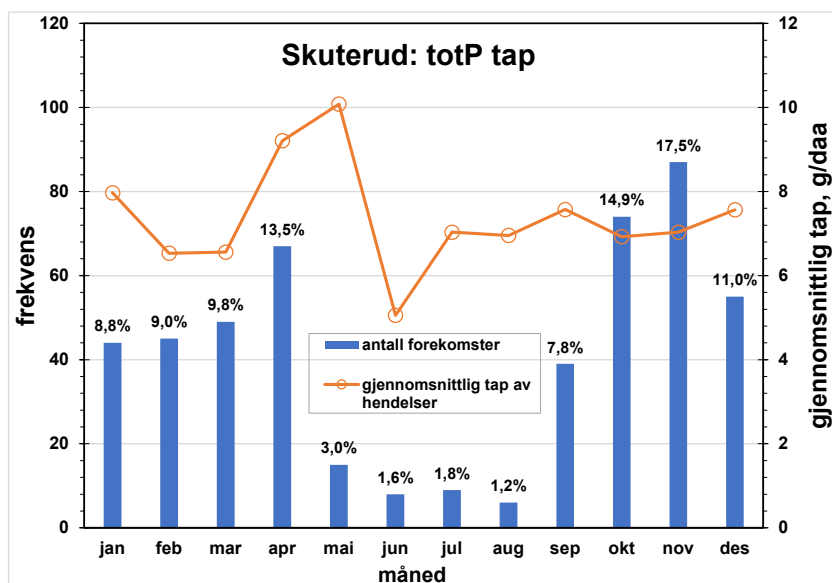
4.4.2 Fosfor, variasjon mellom år og måneder

Figuren 4.9 viser at antallet forekomster ≥ 95 percentilen av døgntap av totP varierte mellom 3 (2005) og 42 (2000). Disse forekomster utgjorde mellom 23,1% (1998) og 76,7% (1994) av det årlige totP tapet. Selv om det årlige tapet av TotP varierer stort mellom år (lavest i 1996 med 79 g/daa og størst i 2005 med 539 g/daa) så er andelen av tot P ≥ 95 percentilen i forhold til det årlige tapet av Tot P den samme. Det gjelder selv om andelen økte fra 2010 til 2013 og deretter generelt avtok.



Figur 4.9. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totP tap er ≥ 95 percentilverdien for perioden 1994-2020 for Skuterud feltet, samt prosent av årlig totP tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale totP tapet (g/daa) for det enkelte året.

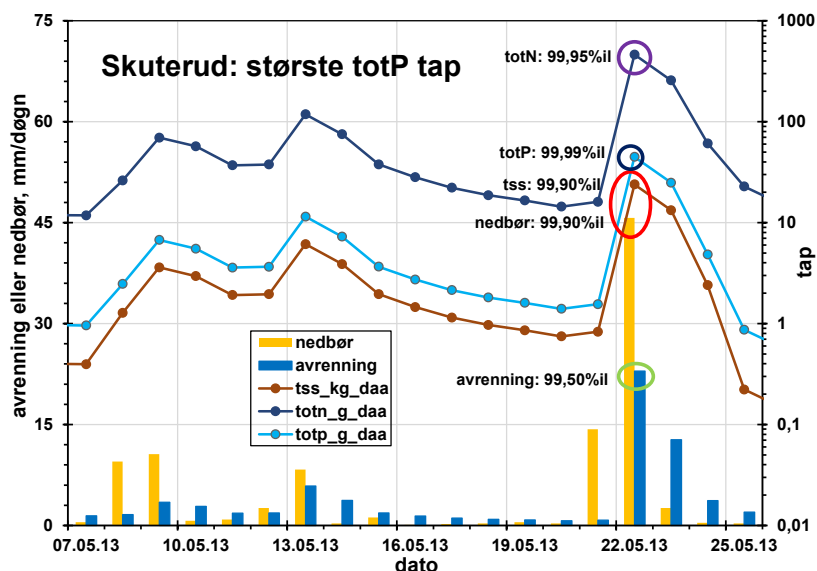
Figur 4.10 viser fordeling på måneder av forekomster ≥ 95 percentilen av tot P i perioden 1992- 2020 med høyest frekvens i april (13, 5 %), oktober (14,9 %) og november (17, 5 %). I perioden mai- august var frekvensen/forekomsten av slike høye verdier mindre enn 3 % for hele overvåkingsperioden (15 forekomster i mai, 8 for juni og 6 for august). Imidlertid, så forekom de største gjennomsnittlige døgntap ≥ 95 percentilen i mai (10.1 g/daa) selv om frekvensen for mai måned er lav (15 forekomster som er 3 % av alle forekomster ≥ 95 percentilen). Til sammenligning forekom det laveste gjennomsnittlige døgntapet av tot P i juni måned (5,1 g/daa).



Figur 4.10. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler) der døgnerverdi av totP tap ≥ 95 -persentilen for Skuterud i perioden 1994-2020, samt gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største fosfortap

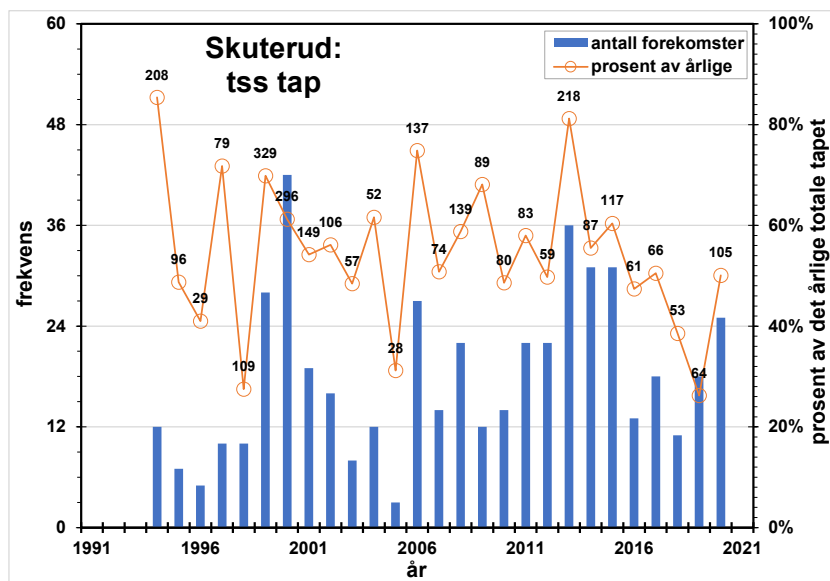
Det største daglige totP-tapet (44,8 g/daa) skjedde i Skuterud 22.mai.2023 (figur 4.11). Døgnerverdi med meget ekstrem totN (99,95 persentil) og tss tap (99,90 persentil), samt døgnerverdi med ekstrem (99,50 persentil) nedbør og avrenning skjedde i den samme episoden.



Figur 4.11. Høyeste daglige totP-tap som er registrert i Skuterud i 22.mai 2013.

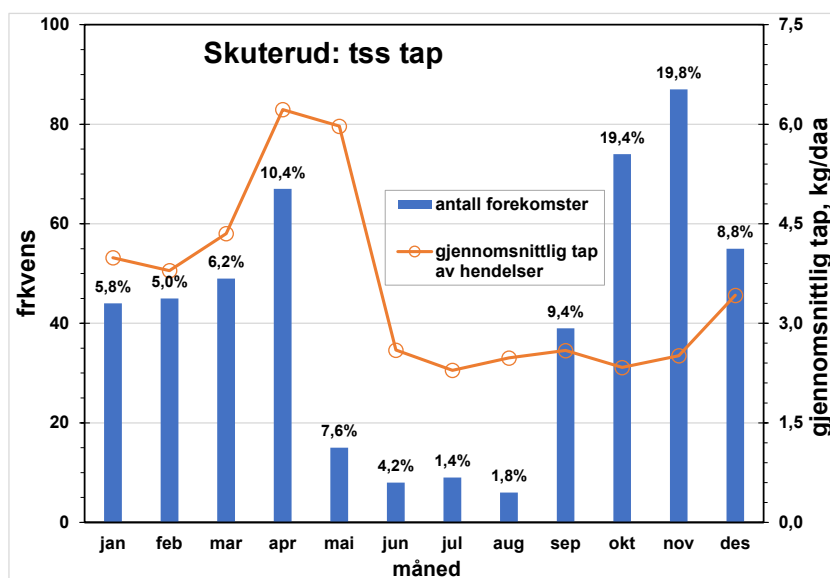
4.4.3 Erosjon, partikkeltap variasjon mellom år og måneder

Figur 4.12 viser at antallet forekomster ≥ 95 av daglige tss tap varierte mellom 3 (2005) og 42 (2000). Disse forekomster utgjorde mellom 26,2% (2019) og 85,4% (1994) av det årlige totale tss tapet. Selv om det totale årlige tapet av tss varierer stort mellom år (lavest i 2005 med 28 kg/daa og størst i 1999 med 329 kg/daa) så har andelen døgnerverdi av tss tap ≥ 95 persentilen i forhold til de årlige totale tap av tss blitt redusert i løpet av overvåkingsperioden.



Figur 4.12. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der tss tap er ≥ 95 percentilverdien for perioden 1994-2020 for Skuterud feltet, samt prosent av årlig tss tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale tss tapet (kg/daa) for det enkelte året.

Figur 4.13 viser fordeling pr måned av døgnverdier av tss ≥ 95 percentilen for perioden 1994- 2020. Det er flest forekomster av høye tap i april (13,5 %), oktober (14,9 %) og november (17,5 %). Mellom mai og august var forekomsten av slike høye verdier mindre enn 3 % (15 for mai, 8 for juni, 9 for juli og 6 for august) for hele overvåkingsperioden. April har også det høyeste gjennomsnittlige tapet (6, 2 kg/daa) for døgnverdier ≥ 95 percentilen. Det nest største gjennomsnittlige tapet ≥ 95 percentilen forekom for hendelser i mai måned (6 kg/daa) selv om det var liten frekvens for slike episoder i mai (15 forekomster og 3 % av alle døgnverdier ≥ 95 percentilen) i overvåkingsperioden.

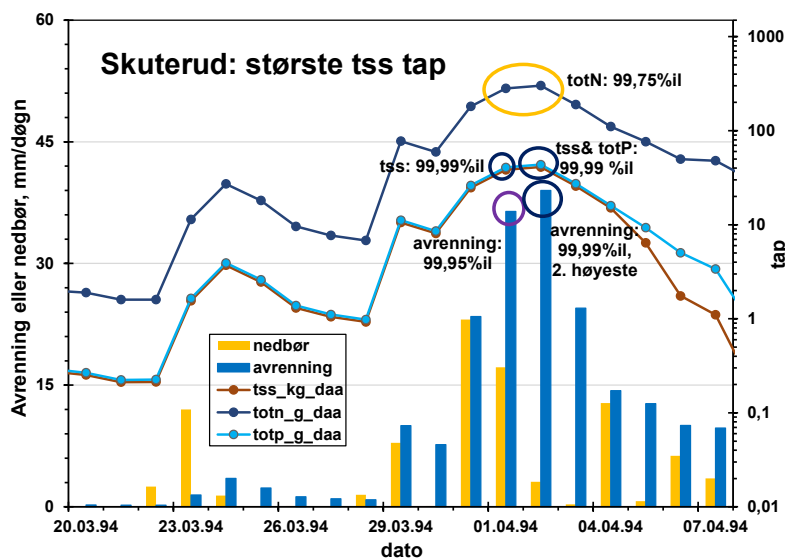


Figur 4.13. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgn tap ≥ 95 percentilen for Skuterud i perioden 1993-2020, samt gjennomsnittlig daglig tss tap (kg/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden.

Største tap av partikler

Det største – mest ekstreme - døgntapet av tss (38 kg/daa og 41 kg/daa) i Skuterud skjedde den 1. og 2. april i 1004 (figur 4.14 viser 99.99 percentilen). Også avrenningen var høy for disse døgn- meget ekstrem (36,4 mm; 99,95 percentilen i 1.april) og den nest høyeste verdi i overvåkingsperioden (39,0

mm, 99,99 persentilen 2.april). For 2. april var det også den nest høyeste døgnverdi for tap av totP (43,5 g/daa, 99,95 persentilen) og en ekstem verdi for totN (302 g/daa, 99,75 persentilen).

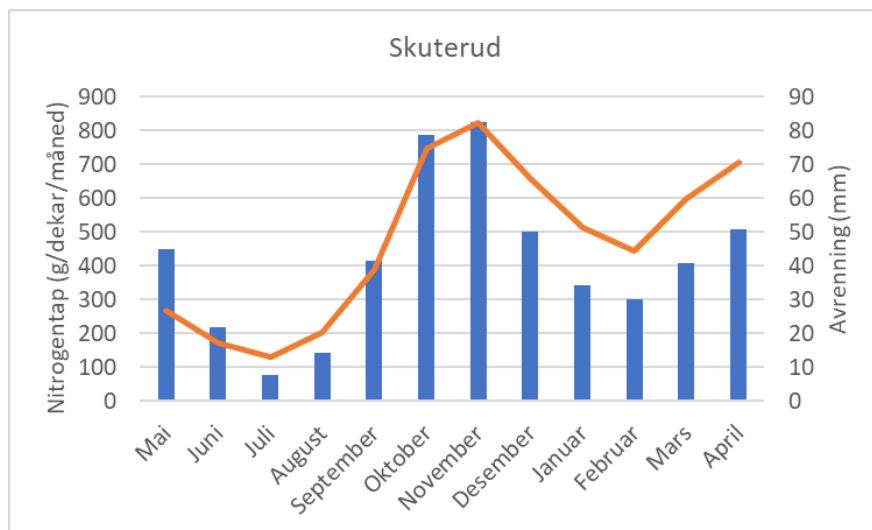


Figur 4.14. De største døgnverdier av tss-tap som er registrert i Skuterud, den 1. og 2. april 1994.

4.5 Eksempler på store og ekstreme episoder

4.5.1 Nitrogentap

I gjennomsnitt for overvåkingsperioden skjer de største nitrogentapene i oktober-november samtidig som avrenningen er størst i Skuterud (figur 4.15).



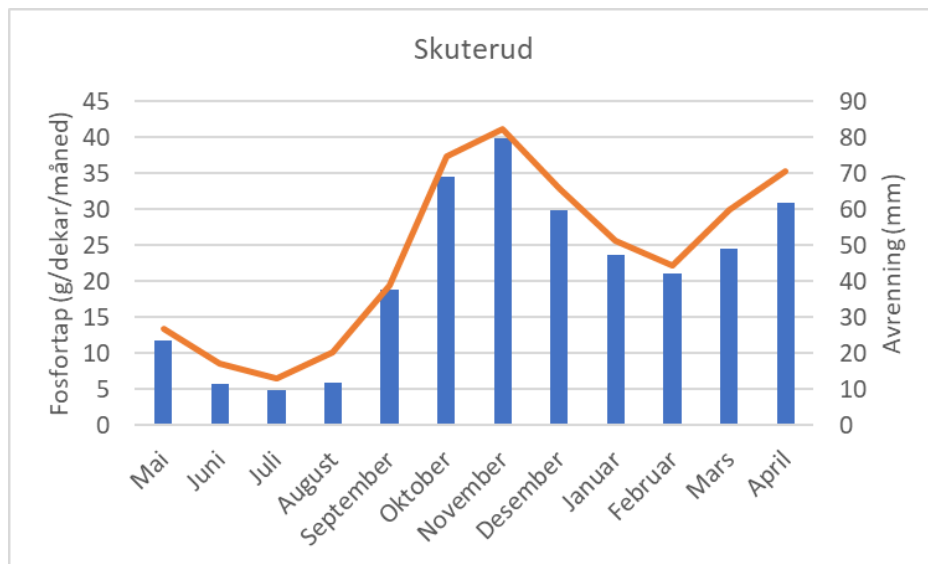
Figur 4.15. Avrenning og nitrogentap (g/dekar/måned) i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Basert på data fra blandprøver.

De største døgntapene av nitrogen har derimot skjedd i april – mai, men det har også vært store tap på døgnbasis om høsten. Særlig etter tørkesommeren 2018 var det store tap av nitrogen. Det var lite nedbør utover høsten og gode forhold for såing av høstkorn og jordarbeiding. Kun 20 % av arealet overvintret i stubb. I begynnelsen av november kom den første nedbøren som førte til utvasking og 11. November ble nitrogentapet 815 g/dekar og 12. november ble det 430 g/dekar. Det vil si at 20 % av årets nitrogentap kom i løpet av to døgn. Nitrogenbalansen (tilført nitrogen – bortført nitrogen) i 2018 (6,3 kg/dekar) var litt over gjennomsnittet for overvåkingsperioden (5,9 kg/dekar) og den

omfattende jordarbeidingen ga gode muligheter for mineralisering av organisk stoff og frigjøring av nitrogen.

4.5.2 Jord- og fosfortap

I gjennomsnitt for overvåkingsperioden skjer de største fosfortapene i oktober-november samtidig som avrenningen er størst i Skuterud (figur 4.16).



Figur 4.16. Avrenning og fosfortap (g/dekar/måned) i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Data basert på blandprøver i JOVA-programmet.

Jord- og fosfortapet er ganske likt. Det meste av fosfortapet er partikkelbundet på Østlandet (figur 4.16). Basert på døgnverdiene forekommer de mest ekstreme tapene i april – mai i Skuterud. Deretter kommer vinterperioden og høsten.

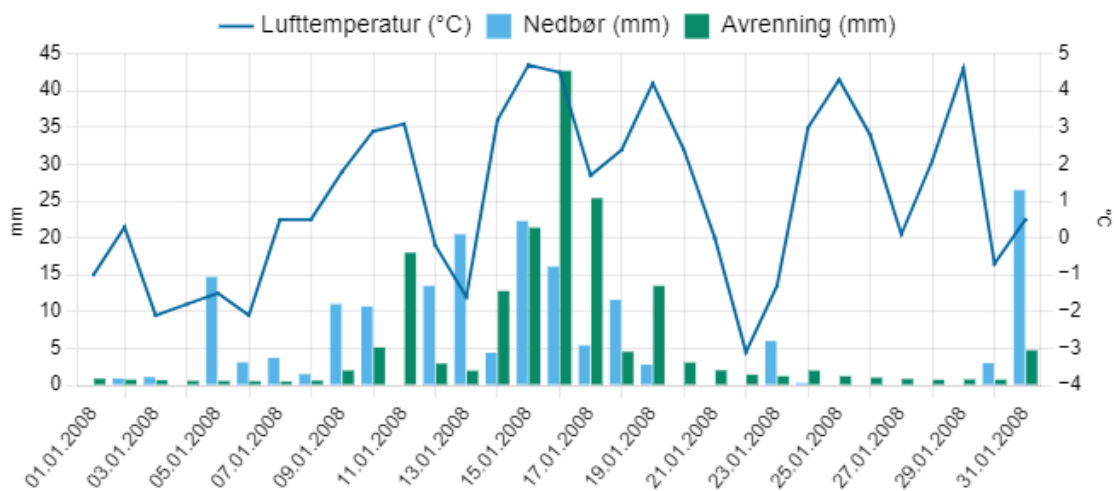
Mai måned har de største døgnverdier for fosfortap. Det skjer ikke så ofte, men når det skjer kan det være dramatisk. 22. mai 2013 kom det 46 mm nedbør i Skuterud, det ga 23 mm avrenning. At det ble store fosfortap skyldes av det nettopp var sådd på en del av arealet, men det var også høstkorn på en del av arealet (20%), noe som beskytter jorda bedre om våren enn nysådd åker. Det største fosfortapet (45 g/dekar) ble målt denne dagen i Skuterud. Nitrogentapet ble det femte største som er målt på en dag (22. mai) i Skuterud med 462 g N/daa på den ene dagen. Tap av partikler var det syvende største (24 kg/daa). Det var nettopp gjødslet og næringsstofftapene er derfor høyere rangert enn partikkeltapet.

Det er april måned som i gjennomsnitt har størst tap, mens det er mai som gir de største ekstremene (døgnverdier). Likevel er det også noen store episoder i april som 18. april 2013 da det kom regn på frosset jord på hele Østlandet. I Skuterud ble det målt 17 mm nedbør og det ble 15 mm avrenning. Det var ikke veldig kraftig nedbør og avrenning, men grunnen til de store jord- og fosfortapene er at jorda er frosset og at vannet renner i søk og forsenkninger (figur 4.17). Her kunne det vært en grasdekt vannvei til å armere jorda.



Figur 4.17. Erosjonsspor i høsthveteåker i Trøgstad 18. april 2018. Foto: NIBIO

I vinterperioden desember – januar har det vært flere store episoder i Skuterud. Den 16. januar 2008 ble det målt 42 mm avrenning. Det kom først nedbør uten avrenning i forkant (snø), etterfulgt av regn og snøsmelting (figur 4.18). Dette resulterte i tap av fosfor med 28 g dekar på en dag. Kun 22 % av arealet lå i stubb, resten var jordarbeidet.



Figur 4.18. Døgnverdier for nedbør, avrenning og lufttemperatur i januar 2008 (jovadata.nibio.no).

Det kom også mye nedbør 30. september 2006 (68 mm). Kun en gang i overvåkingsperioden har det kommet mer nedbør på en dag. Det var 8. juli 2015, da kom det 77 mm, men avrenningen ble kun 4 mm den dagen og ga ikke noen store verdier for jordtap eller næringsstofftap. På den 30. september i 2006 ble det 18 mm avrenning som var 2 % av årsavrenningen, 7 % av årets fosfortap, 9 % av årets jordtap og 6 % av årets nitrogentap. Denne høsten var det jordarbeiding på 73 % av jordbruksarealet i Skuterudfeltet enten med eller uten såing av høstkorn etter jordarbeidingen. Høsthveten dekker jorda lite om høsten (september) og gir økt risiko for erosjon også i bekkekanten (figur 4.19).

Ekstremværet Petra kom i september i 2015. I Skuterud ble det målt 49 mm nedbør og 26 mm avrenning. Den 17. september kom den 8. største nedbørmengde som er målt i Skuterud. Men jordtapet ble kun det 200-dreide største på en dag. Det var kun 15 % av arealet som var sådd med høstkorn det året. Ved såing av høstkorn blir det jordarbeidet tidlig i september og hadde det vært mer høstkorn ville det ha fått større konsekvenser for jordtapet. Senere på høsten ble en god del areal høstpløyd, totalt 82 % ble jordarbeidet, men det var etter ekstremværet Petra. Høstpløying skjer ofte i oktober. Sein høstpløying er en stor fordel dersom ekstremvær forventes tidlig på høsten, men det beskytter ikke mot videre høst og vinterepisoder.

Ved en avrenningsepisode sent på høsten vil en kunne ha både høstpløyd areal og høstkorn (med høstpløying). Den 1. desember 2007 kom det 38 mm nedbør og det ble 30 mm avrenning. Da var 75 % av arealet jordarbeidet og jordtapet ble det 40. største jordtap på ett døgn. Det vil si mye større jordtap sammenlignet med jordtapet 17. september 2015, hvor det høstpløyde arealet ennå ikke var pløyd.



Figur 4.19. Høsthvete nær bekkekanten i Skuterudfeltet om høsten. Foto: NIBIO.

5 Husdyrområde Sør- Vestlandet. Timefeltet.

5.1 Timefeltets karakteristikk

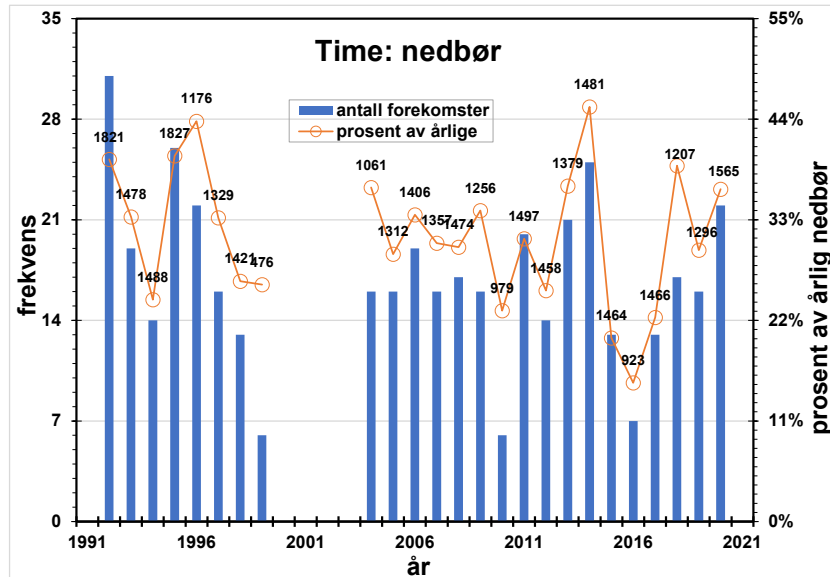
Timefeltet er dominert av husdyrproduksjon og grasdyrking, nærmere beskrevet i kapittel 2.1 og Bechmann m.fl (2021). I gjennomsnitt for overvåkingsperioden er avrenningen 817 mm, tapet av partikler 11 kg /daa, tapet av fosfor 184 g/daa og tapet av nitrogen 5,8 kg /daa.

5.2 Nedbør

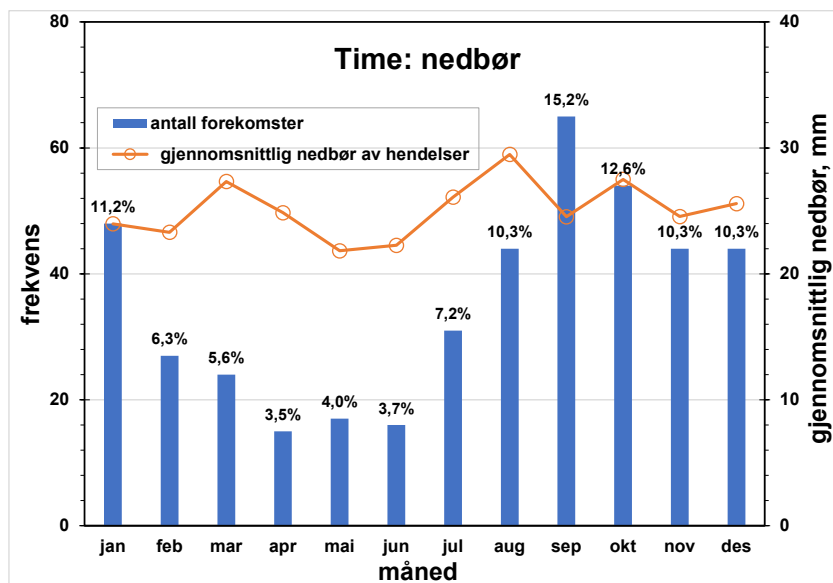
Figur 5.1. viser frekvens for de enkelte år i overvåkingsperioden av forekomster av daglig nedbør ≥ 95 persentilen. Det er stor variasjon mellom år- med høyest frekvens i 1992 (31 forekomster) og færrest for årene 1999 (6), 2010(6), og 2016(7). Nedbørmengden for disse døgn ≥ 95 persentilen varierte mellom 15% i 2016 og 45% i 2014 av den totale årlige nedbør i disse år for perioden 1991 til 2020.

Figur 5.2 viser fordeling på måned av forekomst av døgnverdier av nedbør ≥ 95 persentilen i perioden 1991- 2020. Sett over hele overvåkingsperioden på 30 år så er frekvensen av slik nedbør mindre enn eller lik 4 % for april (15 forekomster), mai (17), og juni (16). Forekomst av døgnverdier ≥ 95 persentilen øker fra juli og det er flest forekomster i september (65 episoder og 15,2 % av alle forekomster i overvåkingsperioden), frekvensen avtar igjen fra oktober.

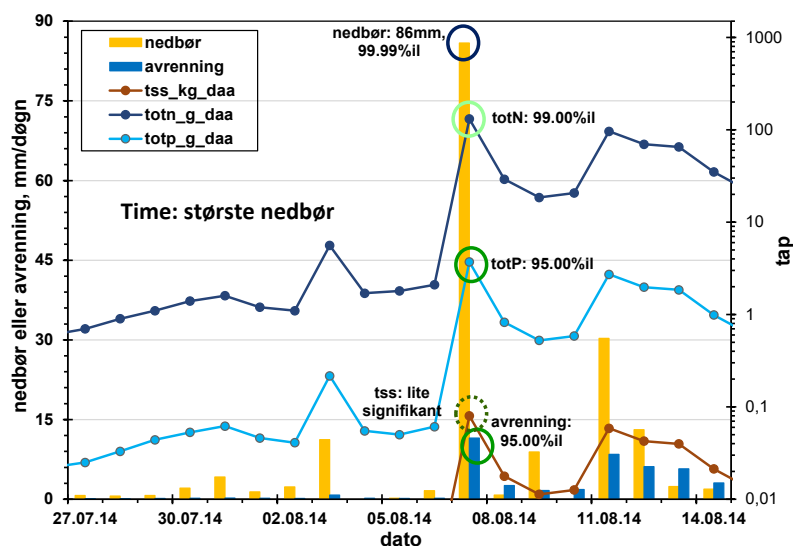
Den mest ekstreme døgnverdi av nedbør forekom 7. august 2014 (figur 5.3) med 86 mm. Denne episoden resulterte imidlertid ikke i ekstreme tap, men meget signifikant tap av totN og signifikante tap (95 persentilen) for avrenning og totP. Tap av tss var lite signifikant for den samme episoden.



Figur 5.1. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der nedbør er ≥ 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Time feltet, samt prosent av årlig nedbør av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale nedbøren (mm) for det enkelte året.



Figur 5.2. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnnedbør ≥ 95 percentilen for Time i perioden 1991-2020, samt gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten over 95 percentilen i overvåkingsperioden.



Figur 5.3. Den største døgnnedbør forekom i Time 7. august 2014.

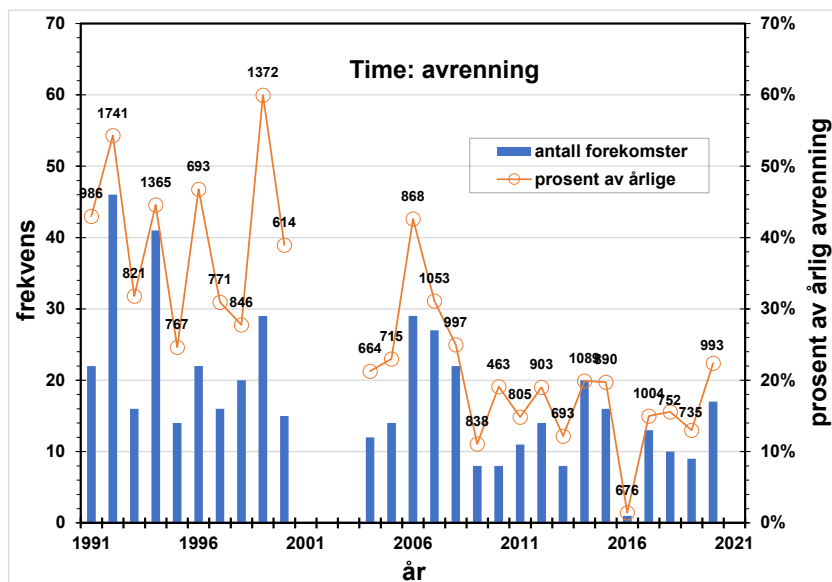
5.3 Avrenning

5.3.1 Avrenning, variasjon mellom år og måneder

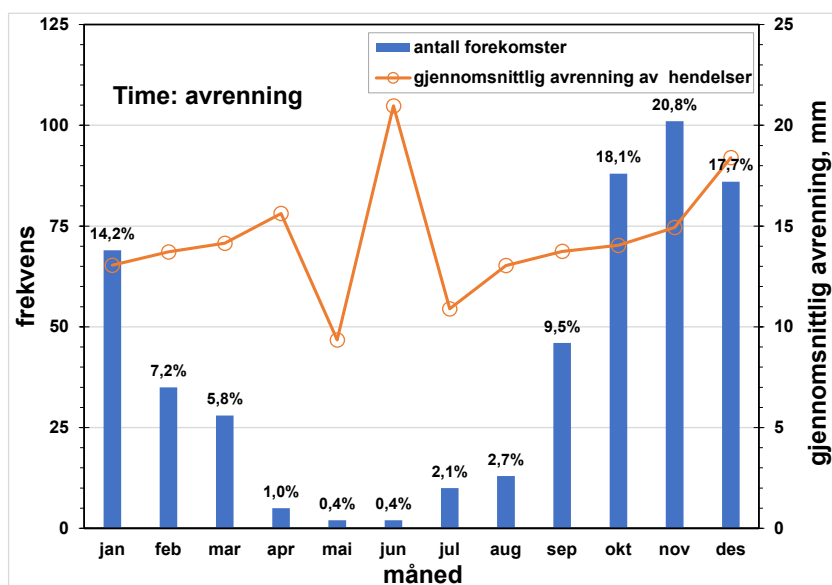
Figur 5.4 viser at antallet forekomster lik eller større enn 95 percentilen varierte mellom 1 (2016) og 46 i 1992. Disse forekomster utgjorde mellom 1,4% (2016) og 60,0% (1999) av årlig avrenning disse årene. Mens den totale årlige avrenning viste stor variasjon mellom år fra lavest i 2010 med 463 mm til høyest i 1992 med 1741 mm, så tyder resultatene på at andelen ≥ 95 percentilen i forhold til årlig avrenning har avtatt med tiden.

Figur 5.5 viser fordeling pr måned for døgnavrenning ≥ 95 percentilen i perioden 1991 til 2020. Det ble funnet høyest frekvens av døgnverdier ≥ 95 percentilen for november måned med 20,8 % av alle døgnverdier ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden. Mellom april og august var frekvens av slike høye verdier mindre enn 3 % (5 forekomster for april, 2 for mai og juni, 10 for juli, og 13 for august) for hele

overvåkingsperioden. Selv om juni hadde det laveste antallet av forekomster (≥ 95 percentilen) så var gjennomsnittsavrenningen for disse døgnverdiene for juni de høyeste med 21 mm. Antall forekomster økte i høstmånedene fra 2,7 % i august til en topp i november med 20,8 % for så å avta fra desember til juni.



Figur 5.4. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der avrenning ≥ 95 percentilverdien for perioden 1991- 2020 for Time feltet, samt prosent av årlig avrenning av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale avrenningen (mm) for det enkelte året.

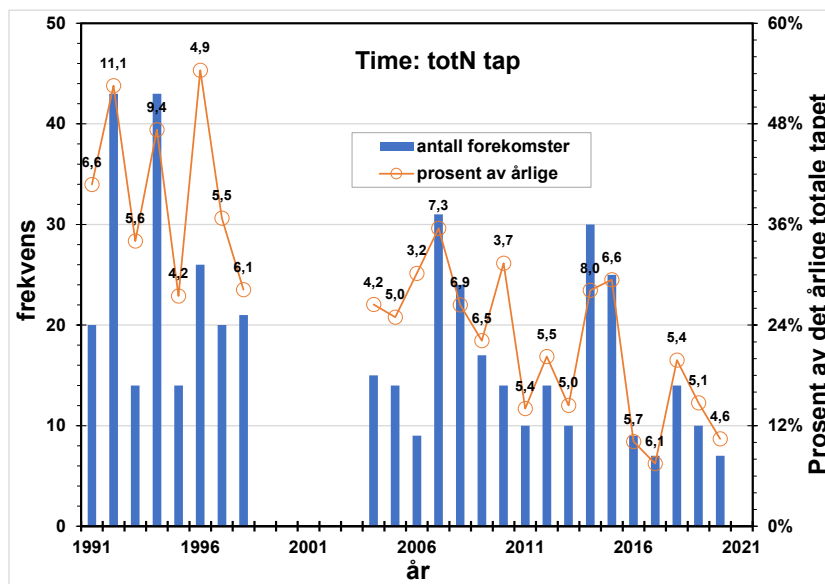


Figur 5.5. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnavrenning ≥ 95 percentilen for Time i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden.

5.4 Tap av nitrogen fosfor og partikler

5.4.1 Nitrogen, varisjon mellom år og måneder

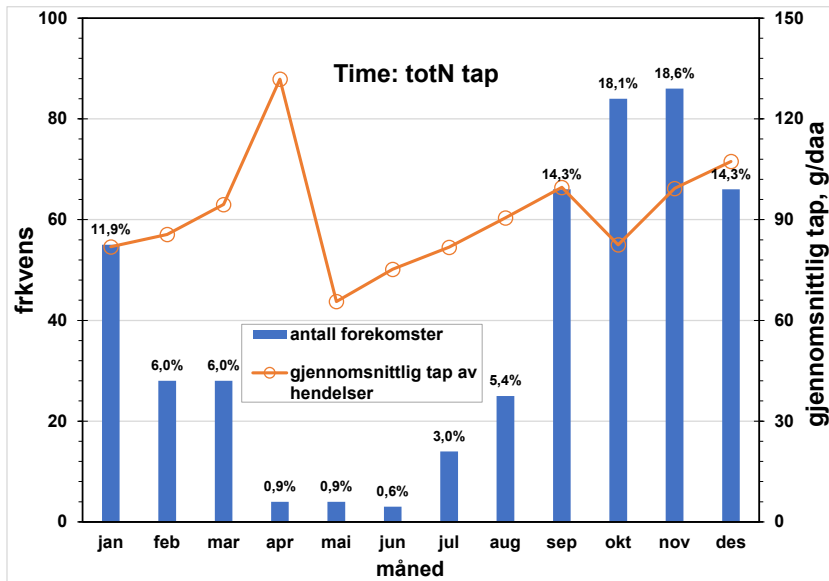
Figuren 5.6 viser at antallet forekomster ≥ 95 percentilen av døgnverdier av totN tap varierte mellom 7 (i 2017) og 43 (i 1992 og 1994). Disse forekomster utgjorde mellom 7,5% (2017) og 54,4% (1996) av den årlige avrenningen disse år. Mens det årlige tapet av totN viste stor variasjon mellom år (minst i 2006 med 3,2 kg daa og høyest i 1992 med 11,1 kg/daa) så har andelen av forekomster ≥ 95 percentilen i forhold til det årlige tapet økt med tiden i overvåkingsperioden. Dette er samme trend som for avrenning for Time feltet.



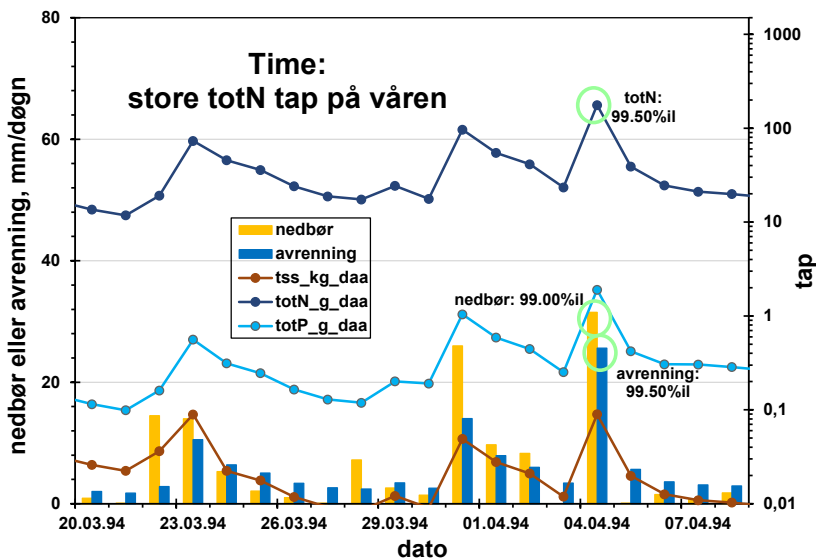
Figur 5.6. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totN tap ≥ 95 percentilverdien for perioden 1991- 2020 for Time feltet, samt prosent av årlig totN tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale totN tapet (kg/daa) for det enkelte året.

Figur 5.7 viser fordeling pr måned av døgnverdier av totN ≥ 95 percentilen i perioden 1991 til 2020. Det er flest forekomster av høye totN tap i november med 18,6 % av alle døgnverdier over ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden. Mellom april og juni var frekvensen av slike høye verdier mindre enn 1 % (4 forekomster for april og mai, og 3 for juni) for hele overvåkingsperioden. Selv om April har det laveste antallet forekomster, så er det gjennomsnittlige tapet for disse døgn i april de høyeste med 132 g/daa. Antallet forekomster økte fra sommermånedene og gjennom høsten fra 3 % i juli til en topp i november med 20,8 %, for så å avta fra desember til juni.

En ekstrem døgnverdi av tot Ntap forekom 4.april.2004 (Figur 5.8). Tapet av totP og tss var imidlertid ikke signifikant, men avrenningen var karakterisert som ekstrem (99,5 percentilen) og nedbør var meget signifikant.



Figur 5.7. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnerverdiene totNtap \geq 95 persentilen for Time i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten over 95 persentilen i overvåkingsperioden.

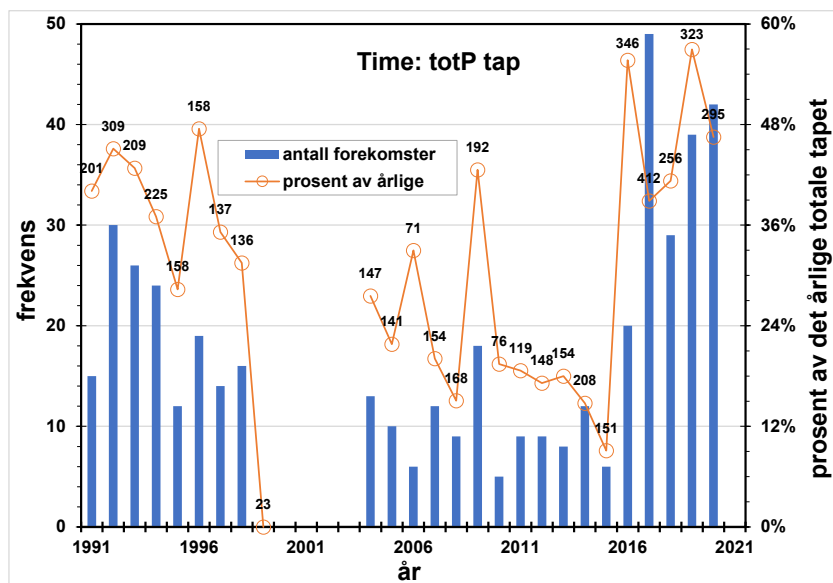


Figur 5.8. Ekstreme døgnerverdiene av tap av total N i Time 4. april 2004.

5.4.2 Fosfor, variasjon mellom år og måneder

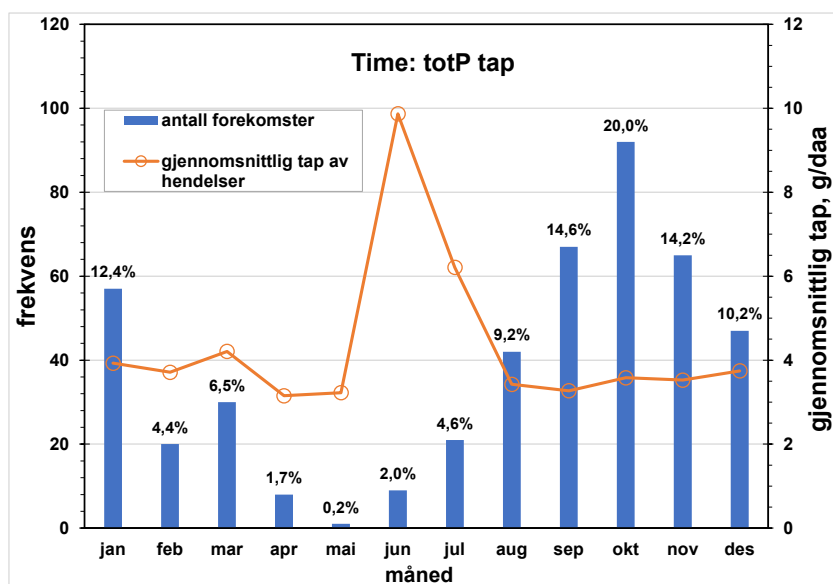
Figur 5.9 viser at antallet forekomster \geq 95 persentilen av daglige totP tap varierte mellom 5 (2010) og 49 (2017). Disse forekomster utgjorde mellom 9,1% (2015) og 57% (2019) av det årlige totP tapet. Det var stor variasjon mellom årlige tap fra lavest i 2006 med 71 g/daa til høyest i 2017 med 412 g/daa. Andelen av forekomster med døgnerverdiene over 95 persentilen i forhold til årlige totP tap avtok generelt med tiden i overvåkingsperioden, men viser en økning fra 2016 til 2020.

Når en tar hensyn til at andelen \geq 95 persentilen for avrenning har avtatt med tiden så skyldes mest sannsynlig økningen i tot P andelen i forhold til årlige tap at totP konsentrasjonene har økt fra 2016 til 2020.



Figur 5.9. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totP tap \geq 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Time feltet, samt prosent av årlig totP tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale totP tapet (g/daa) for det enkelte året.

Figur 5.10 viser fordeling pr måned av døgnverdier for totP tap \geq 95 persentilen i perioden 1991- 2020. Det var høyest forekomst av døgnverdier for oktober med 20% av alle forekomster \geq 95persentilen i overvåkingsperioden. Det høyeste gjennomsnittlige tapet av disse forekomstene var for juni måned (9.9 g/daa) selv om frekvensen av hendelser for juni var lav (9 forekomster og 2 % av alle forekomster over \geq 95 persentilen). Mellom april og juni var frekvensen av slike høye forekomster mindre enn 2 % (4 for april, 1 for mai og 9 for juni) for hele overvåkingsperioden.

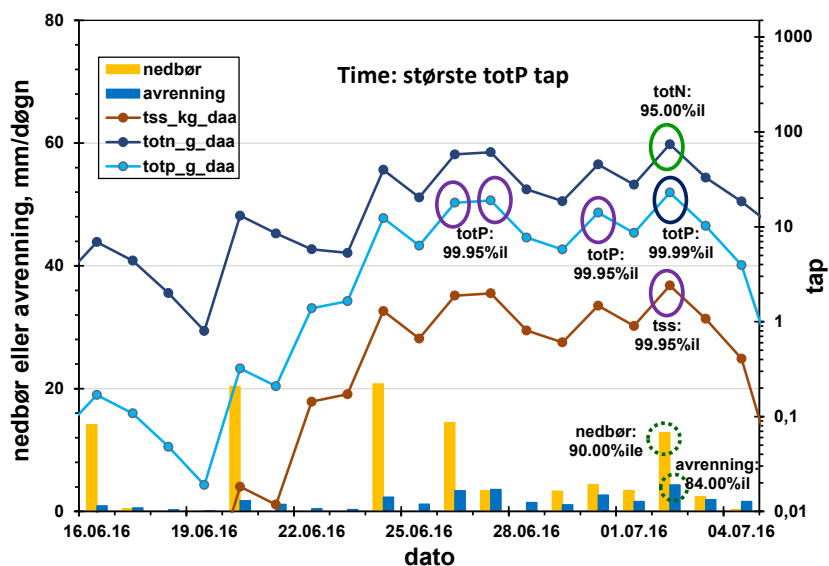


Figur 5.10. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnverdier av totP tap \geq 95 persentilen for Time i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten \geq 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største tap av tot P

Det største døgn tapet av totP (44,8 g/daa, 99,99 persentilen) forekom i Time 2.juli 2016 (Figur 5.11). Det var tre meget ekstreme episoder med totP tap i løpet av en uke før den absolutt største episoden skjedde. Det var også meget ekstreme tap av tss og totN i denne episoden. Disse store tap skjedde selv

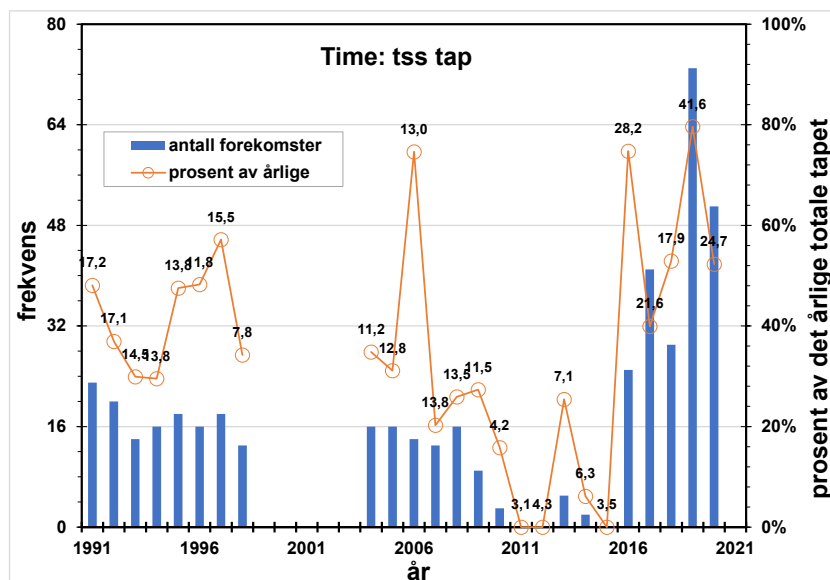
om forekomsten av nedbør var lite signifikant (90 persentilen) og avrenningsmengden ikke signifikant (bare 84 persentilen).



Figur 5.11. Størst døgntap av tot P forekom i Time 2. juli 2016.

5.4.3 Erosjon, partikkeltap, variasjon mellom år og måneder

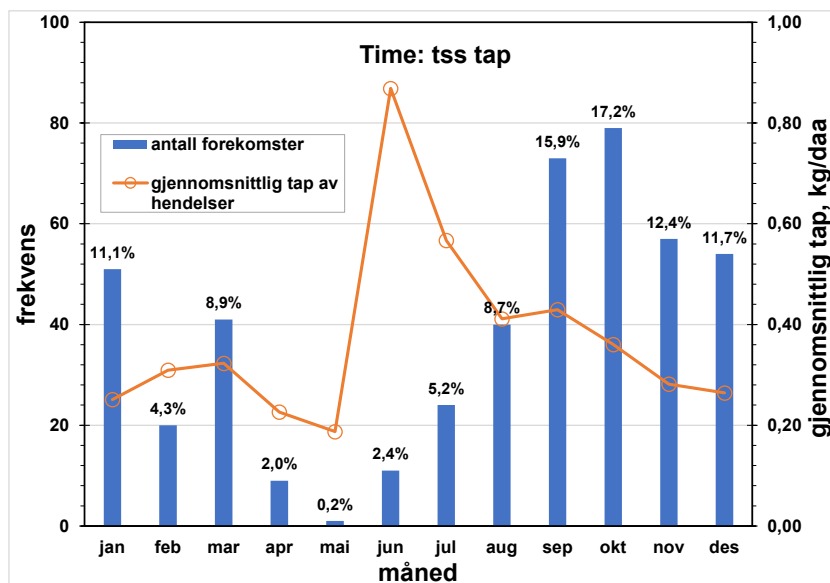
Figuren 5.12 viser at antallet forekomster ≥ 95 persentilen av døgnerverdier av tss tap varierte mellom null (2011, 2012, og 2015) og 73 (2019). Disse forekomster utgjorde mellom 0% (2011, 2012, og 2015) og 80% (2019) av det årlige tss tapet. Det var stor variasjon i årlige tap med lavest tap i 2011 med 3,1 kg /daa og høyest i 2019 med 41,6 kg /daa. Andelen av høye døgntap ≥ 95 persentilen i forhold til årlige tss tap har generelt avtatt fra 1991 til 2015, avbrutt av en økning mellom 2016 og 2020. Dette er samme trend som for totP tapet i Time.



Figur 5.12. Frekvens- antall døgner de enkelte år (blå søyler) der tss tap ≥ 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Time feltet, samt prosent av årlig tss tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale tss tapet (kg/daa) for det enkelte året.

Figur 5.13 viser fordeling pr måned av døgnerverdier for tss ≥ 95 persentilen fra 1991 til 2020. Det er flest forekomster i oktober (79) med 17,2 % av alle forekomster ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden. Det høyeste gjennomsnittlige tapet for disse forekomster skjedde i juni

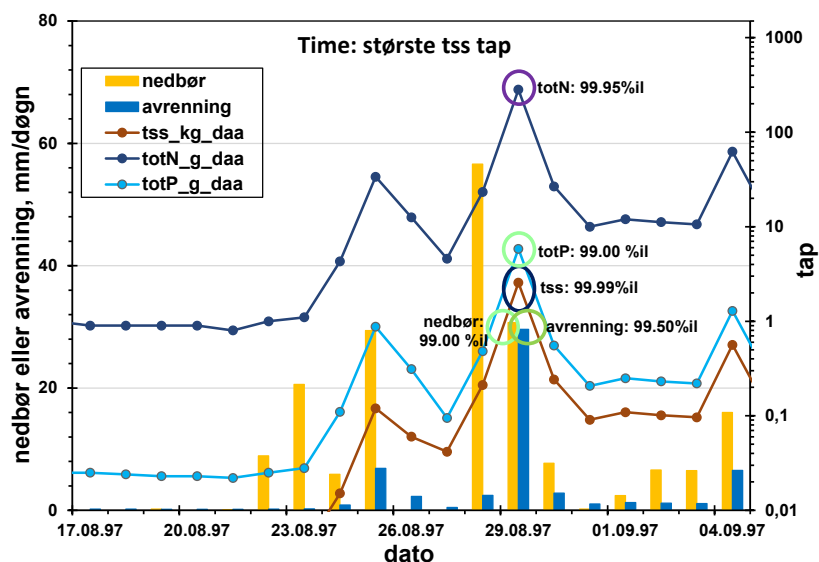
(0.9g/daa) til tross for en lav frekvens \geq persentilen (11 forekomster og 2 % av alle forekomster \geq 95 persentilen). Mellom april og juni var forekomsten av slike høye døgnerverdi mindre enn 2 % (9 forekomster i april, 1 for mai og 11 for juni) for hele overvåkingsperioden.



Figur 5.13. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnerverdi av tss tap \geq 95 persentilen for Time i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig døgnerverdi for tss tap (kg/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten \geq 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største partikkeltap

Det største døgntap for tss (2, 6 kg/daa) i Time skjedde 29 august i 1997 (figur 5.14). Det var meget signifikant nedbør i denne episoden og ekstrem avrenning. Episoden førte også til et meget ekstremt nitrogentap (99,99 persentilen) og ekstremt totP tap. I tillegg var det en meget ekstrem nedbørepisode dagen før.



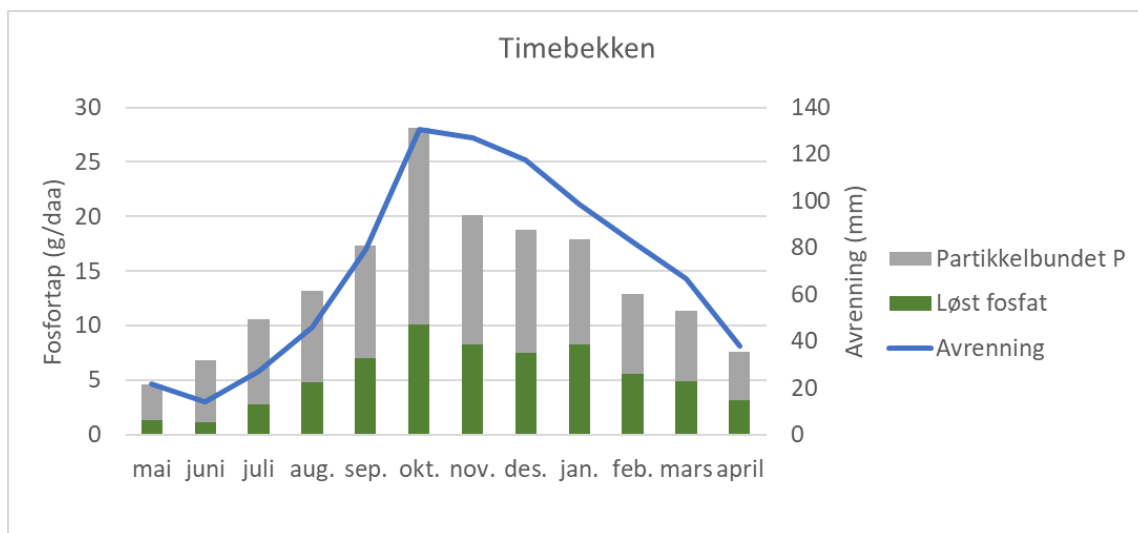
Figur 5.14. Størst døgntap av tss tap forekom i Time 29 august 1997.

5.5 Eksempler på store og ekstreme hendelser

På Jæren og i Rogaland har det vært stor interesse for fosfortap fra jordbruksarealer. Eksempelene som er presentert her gjelder fortrinnsvis tap av fosfor og jord (partikler) og nitrogen er kun i noen grad inkludert.

I gjennomsnitt for overvåkingsperioden skjer de største tapene av fosfor (blandprøver) fra Timefeltet om høsten, særlig i oktober (figur 5.15). Det skyldes blant annet at det er den perioden med mest nedbør og avrenning. I gjennomsnitt for overvåkingsperioden er det også størst tap av jord og løst fosfat i oktober.

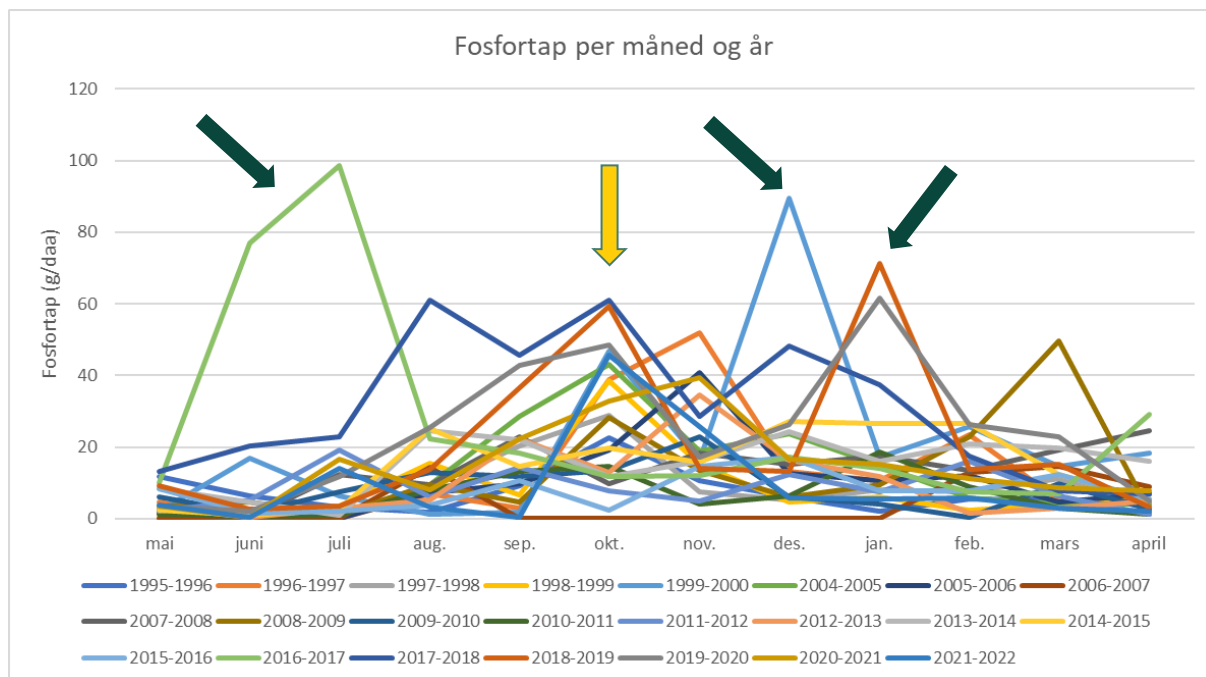
Konsentrasjonene i blandprøver varierer lite mellom måneder bortsett fra at vintermånedene har litt lavere konsentrasjoner av partikkelbundne stoffer når en ser på gjennomsnitt. Partikkelbundet fosfor utgjør 60 % av totalfosfor og betyr derfor mest for fosfortapene, men når det gjelder biotilgjengeligheten, er det løst fosfat som er det viktigste. Det er dette som er umiddelbart tilgjengelig for algevekst. Tap av løst fosfat er også størst i oktober (figur 5.15). Derimot var de største døgnverdier for fosfortap ikke i oktober.



Figur 5.15. Avrenning og tap av løst og partikkelbundet fosfor (g/dekar/måned) i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Basert på blandprøver fra JOVA-programmet.

Figur 5.16 viser fordelingen av fosfortap på måneder for hvert år i overvåkingen. De aller største månedlige fosfortapene skjedde i juni-juli 2016 (hhv. 77 og 99 g/dekar/måned). Det er også en måned med store tap i desember 1999 (90 g/dekar) og januar 2019 (70 g/dekar). Oktober som er den måned med gjennomsnittlig størst tap har ikke de mest ekstreme månedstapene, men det er derimot jevnt over store fosfortap i oktober.

I analysen av ekstremer og store tap er det brukt **døgnverdier** (fra blandprøver) for fosfortap. For døgnverdier i Timebekken er det også juni-juli 2016 som har det fleste store og ekstreme fosfortapene. Det vil si en kombinasjon av høy konsentrasjon og/eller stor avrenning.



Figur 5.16. Tap av fosfor (g/dekar/måned) for hvert år i overvåkingsperioden. Måneder med de største fosfortapene er vist med grønn pil. Oktober er vist med gul pil.

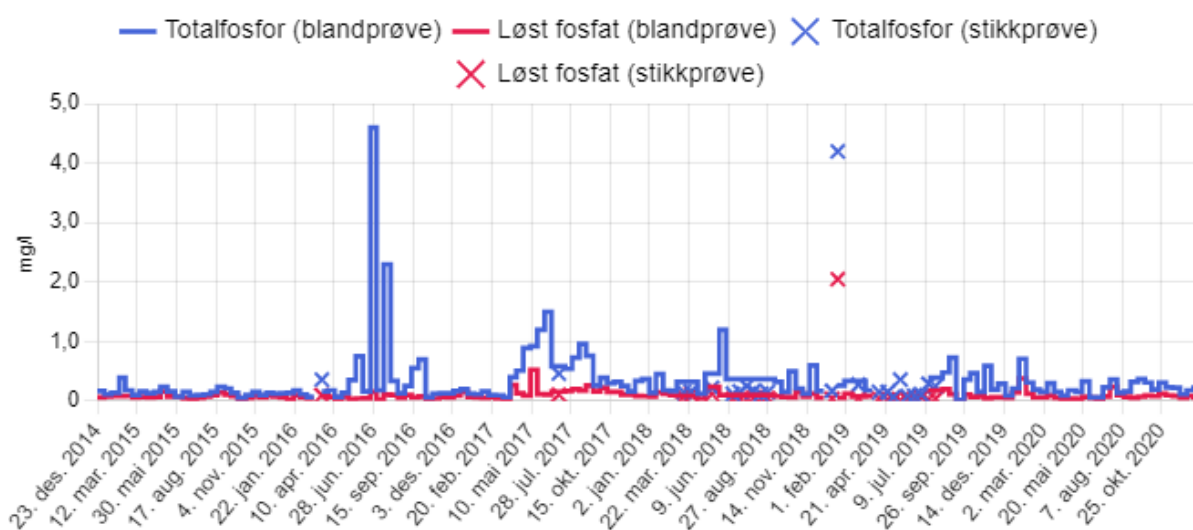
Døgnene med de største fosfortapene i overvåkingsperioden er rangert etter størrelse. 2. juli 2016 var det døgn i overvåkingsperioden som hadde størst fosfortap. Dessuten var mange døgn sommeren 2016 med store fosfortap. Etter juni-juli 2016 kommer 13. januar 2019, 5. september 2019, 8. mars 2009 og 6. november 1992. Generelt er de største døgntapene av jord og fosfor i Timebekken små sammenlignet med de store og ekstreme episoder i felt med mer åpen åker (se også kapittel 7).

5.5.1 Stor episode om sommeren

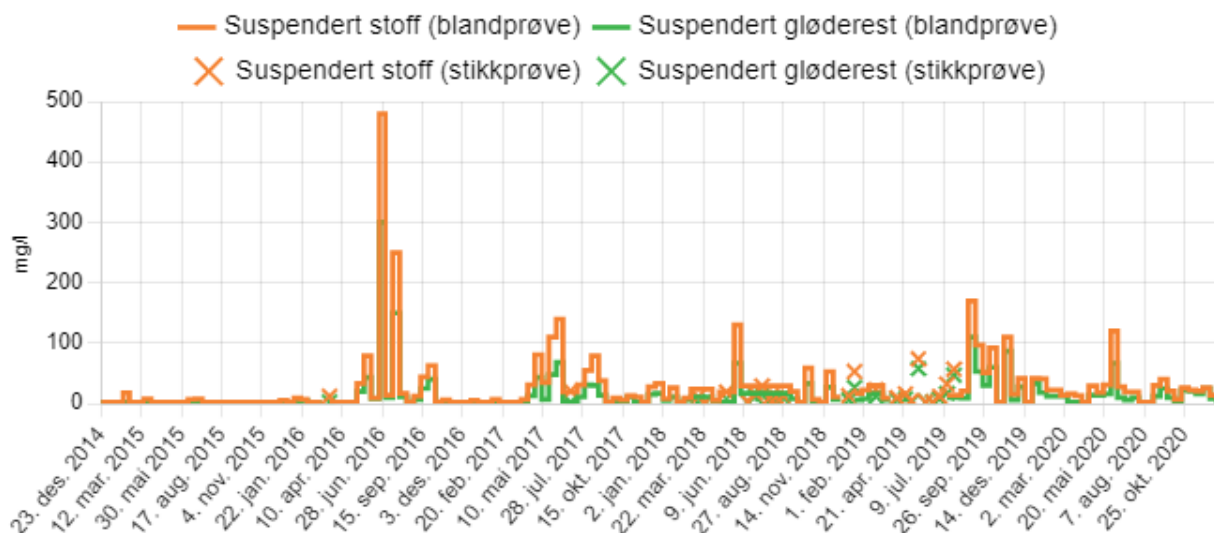
Det var meget høye konsentrasjoner i to blandprøver i juni og juli 2016 (figur 5.17) som ga mange ekstreme døgnverdier for fosfortap den sommeren. Det kom en del nedbør i slutten av juni og i slutten av juli, men det var ikke ekstreme verdier for nedbør og intensiteten var ikke over 20 mm per døgn (figur 5.11).

I juni-juli 2016 ble det også funnet relativt store døgnverdier for jordtap, noe som henger sammen med avrenningsepisoder med relativt høye konsentrasjoner av partikler (figur 5.18). De høye konsentrasjonene av fosfor henger sammen med jordtapedet. Det er relativt lave konsentrasjoner av løst fosfat i denne perioden. De store fosfortapene er dermed i hovedsak relatert til erosjon.

Våren 2016 ble det (16 mai) skålharvet og sådd et betydelig areal med vårkorn (12 % av arealet). Ikke siden 1995 ble det sådd så mye vårkorn. Jordarbeiding og såing om våren er en fordel med hensyn til risiko for erosjon og fosfortap fremfor jordarbeiding om høsten, men det utgjør likevel en risiko for tap av jord og fosfor om våren og tidlig sommer dersom det kommer kraftig nedbør.



Figur 5.17. Konsentrasjon av totalfosfor og løst fosfat i blandprøver fra Timebekken 2015-2021 (jovadata.nibio.no).



Figur 5.18. Konsentrasjon av partikler i blandprøver fra Timebekken 2015-2021 (jovadata.nibio.no).

5.5.2 Stor episode i januar

Det er registrert en meget høy konsentrasjon av totalfosfor (4,2 mg/l) og løst fosfat (2,1 mg/l) i en stikkprøve i januar 2019 (figur 5.17). Stikkprøven er tatt 14. januar 2019. På grunn av metoden der vi interpolerer mellom stikkprøver har resultatene fra denne prøven gitt store beregnede fosfortap for flere døgn i januar og det største døgn tapet ble beregnet for 13. januar 2019 pga. stor avrenning den dagen.

I overvåkingen tar vi vanligvis blandprøver som representerer gjennomsnittskonsentrasjonen over rundt to uker, men konsentrasjonen kan variere innenfor den to ukers periode og noen ganger varierer den mye. I dette tilfellet har vi tatt stikkprøve fordi det var problemer med måleutstyret og mer eller mindre tilfeldig har det blitt en prøve med meget høy konsentrasjon. Denne prøven er tatt når vannføringen var lav etter en periode med høy avrenning. Høy konsentrasjon ved lav vannføring blir ofte sett når det er punktutslipp.

Årsaken til den meget høye konsentrasjonen i stikkprøven er usikkert. Det var ikke høy konsentrasjon av partikler, men konsentrasjonen av løst fosfat og organisk nitrogen var høy, noe som kan tyde på at kilden til fosforet er organisk, f.eks. husdyrgjødsel eller avløp.

Det var flere relativt kraftige avrenningsepisoder før uttak av denne prøven. Det er tatt en stikkprøve 10 dager tidligere som ikke viser tilsvarende høy konsentrasjon og etterfølgende blandprøver viser heller ikke slike høye verdier. Det ble spreidd en del husdyrgjødsel i august 2018, men det er lite sannsynlig at det er direkte avrenning fra dette et halvt år senere. I 2020 ble det registrert lekkasje på et gjødsellager i nedbørfeltet. Det er ukjent om denne lekkasjen kan ha bidratt til episoden allerede i januar 2019. Denne episoden viser at det er viktig å ha fortsatt ha fokus på reduksjon av punktutslipp. Andre vinterepisoder har gitt mindre ekstreme tap av jord og fosfor (figur 5.19).



Figur 5.19. Vinterepisode i Time (12. januar 2012). Den dagen var det avrenning på 90-persentilen, jordtap på 50-persentilen og fosfortap på 75-persentilen. Foto: NIBIO

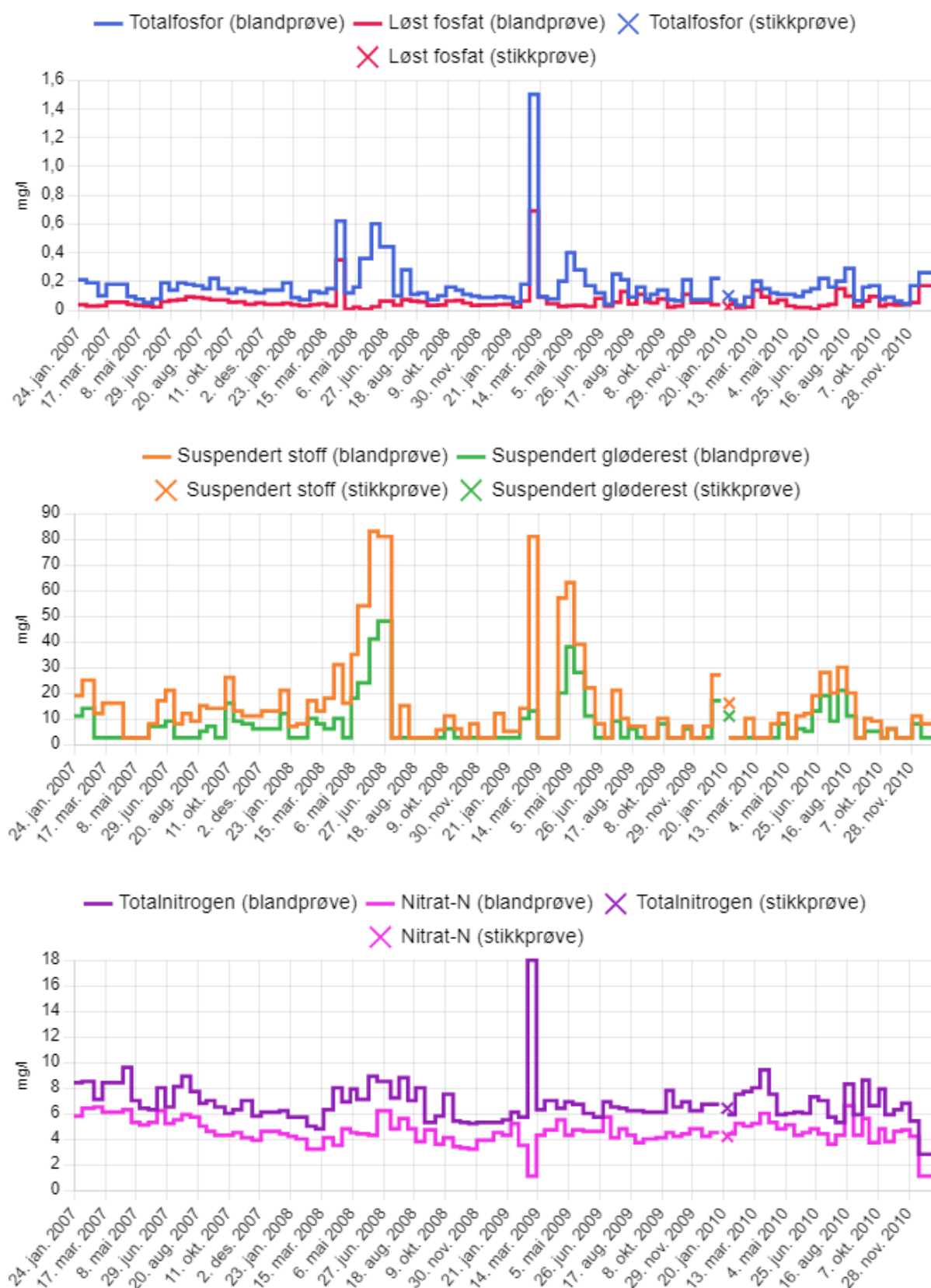
5.5.3 Stor episode tidlig om høsten

En kraftig nedbørepisode i begynnelsen av september 2019 førte til de nest største døgntapene av jord i Timebekken den 5. september 2019. Det kom 20 mm nedbør og avrenningen ble 12 mm den dagen. Jordtapet ble på 2,3 kg/dekar og fosfortapet 10 g/dekar. Forut for nedbør og avrenningsepisoden ble det spredd husdyrgjødsel den 24. august 2019 på 10 % av arealet og 20 dekar ble pløyd 25. august 2019.

5.5.4 Stor episode om våren

Det var stort fosfortap 8. mars 2009. I tillegg ble det registrert store tap av partikler, løst fosfat og mye organisk nitrogen (totalnitrogen minus nitrat) (figur 5.20). Det var lite mineralpartikler (gløderest) og partiklene er i hovedsak organiske partikler. Det var ikke noe areal som var jordarbeidet og dermed

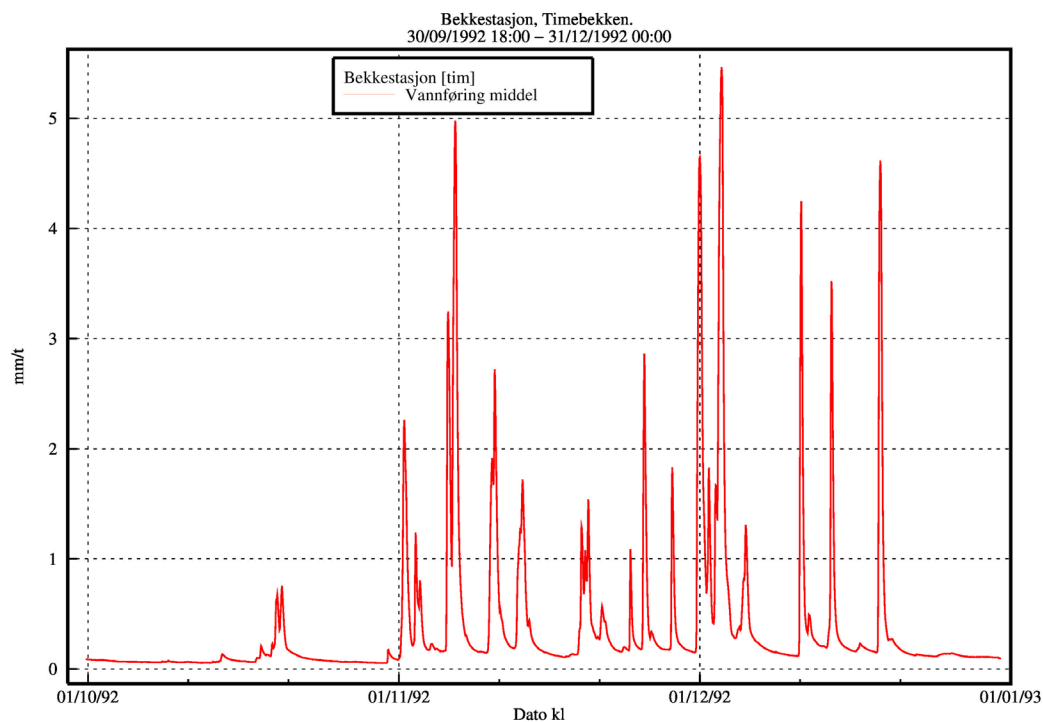
var det liten risiko for erosjon. Det er ingen registrering av spredning av husdyrgjødsel før april det året. Lekkasje fra gjødsellager kan være en mulighet, men det er ukjent.



Figur 5.20. Konsentrasjon av suspendert stoff, suspendert gløderest (A), totalfosfor, løst fosfat (B), totalnitrogen og nitrat (C) i blandprøver fra Timebekken 2007-2010 (jovadata.nibio.no).

5.5.5 Stor episode sent om høsten

Basert på døgnverdier var det ekstremt store fosfortap 6. november 1992 (10 g/dekar/døgn). Da var konsentrasjonene ikke høye, men det var en kraftig avrenningsepisode (65 mm avrenning/døgn) som ga stort totaltap (figur 5.21).



Figur 5.21. Avrenning i mm/time for Timebekken 30. september 1992 – 31. desember 1992.

De største tapene av fosfor i Timebekken skyldes jordarbeiding på en del av jordbruksarealet i nedbørfeltet. Eksemplene fra døgn med store fosfortap som er vist tyder også på at det kan ha vært bidrag fra punktutslipp i nedbørfeltet enten fra avløp eller fra lekkasje på gjødsellager.

6 Grønnsaksområde Sør-Østlandet. Vasshaglona feltet.

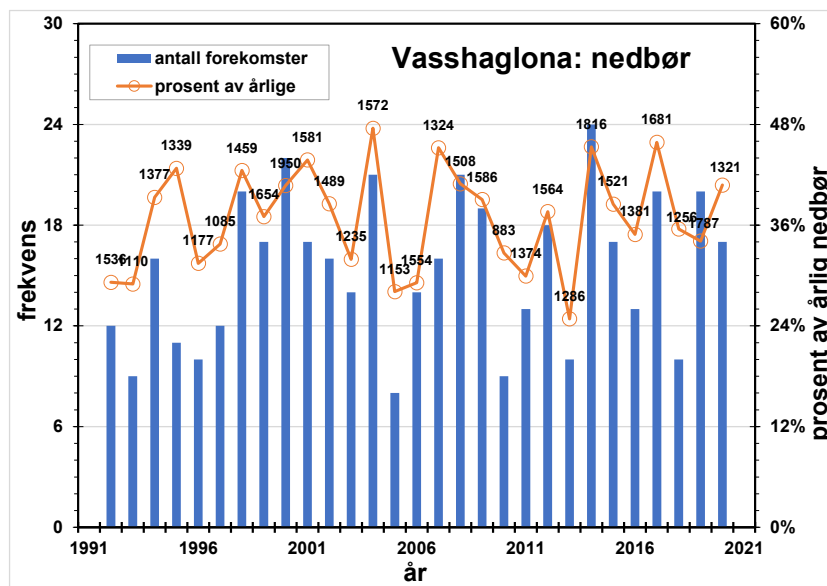
6.1 Vasshaglona karakteristikk

Vasshaglona er dominert av grønnsaksdyrking, nærmere beskrevet i kapittel 2.1 og i Bechmann mfl. (2021). I gjennomsnitt for overvåkingsperioden er årlig avrenning 1009 mm, tapet av partikler 146 kg /daa, tapet av fosfor 703 g /daa og tapet av nitrogen 9,4 kg /daa.

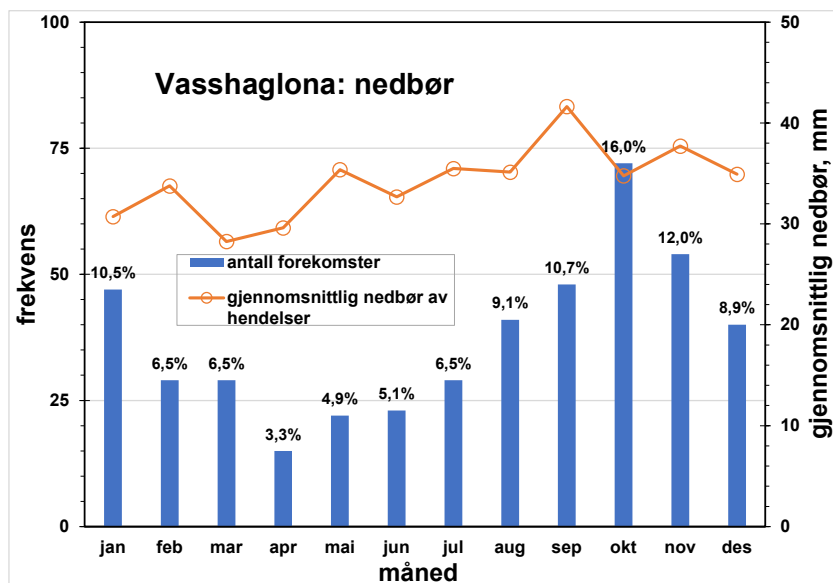
6.2 Nedbør

Figur 6.1. viser frekvens for de enkelte år i overvåkingsperioden av forekomster av daglig nedbør ≥ 95 persentilen. Figuren viser at det er stor variasjon mellom år- med høyest frekvens i 2014 (24) og færrest for årene 2005 (8). Nedbørmengden for døgn over 95 persentilen varierte mellom 24,8% i 2013 og 47,5% i 2004 av den totale årlige nedbør for perioden 1992 til 2020. Det var stor variasjon i årlig nedbør med minst i 2010 (883 mm) og størst i 2000 (1950 mm).

Figur 6.2 viser fordeling pr måned av forekomst av døgnverdier av nedbør ≥ 95 persentilen i perioden 1992- 2020. Sett over hele overvåkingsperioden på 30 år så er frekvensen av slik nedbør mindre enn 5 % for april og mai (færre enn 22 for hver måned). Forekomst av døgnverdier ≥ 95 persentilen øker fra juni og har flest forekomster i oktober (72 episoder og 16 % av alle forekomster), frekvensen avtar igjen fra november.



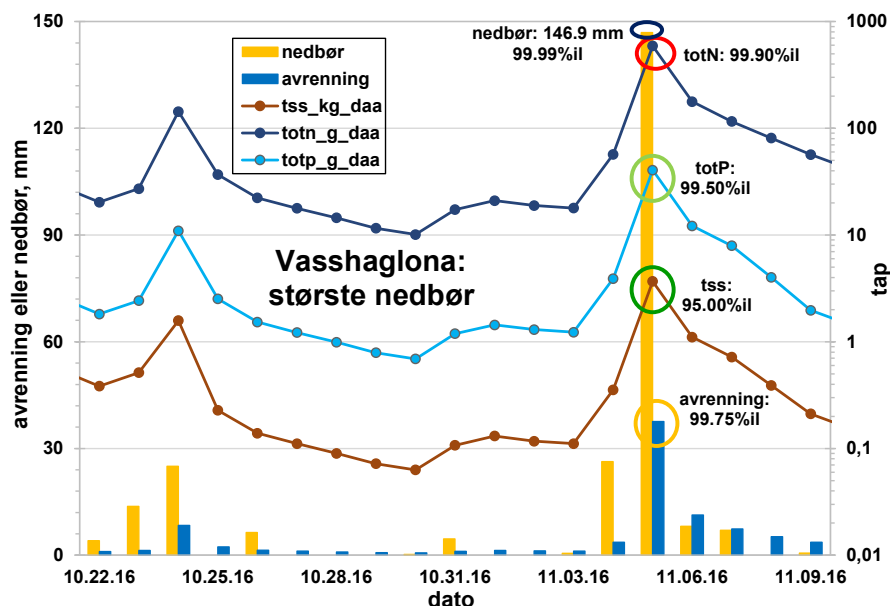
Figur 6.1. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der nedbør ≥ 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Vasshaglona feltet, samt prosent av årlig nedbør av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale nedbøren (mm) for det enkelte året.



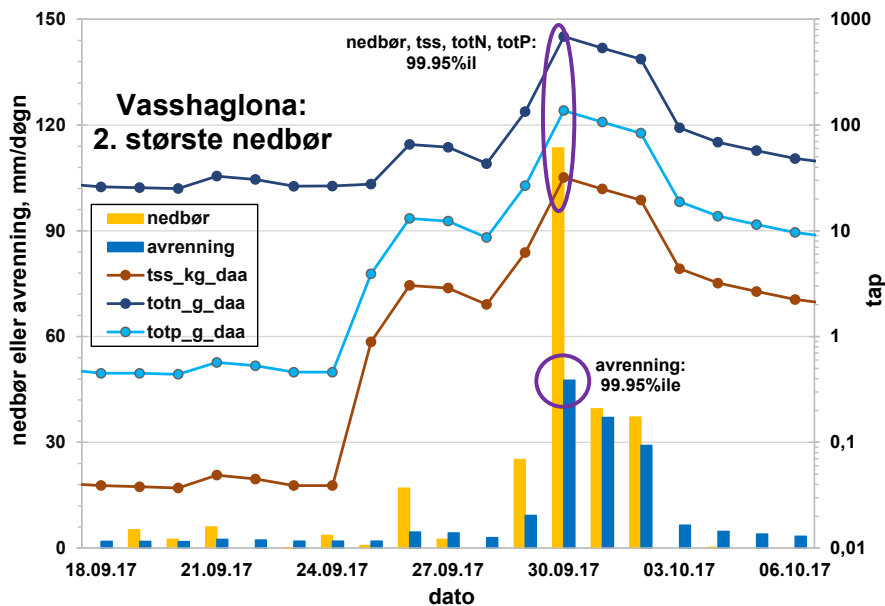
Figur 6.2. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnnedbør ≥ 95 persentilen for Vasshaglona i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Størst nedbør

Den største døgnnedbøren med 147 mm (99,99 persentilen) i Vasshaglona forekom 5. november 2016. (figur 6.3). Denne episoden førte også til et meget ekstremt tot N tap, ekstremt tot P tap, ekstrem avrenning og et signifikant tap av tss. Til sammenligning så førte den nest høyeste døgnverdi (113, 5 mm, 99,95 persentilen) den 30 september i 2017 til et meget ekstremt tap av tss, tot P, tot N tap og til meget ekstrem avrenning (figur 6.4).



Figur 6.3. Den største døgnnedbør forekom i Vasshaglona 5. november 2016.



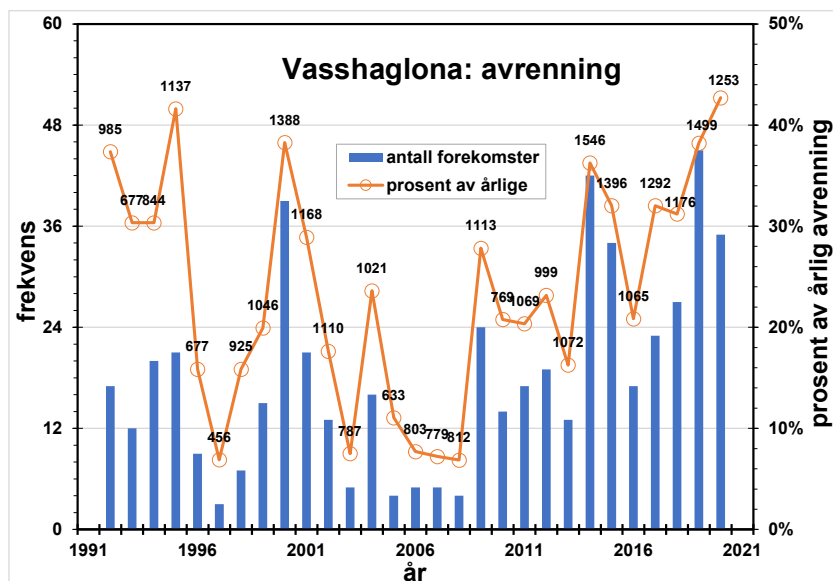
Figur 6.4. Den nest største døgnnedbør (99,95 persentil) i Vasshaglona 30.september i 2017.

6.3 Avrenning

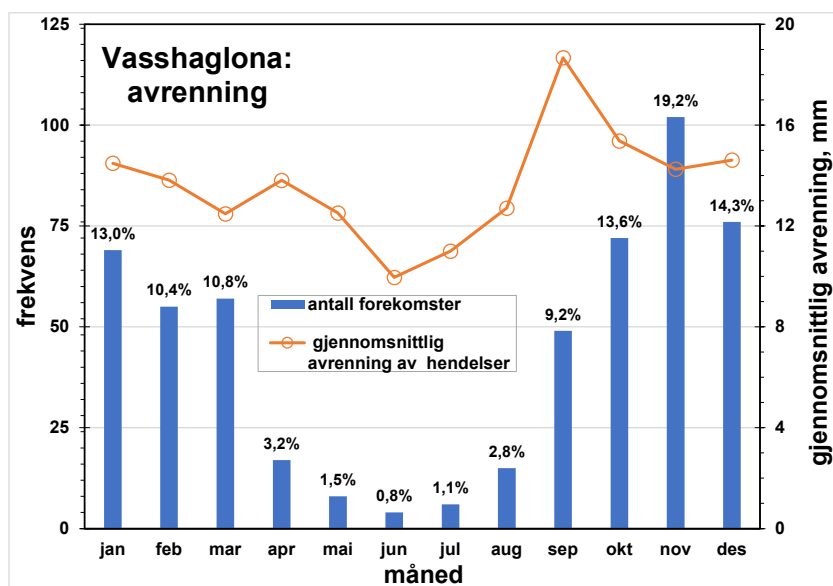
6.3.1 Avrenning, variasjon mellom år og måned

Figur 6.5 viser at antallet forekomster ≥ 95 persentilen varierte mellom 3 (i 1997) og 45 i 2019. Disse forekomster utgjorde mellom 6,9% (i 1997 og 2008) og 42,7% (2020) av årlig avrenning disse årene. Den totale årlige avrenningen viste stor variasjon mellom år fra lavest i 1997 med 456 mm til høyest i 2014 med 1546 mm. Resultatene indikerer også at andelen ≥ 95 persentilen i forhold til årlig avrenning generelt har avtatt ned fra 1992 til 2008, men økt brått fra 2009 til 2020.

Figur 6.6 viser fordeling pr måned for døgnavrenning ≥ 95 persentilen i perioden 1992 til 2020. Det ble funnet høyest frekvens av døgnverdier ≥ 95 persentilen for november måned med 19,2 % av alle døgnverdier ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden. Mellom mai og august var frekvensen av slike høye verdier mindre enn 3 % (8 forekomster for mai, 4 for juni, 6 for juli, og 15 for august) for hele overvåkingsperioden. Antall forekomster økte i høstmånedene fra 2, 8 % i august til en topp i november med 19,2 % for så å avta i vinterperioden fra desember og februar. Den største gjennomsnittsavrenningen for disse forekomster ≥ 95 persentilen var for september måned med 18.7 mm.



Figur 6.5. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der avrenning er ≥ 95 percentilverdien for perioden 1991- 2020 for Vasshaglona feltet, samt prosent av årlig avrenning av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir den totale avrenningen (mm) for det enkelte året.

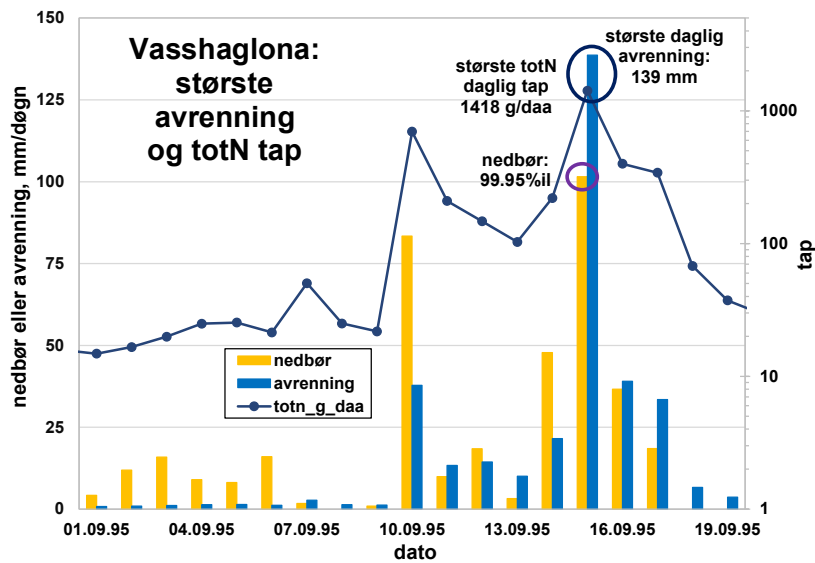


Figur 6.6. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnavrenning ≥ 95 percentilen for Vasshaglona i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden.

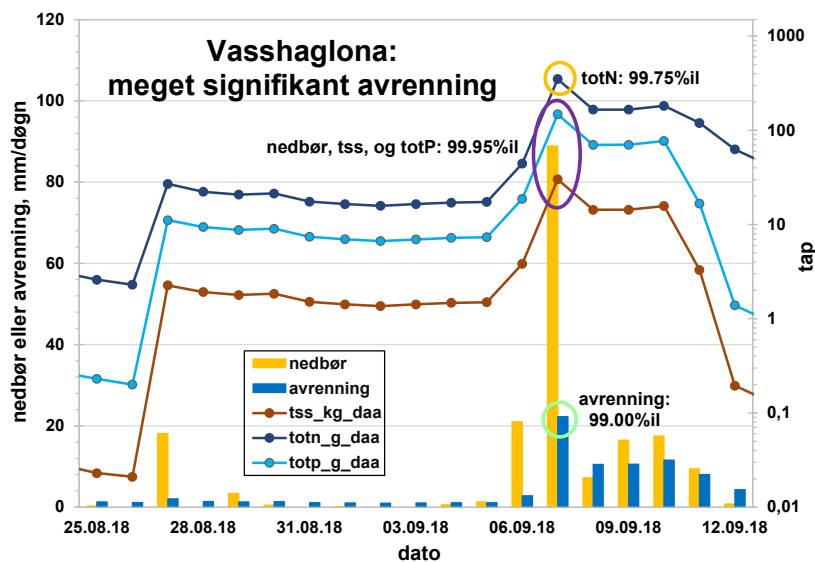
6.3.2 Størst avrenning

Den største avrenning med døgnverdi på 139mm (99,99 percentilen) skjedde 15. septembr 1995. Denne episode resulterte også i det høyeste døgn tap av totN. Nedbøren for denne episoden var meget ekstrem med 101,5 mm (99,95 percentilen). Dessverre er det ingen tilgjengelige data om tap av tss og tot P for denne episoden.

Det var en signifikant, men ikke ekstrem avrenning (22,2 mm, 99,00 percentilen) den 7. september 2018. Imidlertid var både nedbør, tss og totP tap meget ekstreme (99,95 percentilen) og tapet av totN var ekstremt med 350 g/daa (99,75 percentilen).



Figur 6.7. Største daglig avrenning og daglig totN tap i Vasshaglona den 15. september i 1995.



Figur 6.8. Meget signifikant avrenning i Vasshaglona, 7. september 2018.

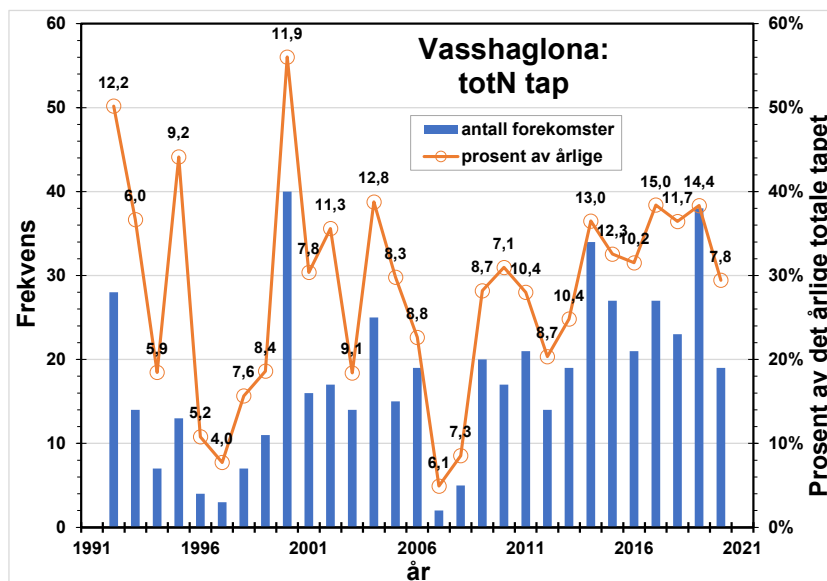
6.4 Tap av nitrogen, fosfor og partikler

6.4.1 Nitrogen, variasjon mellom år og måneder

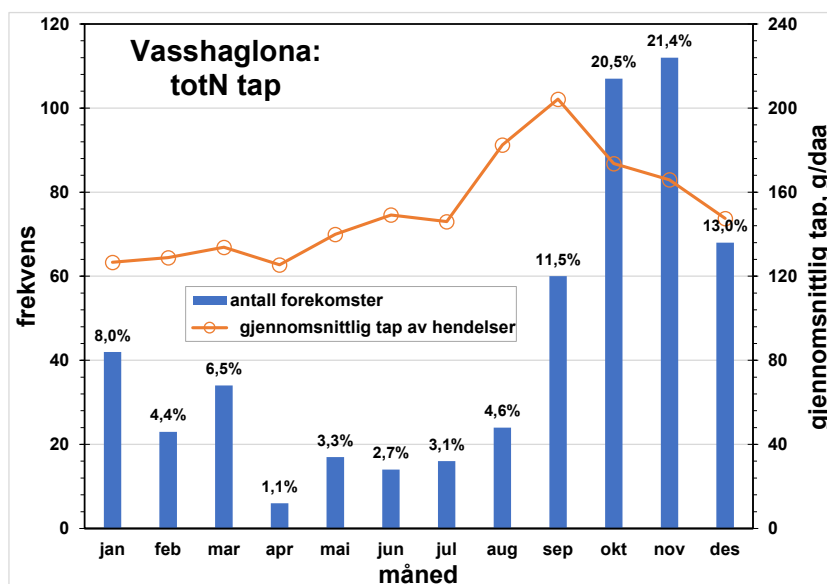
Figuren 6.9 viser at antallet forekomster ≥ 95 percentilen av døgnverdier av totN tap varierte mellom 2 (2007) og 40 (2000). Disse forekomster utgjorde mellom 4,9% (2007) og 56% (2000) av den årlige avrenningen disse år. Det årlige tapet av totN viste stor variasjon mellom år (minst i 1997 med 4 kg/daa og høyest i 2017 med 15 kg/daa).

Figur 6.10 viser fordeling pr måned av døgnverdier av Tot N ≥ 95 percentilen for perioden 1992 til 2020. Det er flest forekomster av høye Ntap i november med 21,4 % av alle døgnverdier over ≥ 95 percentilen i overvåkingsperioden. Mellom april og juli var frekvensen av slike høye verdier mindre enn 3,5 % (6 forekomster for april, 17 for mai, 14 for juni, og 16 for juli) for hele overvåkingsperioden.

Antallet forekomster økte fra sommermånedene og gjennom høsten fra 3,1 % i juli til en topp i november med 21,4 %, for så å avta fra desember til februar.



Figur 6.9. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totN tap er ≥ 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Vasshaglona feltet, samt prosent av årlig totN tap av disse forekomstene (oransje linje). Verdier over søylene angir totN tapet (kg/daa) for det enkelte året.



Figur 6.10. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- med døgnverdier av totNtap ≥ 95 -persentilen for Vasshaglona i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosenttall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Største nitrogentap.

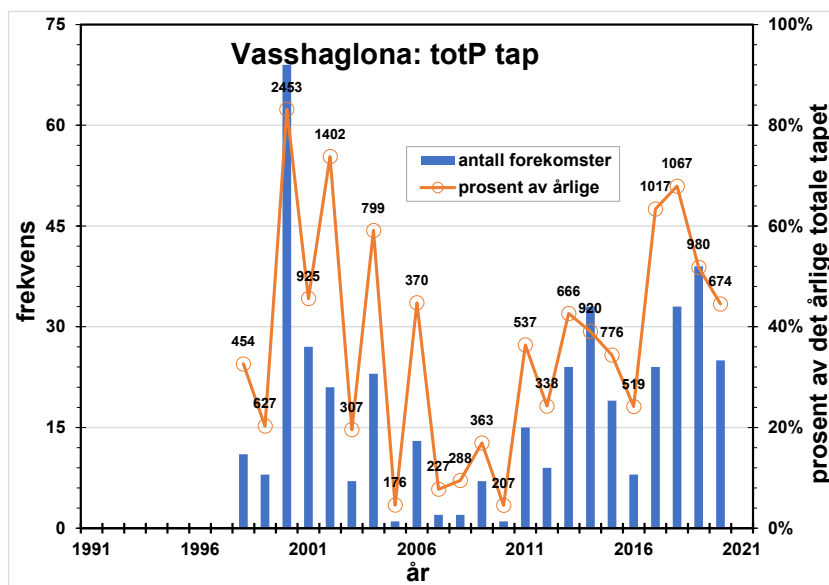
Dette er omtalt under kapittel 6.3.2 og i figur 6.7 og 6.8.

6.4.2 Fosfor, variasjon mellom år og måneder

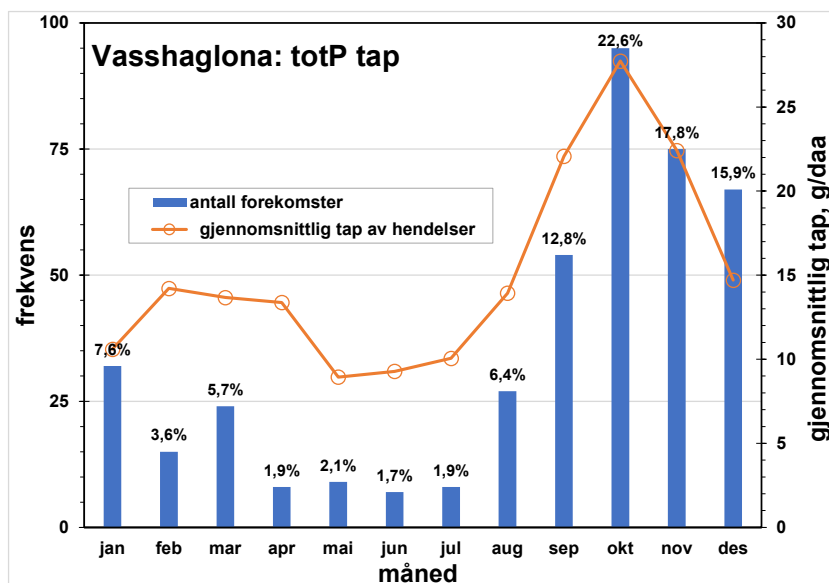
Figur 6.11 viser at antallet forekomster lik eller større enn 95 persentilen av daglige totP tap varierte mellom 1 (i 2005 og 2010) og 69 (2000). Disse forekomstene utgjorde mellom 4,5% (i 2010) og 83,2% (i 2000) av årlige totale totP tapet. Det var stor variasjon i årlige tap med lavest tap i 2005 med 176 g

/daa og høyest i 2000 med 2453 g/daa. Andelen av høye døgn tap ≥ 95 persentilen i forhold til årlige totP tap har generelt avtatt fra 2000 til 2008 for så å øke mellom 2009 og 2020. Dette er samme trend som for avrenning i Vasshaglona.

Figur 6.12 viser fordeling pr måned av døgnverdier av TotP ≥ 95 persentilen for perioden 1998 til 2020. Det er flest forekomster av høye Ptap i oktober med 22,6 % av alle døgnverdier over ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden. Mellom april og juli var frekvens av slike høye verdier mindre enn 2,1 % (8 forekomster for april, 9 for mai, 7 for juni, og 8 for juli) for hele overvåkingsperioden. Antallet forekomster økte fra sommermånedene og gjennom høsten fra 1,9 % i juli til en topp i oktober med 22,6 % for så å avta fra november til februar. Det høyeste gjennomsnittstapet av totP forekommer for november med 27,7 g/daa.



Figur 6.11. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der totP tap er ≥ 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Vasshaglona feltet, samt prosent av årlig totP tap av disse forekomstene (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale totP tapet (g/daa) for det enkelte året.

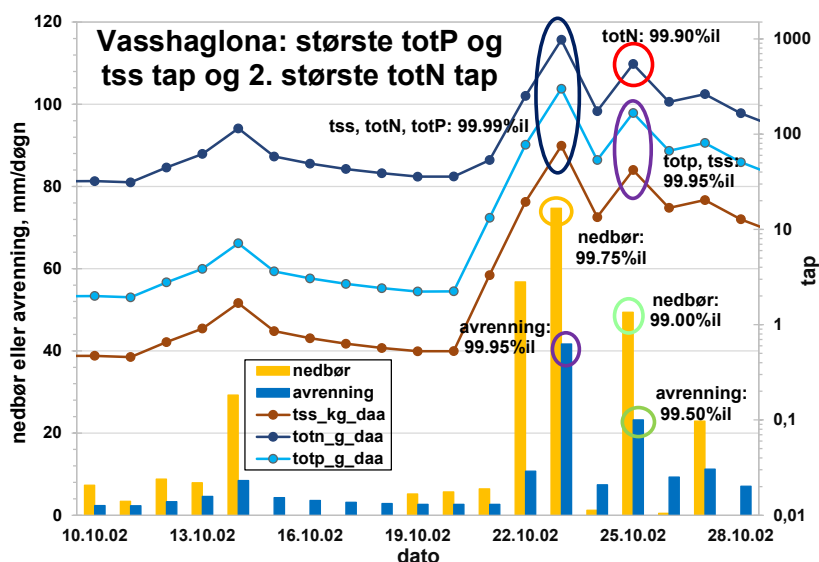


Figur 6.12. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgn tap av totP ≥ 95 th-persentilen for Vasshaglona i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) for disse dagene (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

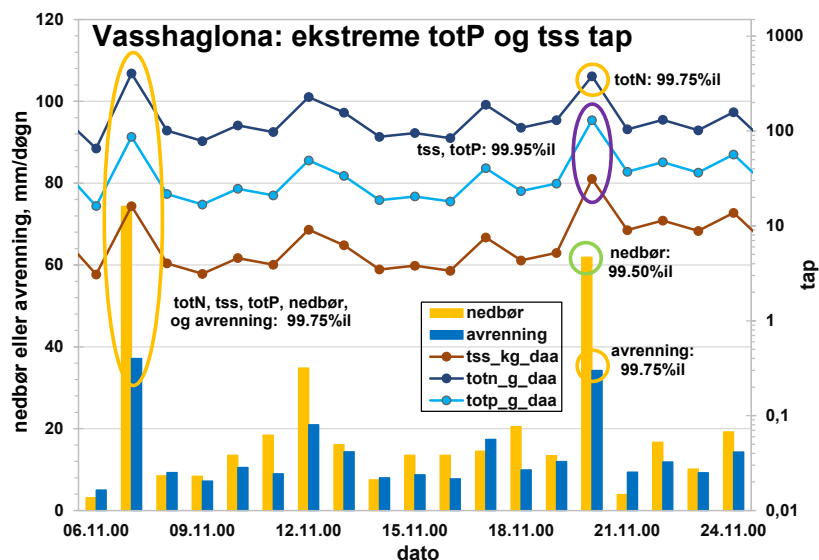
Største tap av partikler og totP

Det største døgntap av tot P med 399 g/daa (99,99 persentilen) sammen med tap av tss på 75,5 kg /daa (99,99 persentilen) skjedde 23 oktober 2002 (figur 6.13). Denne episoden resulterte i det nest høyeste tapet av totN med 977 g/daa (99,99 persentilen). Nedbøren for denne episoden var meget ekstrem med 74,4 mm (99,90 persentilen).

Det var også en ekstrem døgnerverdi 29. november 2000 med totP tap på 130,4 g/daa, tss tap 31kg/daa sammen med ekstrem nedbør 61,9 mm, avrenning 34,2 mm, totN tap på 378 g/daa (figur 6.14).



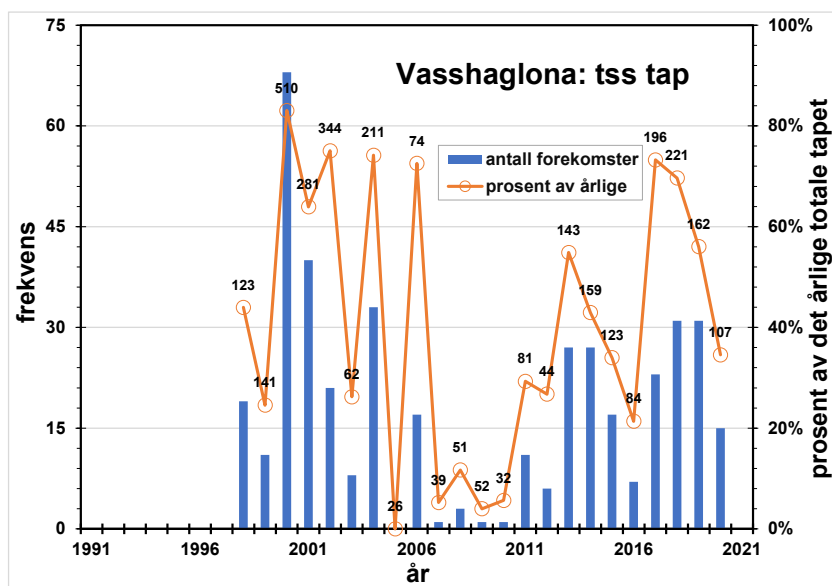
Figur 6.13. Største totP og tss tap i Vasshaglona, 23. oktober 2002.



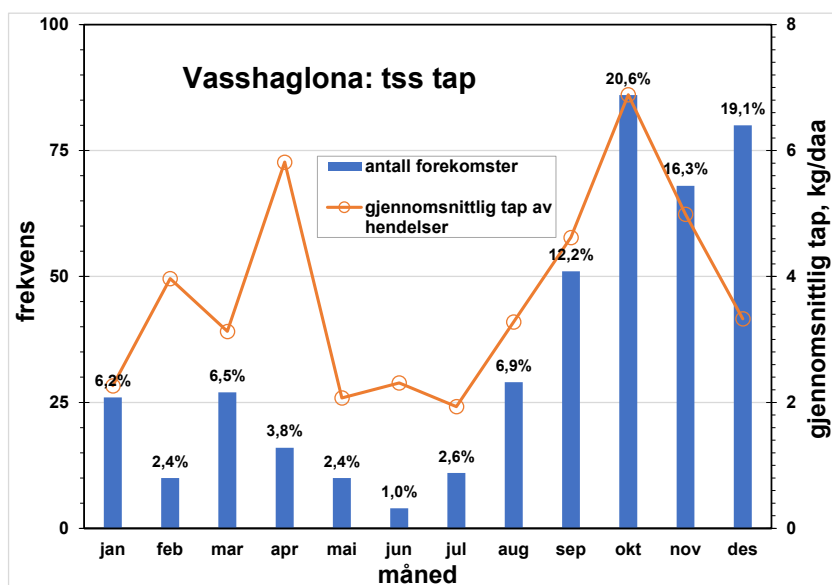
Figur 6.14. Ekstremtap av totP og tss i Vasshaglona, 20. november 2000.

6.4.3 Erosjon, partikkeltap, variasjon mellom år og måneder

Figur 6.15 viser at antallet forekomster ≥ 95 persentilen av daglige tss tap varierte mellom null (2005) og 68 (2000). Disse forekomster utgjorde mellom 0% (2005) og 83% (2000) av det årlige totale tss tapet. Det var stor variasjon i årlige tap av tss med lavest i 2005 med 26 kg/daa og høyest i 2000 med 510 kg /daa. Andelen av døgnerverdi over 95 persentilen i forhold til det årlige tapet av tss avtok generelt med tiden i perioden 2000- 2009, men viste en økning fra 2010- 2020. Dette var samme trend som for tot P tap og avrenning i Vasshaglona.



Figur 6.15. Frekvens- antall døgn de enkelte år (blå søyler) der tss tap ≥ 95 persentilverdien for perioden 1991- 2020 for Vasshaglona feltet, samt prosent av årlig tss tap av disse forekomster (oransje linje). Verdier over søylene angir det totale tss tapet (kg/daa) for det enkelte året.



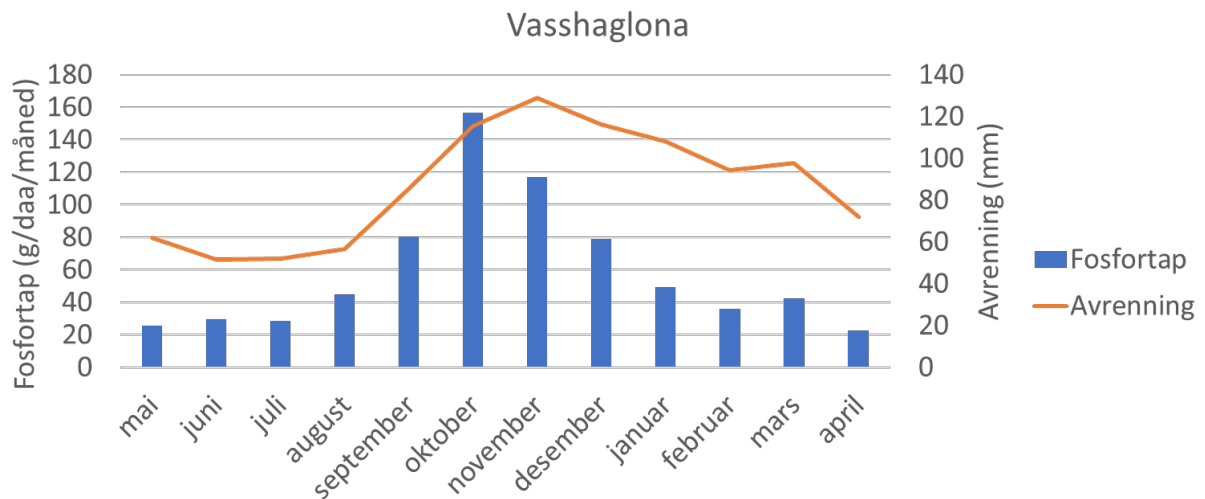
Figur 6.16. Frekvens- antall forekomster pr måned (blå søyler)- der døgnverdier ≥ 95 persentilen for Vasshaglona i perioden 1991- 2020, samt gjennomsnittlig daglig tss tap (kg/daa) for disse døgnverdier (oransje linje). Prosentall angitt over kolonner viser de enkelte måneders andel (i prosent) av den totale forekomsten ≥ 95 persentilen i overvåkingsperioden.

Figur 6.16 viser fordeling pr måned av døgnverdier av tss ≥ 95 persentilen fra 2008- 2020. Det er flest forekomster av høye døgn tap ≥ 95 persentilen for oktober måned (86) og dette utgjør 20,6 % av alle forekomster ≥ 95 persentilen for hele overvåkingsperioden. Det høyeste gjennomsnittlige tapet for disse forekomster er også for oktober med 6,9 kg/daa (Figur 6.16). Selv om april har en lav frekvens av disse døgnverdier (16 forekomster og 3,8 % for hele overvåkingsperioden), så har april det nest største gjennomsnittlige tss tap for disse forekomster med 5,8 kg/daa (Figur 6.16), se også kap 6.5.1. Det er færrest forekomster i juni (4,1 %) for hele overvåkingsperioden. Frekvensen øker fra juli til oktober og avtar deretter.

6.5 Eksempler på store og ekstreme episoder

6.5.1 Jord- og fosfortap

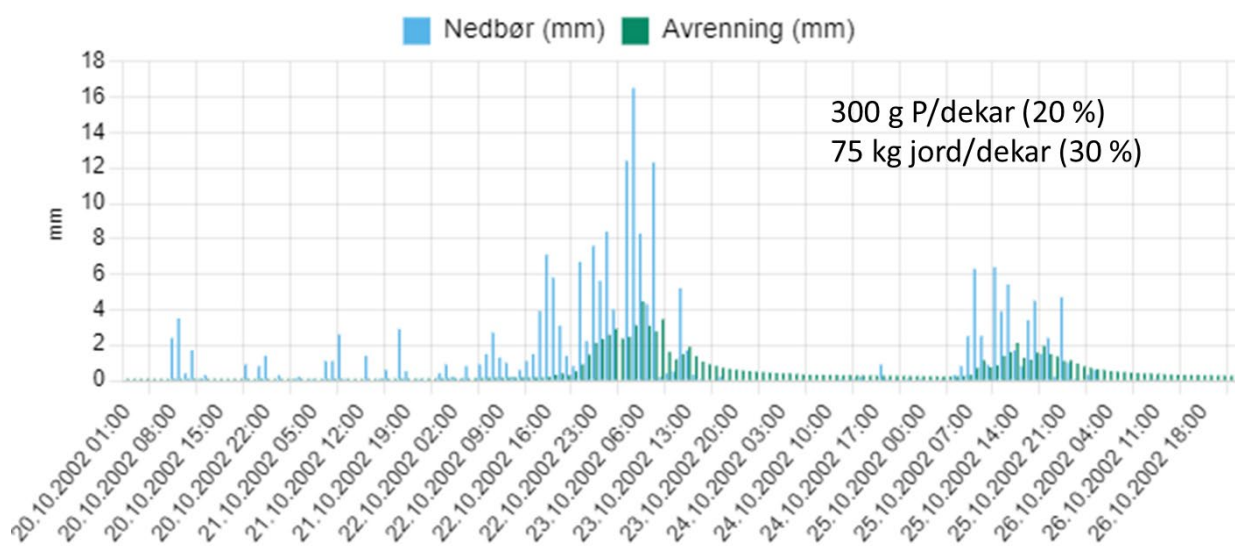
I gjennomsnitt for overvåkingsperioden skjer de største tapene av fosfor fra Vasshaglonafeltet om høsten, særlig i oktober (figur 6.17). Avrenningen er i gjennomsnitt størst i oktober og november. De største og mest ekstreme tapene av fosfor for et døgn skjer også på høsten, i september, oktober og november.



Figur 6.17. Avrenning og fosfortap per måned i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Basert på blandprøver fra JOVA-programmet.

Nest mest nedbør på ett døgn (114 mm) ble målt 30. september 2017 og avrenningen var da 48 mm. Fosfortapet var 137 g P/dekar og var det fjerde største fosfortap som er registrert på ett døgn. Om en tar med 1. oktober ble det totalt tapt 244 g P/dekar for to døgn (ca 25 % av årstapet). Det året var det forholdsvis mye kornareal, som overvintret i stubb og 20 % med bærproduksjon med bunndekke av gras som beskytter mot erosjon og tar opp næringsstoffer langt ut på høsten.

Døgnet med det største fosfortapet i overvåkingsperioden var 23. oktober 2002. Da kom det 75 mm nedbør og avrenningen ble på 42 mm, noe som var litt mindre av nedbør og avrenning enn 30. september - 1.oktober 2017. Høsten 2002 var det potet- og grønnsaker på 57 % av arealet i feltet. Nesten alt (87 %) var høstet og lå åpent uten plantedekke når høstregnet begynte 22. oktober 2002. Det meste av høstregnet hadde lav intensitet, men det var en time med litt over 16 mm om morgenen den 23. oktober (figur 6.18). Totalt ble det tapt 300 g P/dekar (22 % av årets fosfortap) den dagen og 75 kg jordtap/dekar (30 % av årets jordtap). Avrenningen var 14 % større 22. oktober 2002 enn 1. oktober 2017, mens fosfortapet var om lag tre ganger så stort som 1. oktober 2017. På tross av at 1. oktober 2017 var det døgnet som hadde mest nedbør i overvåkingsperioden, ble det ikke det største fosfortapet. Figur 6.19 viser jordas tilstand på et areal i nærheten av overvåkingsstasjonen i 2003 og 2017. Åpen jord gir økt risiko for tap av jord og næringsstoffer. Bær dyrkingen har bidratt til å redusere effekten på fosfortap av nedbørepisoden i 2017 da det var mest nedbør og avrenning på ett døgn.

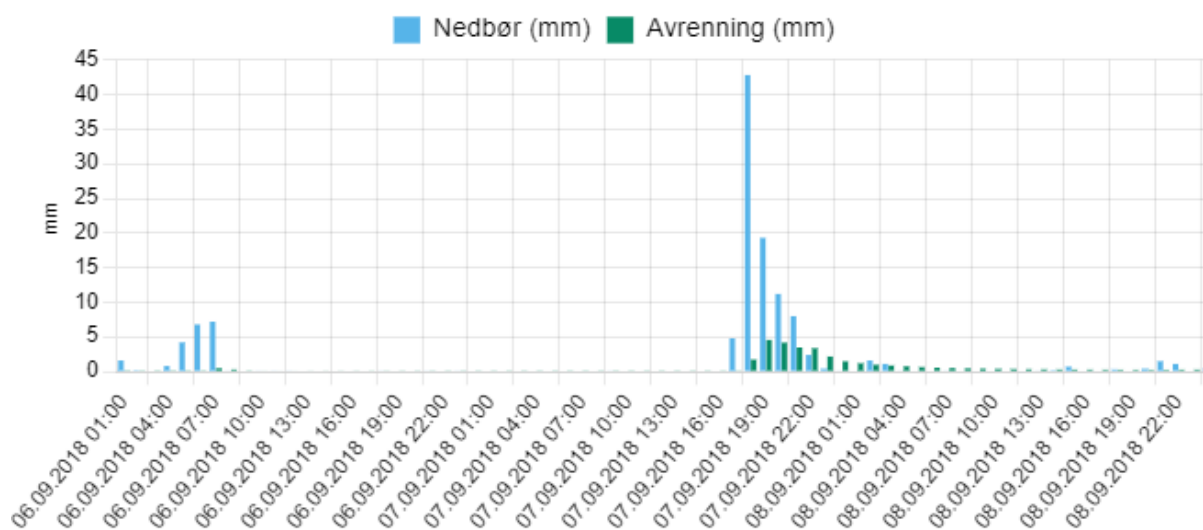


Figur 6.18. Timesverdier for nedbør og avrenning (mm) fra 20. oktober 2002 til 26. Oktober 2002 (jovadata.nibio.no).

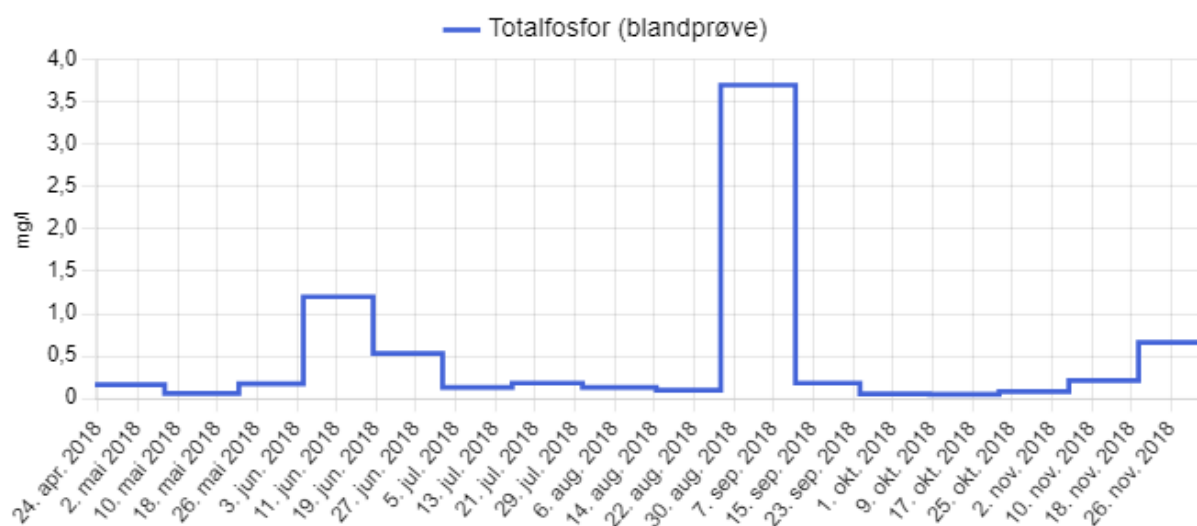


Figur 6.19. Jordas tilstand på et areal i nærheten av overvåkingsstasjonen i 2003 (åpen jord) og 2017 (bærdyrking). Foto: Ove Hetland.

En episode med stor intensitet (40 mm på en time) kom 7. september 2018, etter en lang tørkesommer (figur 6.20). Fosfortapet var da 148 g P/dekar/døgn (tredje største døgnverdi for fosfortap), det vil si størst etter 22. og 25. okt. 2002. Nesten alle ettårige vekster var høstet, mye ble høstet allerede i juni – juli og det er ikke registrert såing av nye vekster etterpå. Fosforkonsentrasjonen var 3,7 mg/l i blandprøven fra denne episoden (figur 6.21). Dyrking av fangvekst kunne ha bidratt til å binde jorda, oppta næringsstoffer og redusere erosjon og næringsstofftap.

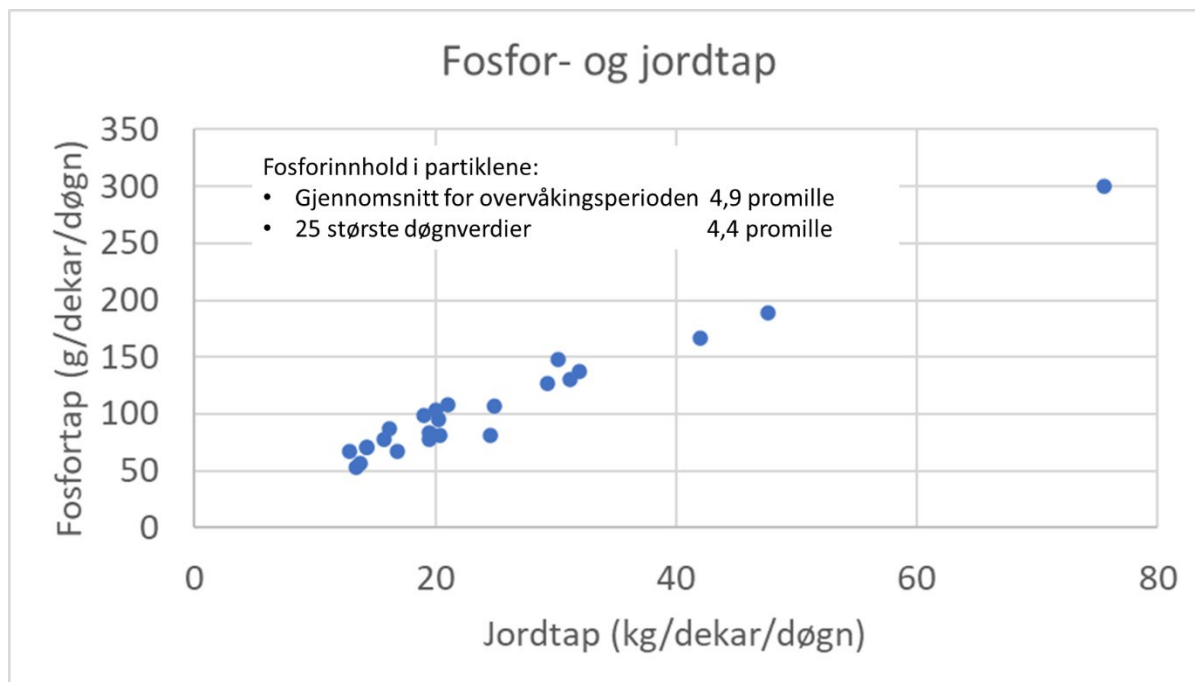


Figur 6.20. Timesverdier for nedbør og avrenning (mm) fra 6. september til 8. September 2018 (jovadata.nibio.no).



Figur 6.21. Konsentrasjoner av totalfosfor i blandprøver fra 1. mai til 1. desember 2018 (jovadata.nibio.no).

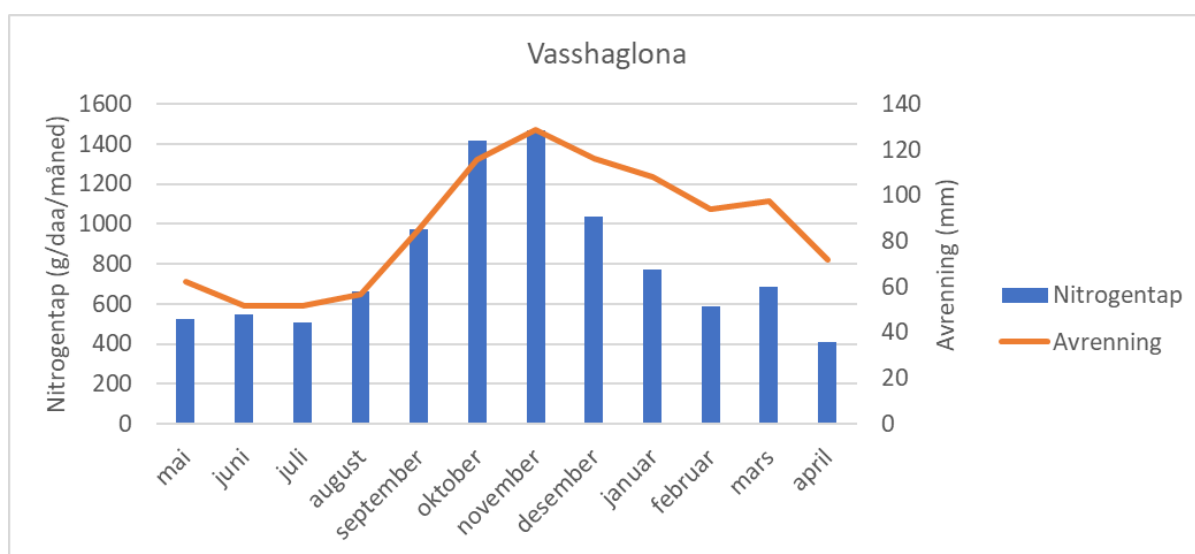
Fosfortapet i Vasshaglona henger sammen med jordtapet. I figur 6.22 er det vist sammenhengen mellom jord- og fosfortap for de 25 største døgn tapene av fosfor. Forholdet mellom tap av jord og fosfor er 4,4 promille for de 25 døgnene med størst fosfortap, mens det for hele tidsserien er 4,9 promille. Det betyr at det er litt mindre fosfor i partiklene i ekstrem episoder enn i gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden. Det skyldes at det i ekstremepisoder eroderes grovere partikler, og at det er mer erosjon i bekkeskrenter med lavere fosforinnhold enn i dyrka mark.



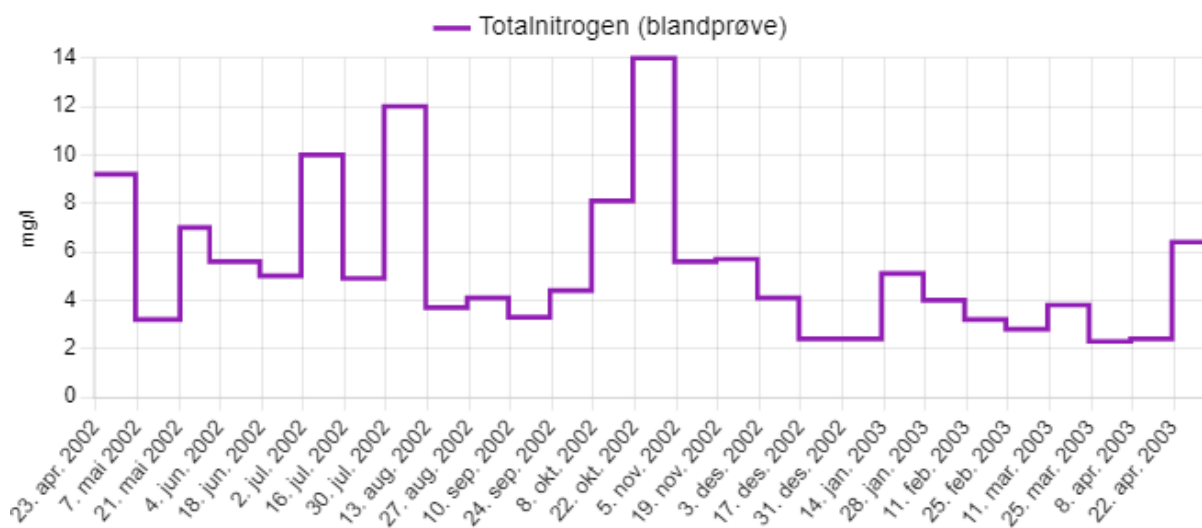
Figur 6.22. Sammenheng mellom tap av fosfor og jord for de 25 døgnene med størst fosfortap.

6.5.2 Nitrogentap

I gjennomsnitt for overvåkingsperioden skjer de største tapene av nitrogen fra Vasshaglonafeltet om høsten, særlig i oktober og november (figur 6.23). Avrenningen er i gjennomsnitt størst i november. De største og mest ekstreme tapene av nitrogen for et døgn skjer også på høsten (figur 6.24). Som for fosfor er 23. oktober 2002 en viktig dato. Da var nitrogentapet 977 g/dekar/døgn. Den dagen kom det mye nedbør (75 mm) og avrenningen var stor (42 mm). I tillegg var konsentrasjonen i blandprøven som dekker den dagen høy (14 mg N/l). Om vinteren er temperaturen lavere og mineraliseringen går ned og dermed konsentrasjonen av nitrogen i avrenningen (figur 6.24). Det ble høstet tidlig og samtidig var det ingen planter til å ta opp nitrogenet som ble mineralisert i jorda.



Figur 6.23. Avrenning og nitrogentap per måned i gjennomsnitt for overvåkingsperioden.



Figur 6.24. Konsentrasjoner av totalnitrogen i blandprøver fra 1. mai 2002 til 1. mai 2003 (jovadata.nibio.no).

Tiltak for å redusere tap av jord og næringsstoffer fra de store og ekstreme episodene i Vasshaglona har særlig vekt på å etablere vekster slik at mest mulig av jorda er dekket med planter som binder jorda og opptar næringsstoffer en størst mulig del av året. Figur 6.25 illustrerer grønnsaksområder uten beskyttende plantedekke.



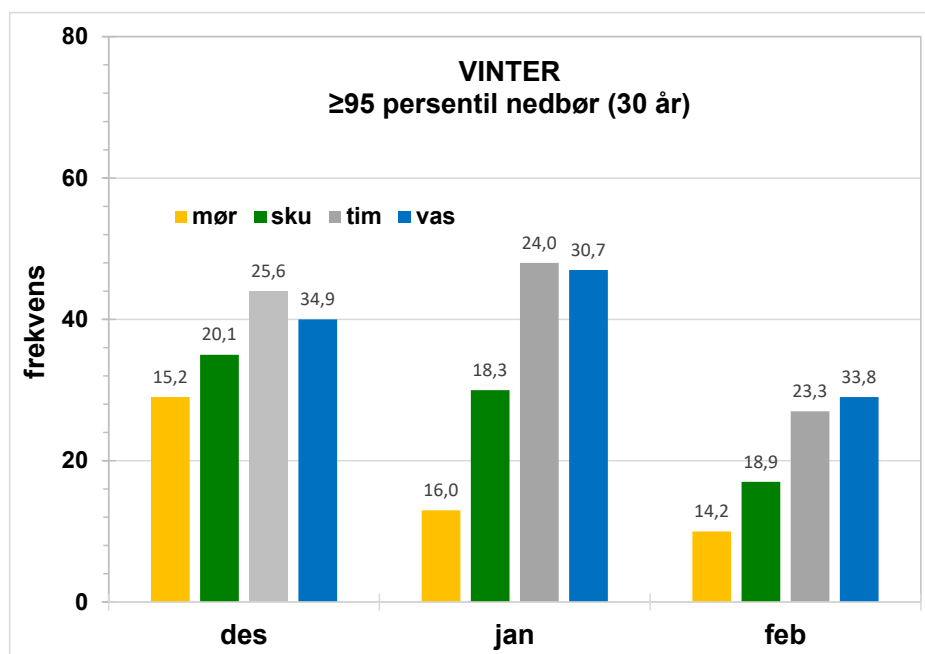
Figur 6.25. Grønnsaker som høstes tidlig, gjør at jorda er ubeskyttet i en lengre periode. Foto: Ove Hetland.

7 Sammenligning mellom de ulike regioner

I dette kapitlet er det gitt oversikter over likheter og forskjeller mellom de fire overvåkingsfeltene Mørdre, Skuterud, Vasshaglona og Time. Det er presentert oversikter for vinter, sommer, høst og vintersesongene i forhold til forekomster ≥ 95 persentilen for overvåkingsperioden for nedbør, avrenning, tap av partikler og næringsstoffer. Det er også angitt gjennomsnittlige tap av partikler og næringsstoffer for disse forekomstene. Kapittel 7.2 og 7.3 gir utdypende vurderinger av likheter og forskjeller mellom regionene samt beskrivelser av utvalgte episoder. I kapittel 7.4 er det gitt oversikt i forhold til miljøeffekter, særlig vannkvalitet.

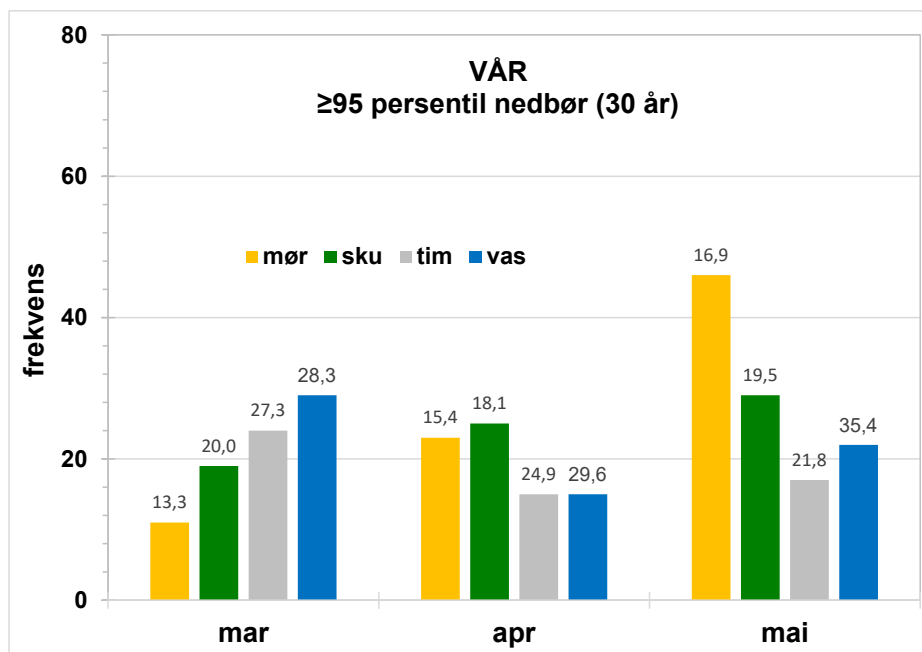
7.1 Nedbør, avrenning, tap av partikler og næringsstoffer

7.1.1 Sesonger med nedbør(døgnverdier) ≥ 95 persentil verdien



Figur 7.1 Forekomster pr måned ≥ 95 -persentil nedbør for 4 nedbørfelt og vintermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer den gjennomsnittlige daglig nedbør (mm) av disse forekomster i den enkelte måneden.

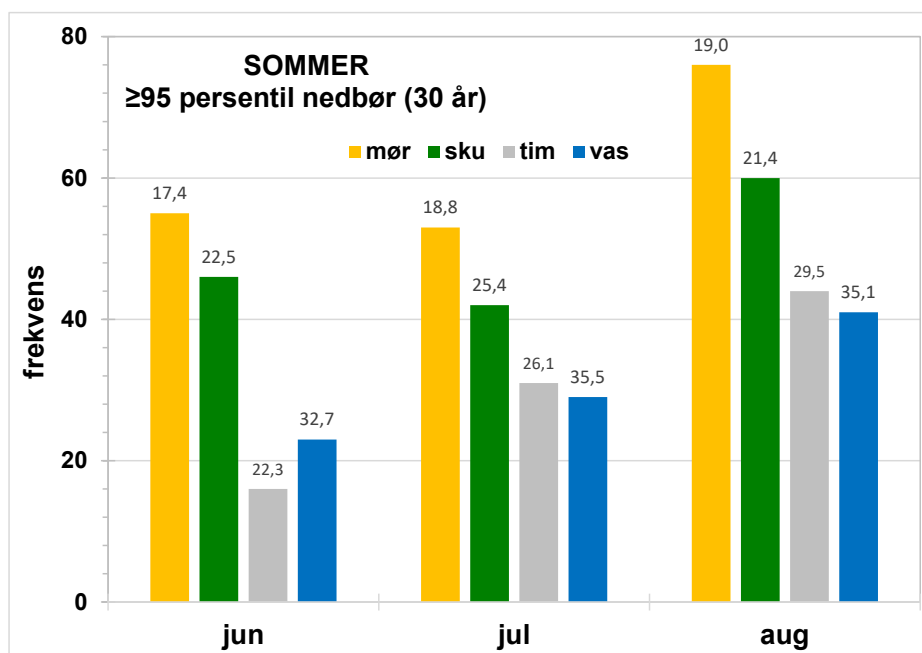
Om vinteren (desember-januar) var det for alle fire overvåkingsfelt flest av 5 % største (≥ 95 persentilen) døgnverdiene for nedbør i desember og januar (figur 7.1). I Timebekken var det en frekvens på nesten 50 døgnverdier i januar over 95 persentilen. Tilsvarende frekvens for nedbør var mye lavere i Mørdre, om lag 13 høye døgnverdier i januar. I januar var nedbøren imidlertid størst for døgn over 95 persentilen i Vasshaglona med 30,7 mm nedbør, mens det kom 16,0 mm nedbør i gjennomsnitt for de kraftigste januar-døgnene i Mørdre. Størst gjennomsnittlig nedbør for døgn ≥ 95 persentilen var det i Vasshaglona i desember (34,9 mm) (figur 7.1). I alle sesonger er gjennomsnittlig nedbør størst for døgn ≥ 95 persentilen i Vasshaglona etterfulgt av Time, Skuterud og Mørdre (figur 7.2, 7.3, 7.4 og 7.5).



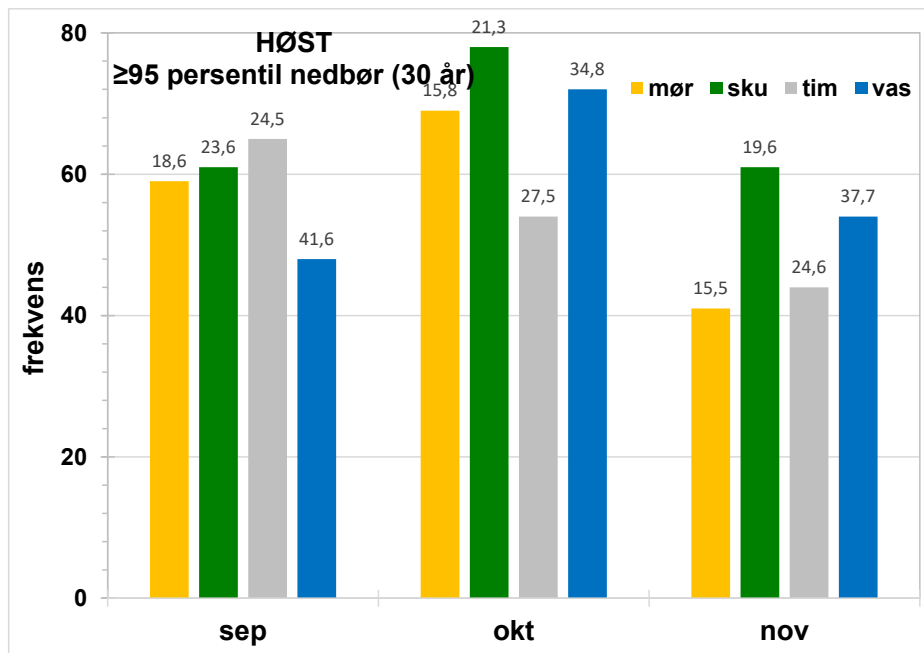
Figur 7.2. Antall forekomster ≥95-persentil nedbør for 4 nedbørfelt og vårmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) av hendelsene i den måneden.

Bortsett fra Mørdre i mai, det er forholdsvis lav frekvens (<30) av døgnverdier for nedbør ≥95 persentilen om våren (figur 7.2). I mars er det størst frekvens av døgn med mye nedbør i Vasshaglona og Time, mens det i mai er større frekvens i Mørdre og Skuterud (figur 7.2). Om sommeren er det også størst frekvens av store nedbørdøgn i Mørdre og Skuterud, sammenlignet med Time og Vasshaglona (figur 7.3). Den gjennomsnittlige nedbørmengden for disse forekomster er derimot mye høyere i Vasshaglona enn i de tre andre felt.

Om høsten i oktober og november er det Skuterud og Vasshaglona som har størst forekomst av døgn med nedbørmengder ≥95 persentilen (figur 7.4).



Figur 7.3. Forekomst av ≥95-persentil nedbør over 4 nedbørfelt og sommermåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) av hendelsene i den måneden.



Figur7.4. Forekomst av ≥95-persentil nedbør over 4 nedbørfelt og høstmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig nedbør (mm) av hendelsene i den måneden.

7.1.2 Sesonger med avrenning (døgnverdier) ≥95 persentil verdien

Om vinteren (desember-februar) er det lavest frekvens av døgn med stor avrenning (≥95 persentilen) i Skuterud (figur 7.5). Det er også lav frekvens av døgn med stor avrenning i Mørdre i januar og februar. Stabile vinterforhold med frost og snødekke gir lavere frekvens av store avrenningsepisoder. I Time og Vasshaglona er det høy frekvens av døgn med høy avrenning i desember og januar og den gjennomsnittlige avrenningen er høyere enn i Skuterud og Mørdre (figur 7.5). Det er mer avrenning pga regnvær og ikke vinterforhold med snø som i Østlandsfeltene.

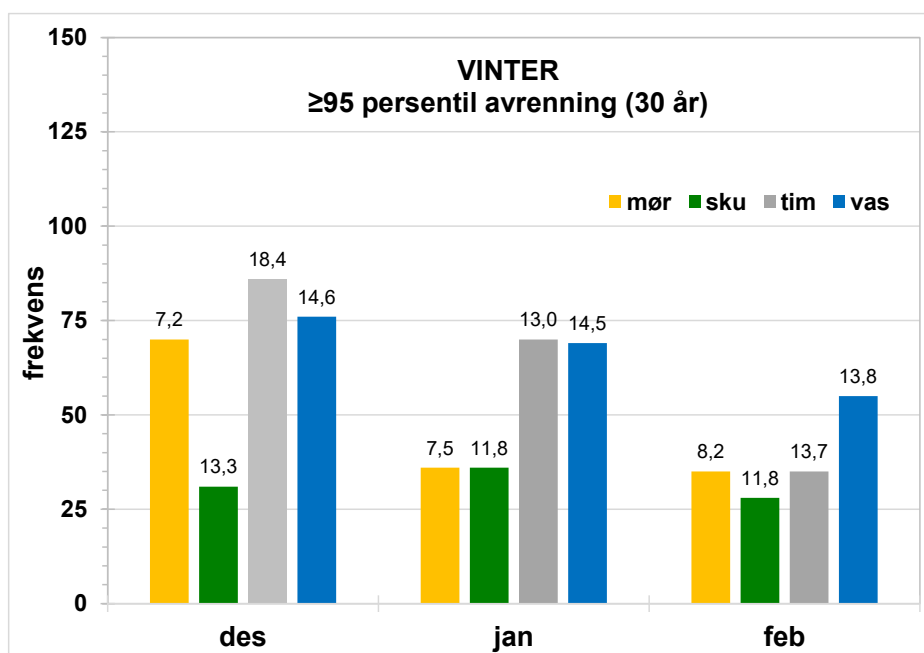
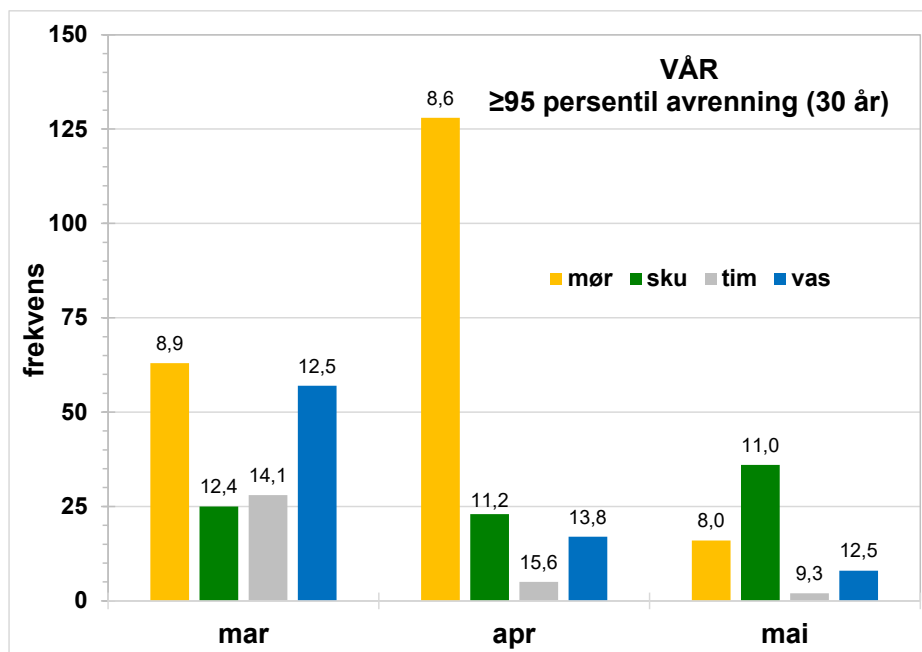


Figure 7.5. Forekomst av ≥95-persentil avrenning over 4 nedbørfelt og vintermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) av hendelsene i den måneden.

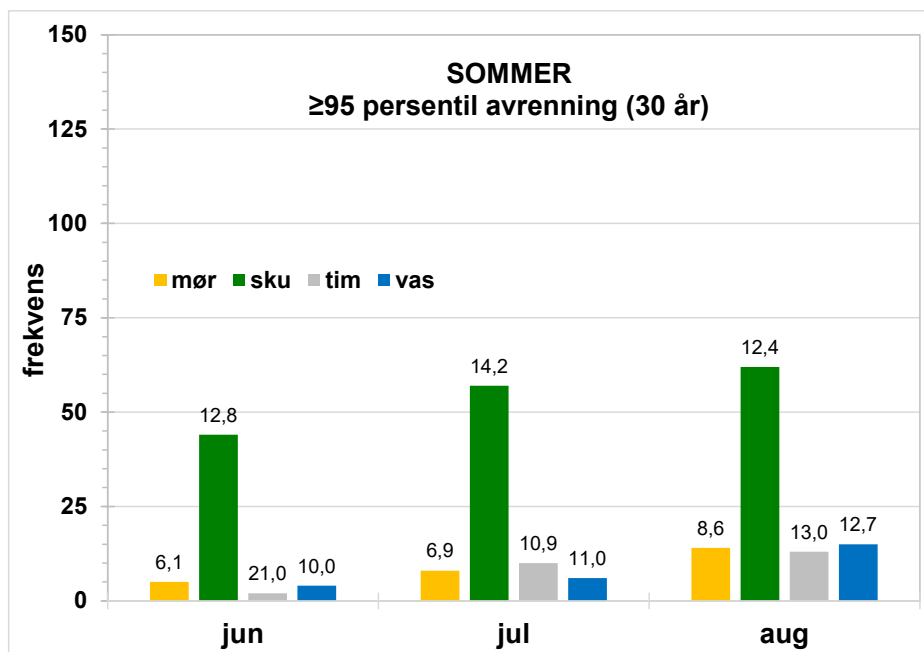


Figur 7.6. Forekomst av ≥ 95 -persentil avrenning over 4 nedbørfelt og vårmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) av hendelsene i den måneden.

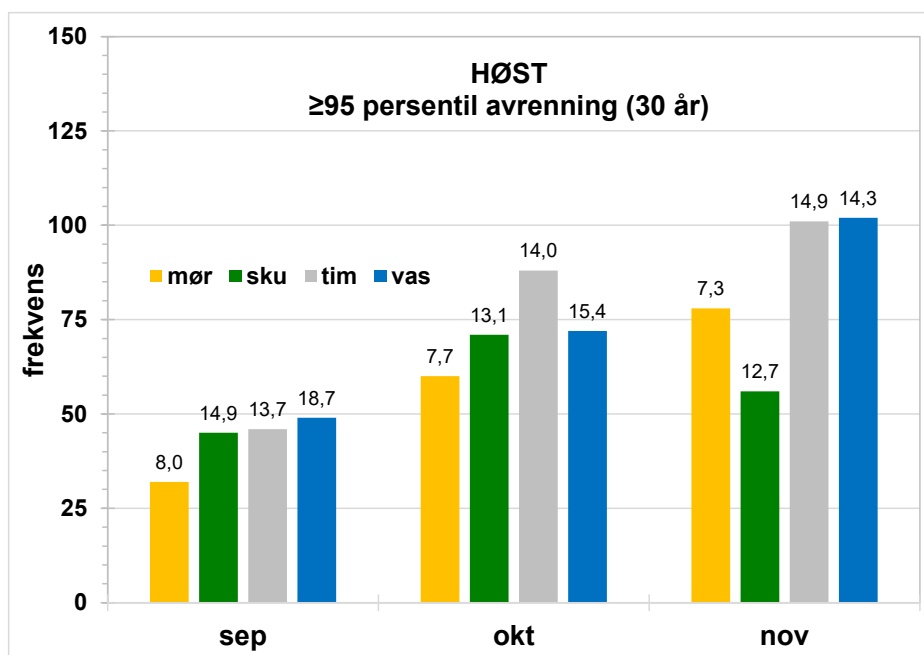
Om våren er det stor frekvens av døgn med avrenning ≥ 95 persentilen i Mørde i april (figur 7.6). Det er også relativt mange døgn med stor avrenning i mars i Mørde. Vinteren er ganske stabil i Mørde og snøsmelting på frossen jord forekommer relativt ofte mot slutten av vintersesongen og kan forklare den store frekvensen. I Time og Vasshaglona er vinteren mindre stabil med forekomster av stor døgnavrenning hyppigst i desember og januar (figur 7.5). Våren gir her lavere frekvens av stor døgnavrenning (figur 7.6).

I Skuterud er det større frekvens av døgn med avrenning ≥ 95 persentilen enn i de øvrige overvåkingsfeltene (figur 7.7). I Mørde, Time og Vasshaglona er det meget lav frekvens av døgn med mye avrenning i sommersesongen juni, juli og august.

Høsten er sesongen med generelt størst frekvens av døgn med mye avrenning (figur 7.8). Det gjelder særlig oktober og november og mest i Time og Vasshaglona.



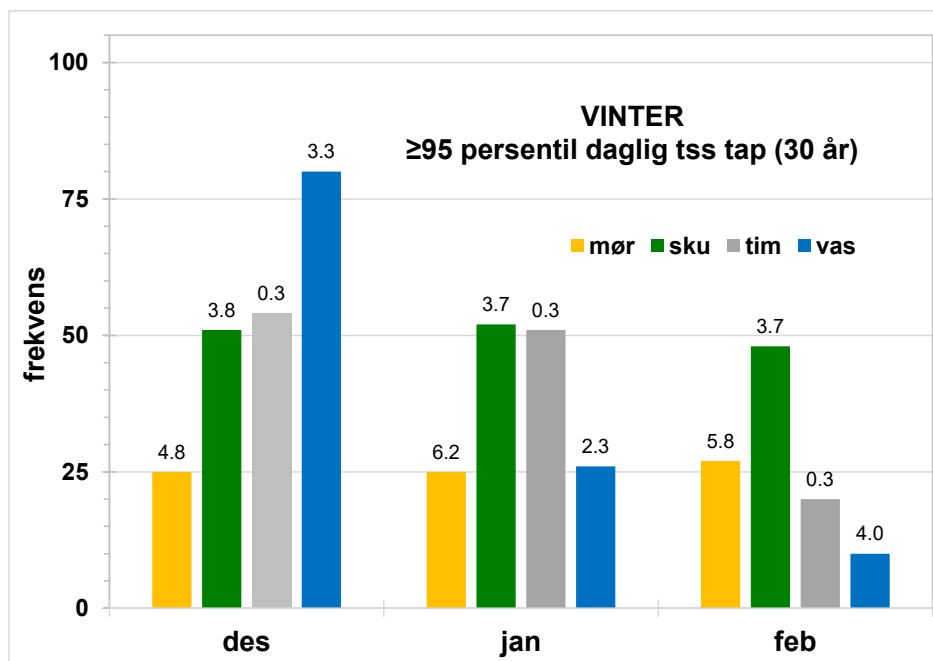
Figur 7.7. Forekomst av ≥95-persentil avrenning over 4 nedbørfelt og sommermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) av hendelsene i den måneden.



Figur 7.8. Forekomst av ≥95-persentil avrenning over 4 nedbørfelt og høstmånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig avrenning (mm) av hendelsene i den måneden.

7.1.3 Sesonger med tap av partikler (døgnverdier) ≥95 persentil verdien

Tap av partikler- døgnverdier av suspendert stoff (tss) ≥95 persentilen er gitt i figurene 7.9- 7.12.



Figur 7.9. Forekomst av ≥95-persentil daglig tss tap over 4 nedbørfelt og vintermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig tss tap (kg/daa) av hendelsene i den måneden.

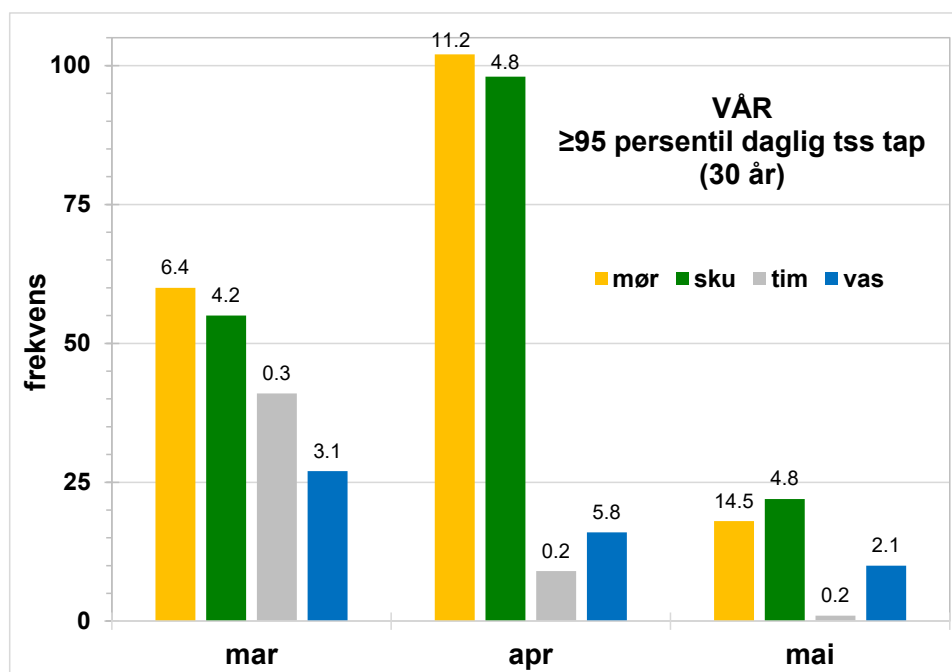
Det er stor forskjell i forekomst av døgnverdier ≥95 persentilen og for tap av partikler mellom de fire overvåkingsfeltene. Dette gjelder også for de store og ekstreme døgnverdier i vinterperioden som er vist i figur 7.9. For eksempel i desember er gjennomsnittstap av partikler for forekomster ≥95 persentilen i Timebekken 0,3 kg/daa, mens den i de andre overvåkingsfeltene er fra 3,3 til 4,8 kg/daa (figur 7.9). I desember har Vasshaglona størst frekvens (ca. 80) av døgnverdier ≥95 persentilen, mens det kun er 25 døgnverdier i Mørdre som er ≥95 persentilen. Likevel er gjennomsnittsverdien av de største døgnverdiene i Mørdre større (4,8 kg/daa) enn i Vasshaglona (3,3 kg/daa). Mørdre har de største gjennomsnittlige døgntapene ≥95 persentilen i alle tre måneder (4,8-6,2 kg/daa), også høyere enn Skuterud. Frekvensen av store døgntap av partikler i Skuterud er om lag dobbelt så stor som i Mørdre, men i begge feltene er frekvensen av store døgnverdier om lag lik for månedene desember, januar og februar. I Time og Vasshaglona er frekvensen av store døgntap av partikler lavere i februar enn i desember og januar (figur 7.9).

For vårperioden mars- mai (Figur 7.10) er det Mørdre og Skuterud som har størst frekvens av døgnverdier over ≥95 persentilen med omlag 100 forekomster i overvåkingsperioden. Dette er langt høyere enn frekvensene for Time og Vasshaglona. Gjennomsnittsverdiene for tapene av tss for disse forekomster er også høyest for østlandsfeltene med korn. Det er avrenning fra snøsmelting som er hovedårsak til det store antallet døgnverdier for april. Time og Vasshaglona har få forekomster for april og mai, men de har flere forekomster i mars måned, men det er lave tap av tss for disse episoder, Selv om det er få episoder i mai også for Mørdre og Skuterud så er det gjennomsnittlige tapet for disse forekomstene ≥95 persentilen høye, se beskrivelse under 7.2.2.

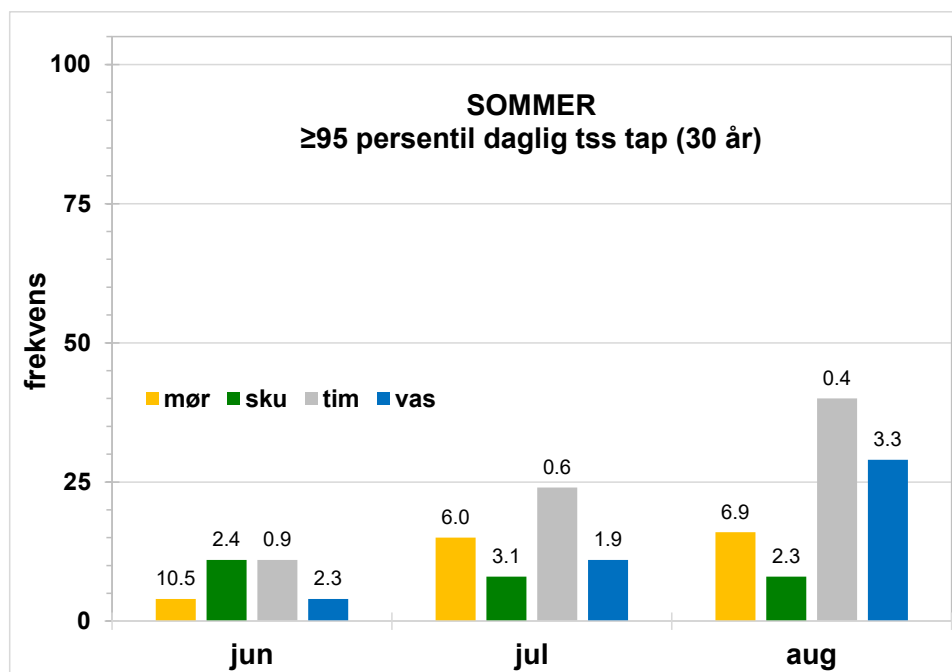
Sommer sesongen fra juni til august (figur 7.11) har generelt få forekomster med tap av tss ≥95 persentilen. For sommermånedene er det Time og Vasshaglona som har høyest forekomst i august av sommermånedene. Høsting av grønnsaker pågår fra juni – juli og gir en lenger periode uten plantedekke i Vasshaglona. Ved store avrenningsperioder om høsten (figur 7.8) øker dette risikoen for erosjon.

Høstperioden (Figur 7.12) har høyere antall frekvenser (forekomster) for Time og Vasshaglona enn for Skuterud og Mørdre. Forskjellene er mindre for november enn tidligere på høsten. Vasshaglona har også de høyeste gjennomsnittstap av tss og fosfor for disse forekomster. For oktober er gjennomsnittet for døgnverdier av tss 6,9/daa kg for Vasshaglona, men bare 0,4 kg/daa for Time. For

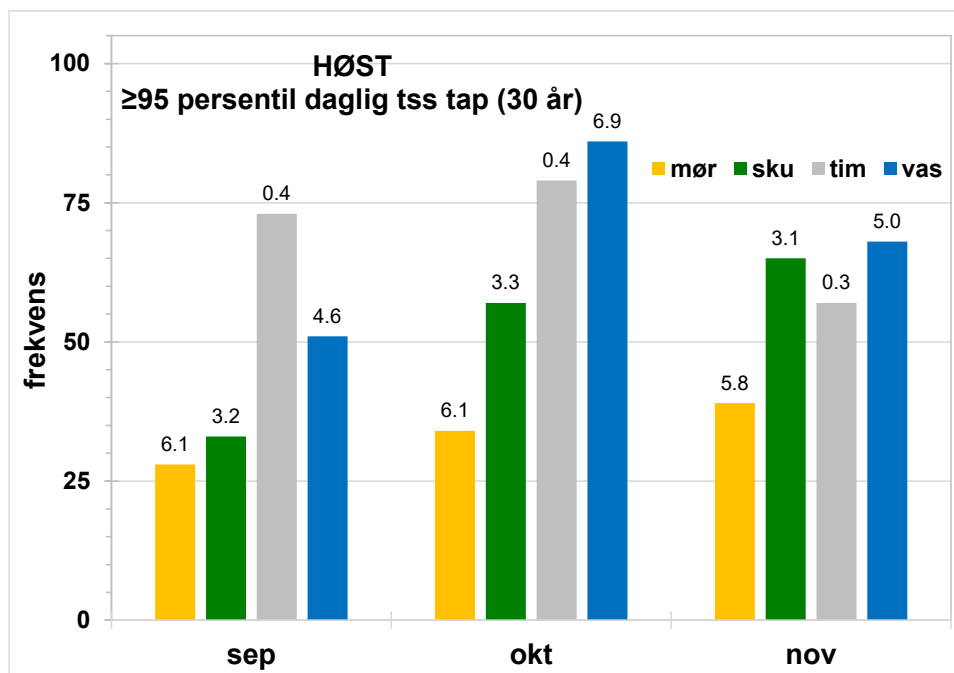
kornfeltene er partikkeltap om høsten også avhengig av tidspunkter for avrenning og om det er jordarbeidet eller arealet ligger i stubb. Mørdre har også for høsten høyere gjennomsnittstap for forekomster ≥ 95 persentilen enn Skuterud.



Figur 7.10. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig tss tap over 4 nedbørfelt og vårmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig tss tap (kg/daa) av hendelsene i den måneden.



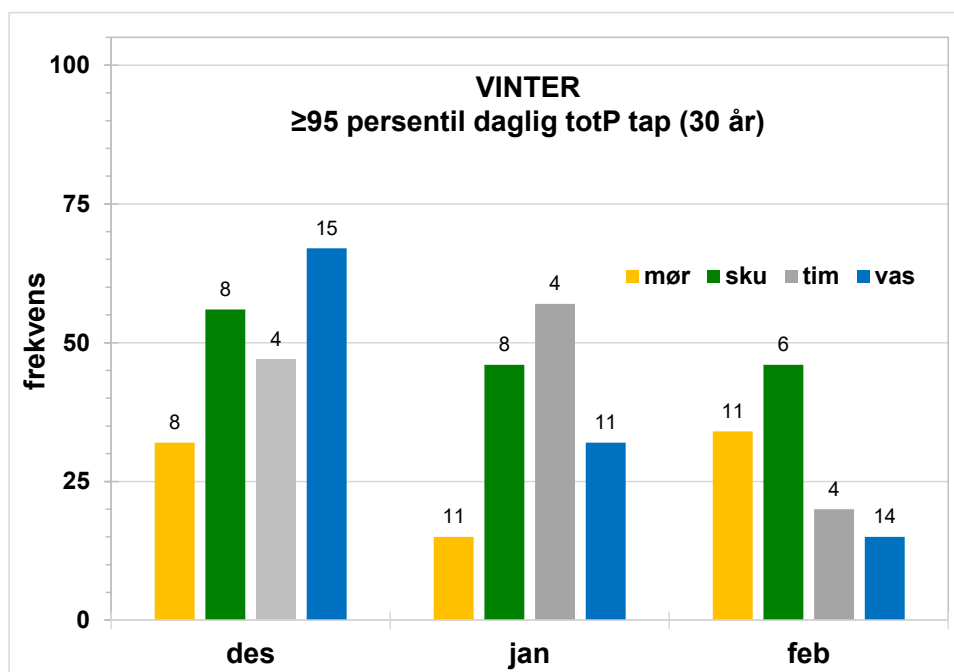
Figur 7.11. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig tss tap over 4 nedbørfelt og sommermåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig tss tap (kg/daa) av hendelsene i den måneden.



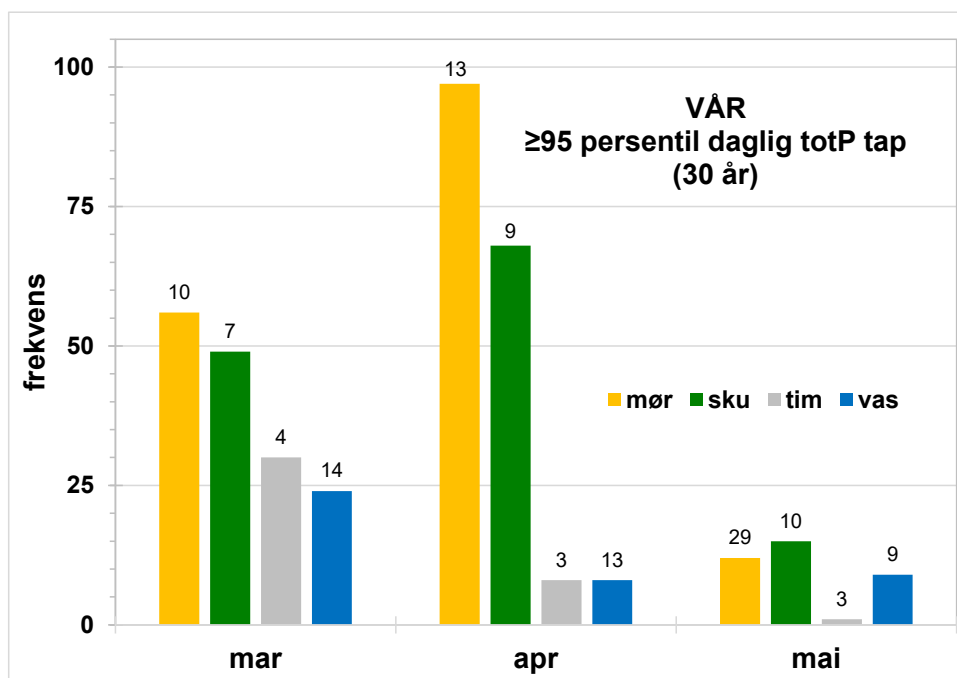
Figur 7.12. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig tss tap over 4 nedbørfelt og høstmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig tss tap (kg/daa) av hendelsene i den måneden.

7.1.4 Sesonger med tap av totalt fosfor (døgnverdier) ≥ 95 persentil verdien

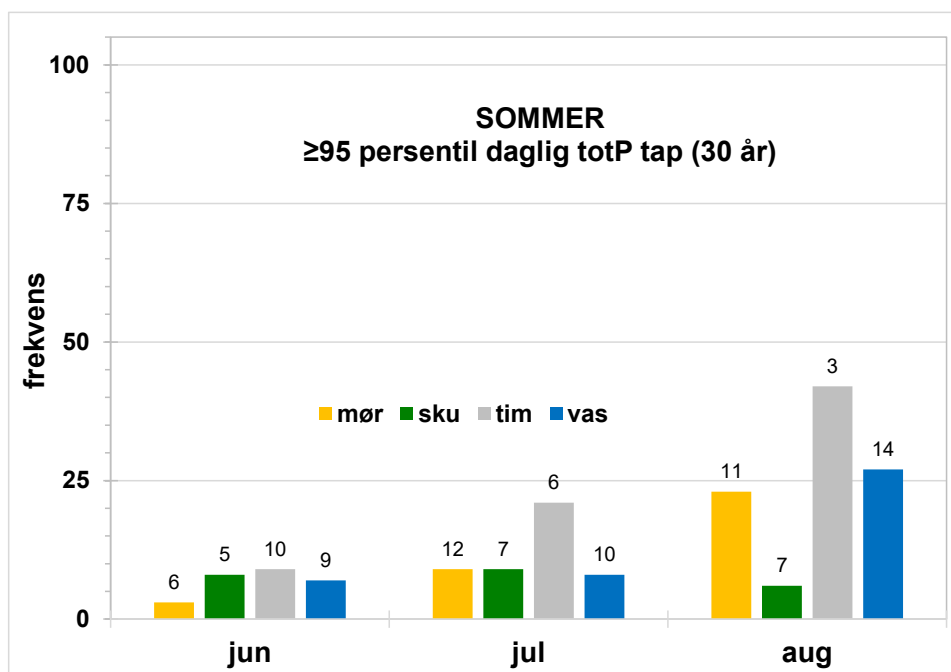
Vintermånedene har lavere frekvens av fosfortap på døgnbasis over 95-persentilen i Mørdre enn Skuterud (figur 7.13). Time og Vasshaglona har størst frekvens av fosfortap på døgnbasis ≥ 95 persentilen i desember og januar og lav frekvens i februar. Om våren er det størst frekvens i Mørdre og Skuterud (figur 7.14), særlig i april. I mai er det lav frekvens i alle felt. Om sommeren er det også lav frekvens av døgn tap av fosfor ≥ 95 persentilen, men Mørdre, Time og Vasshaglona har en frekvens på over 25 % døgnverdier i 95-persentilen (figur 7.15).



Figur 7.13. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig totP tap over 4 nedbørfelt og vintermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.

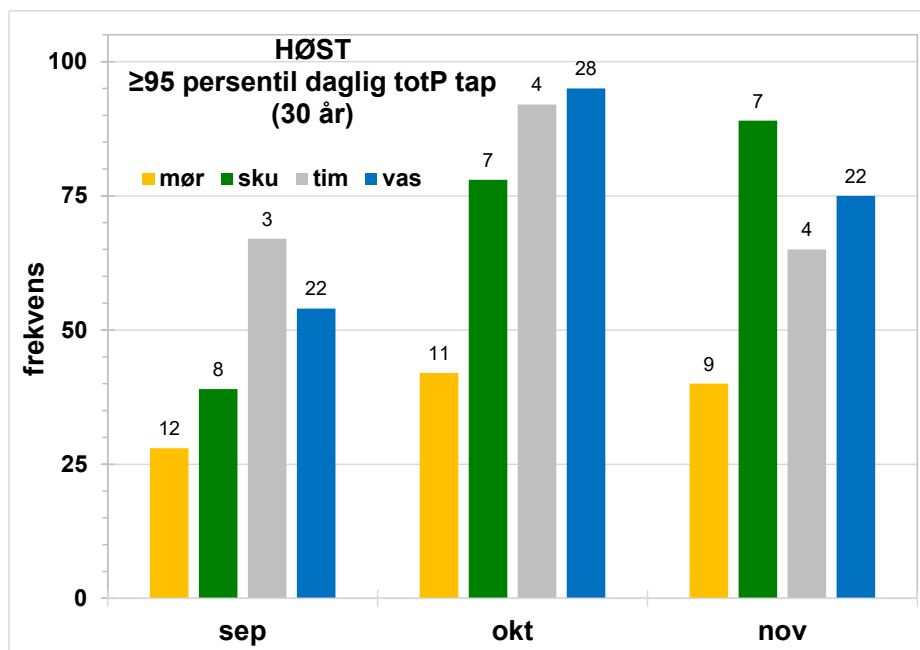


Figur 7.14. Forekomst av ≥95-persentil daglig totP tap over 4 nedbørfelt og vårmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.



Figur 7.15. Forekomst av ≥95-persentil daglig totP tap over 4 nedbørfelt og sommermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.

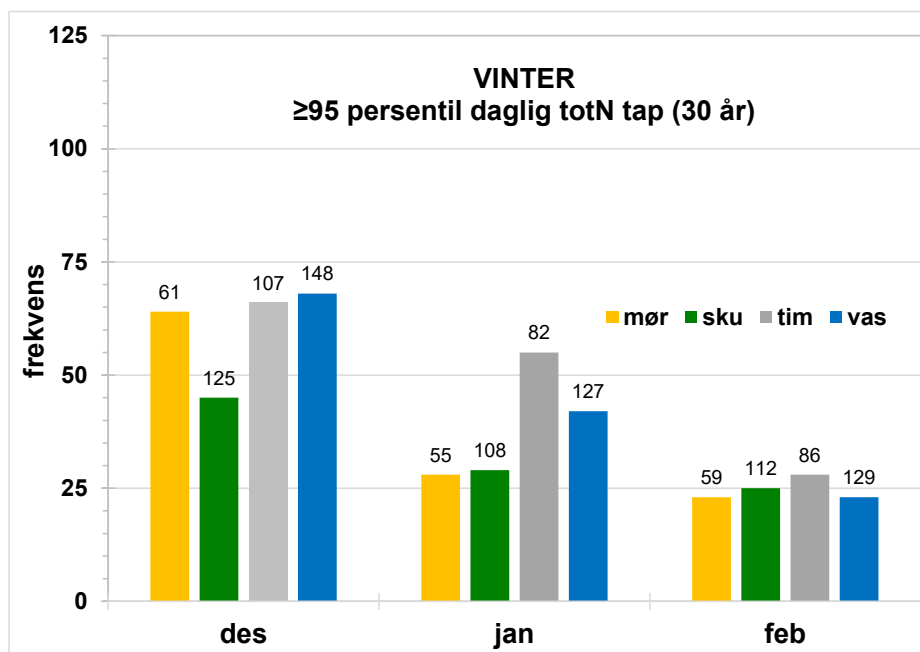
Om høsten er det størst frekvens av fosfortap på døgnbasis ≥95 persentilen i Time og Vasshaglona (figur 7.16). Særlig i oktober og november er det stor frekvens i alle felt unntatt Mørdre.



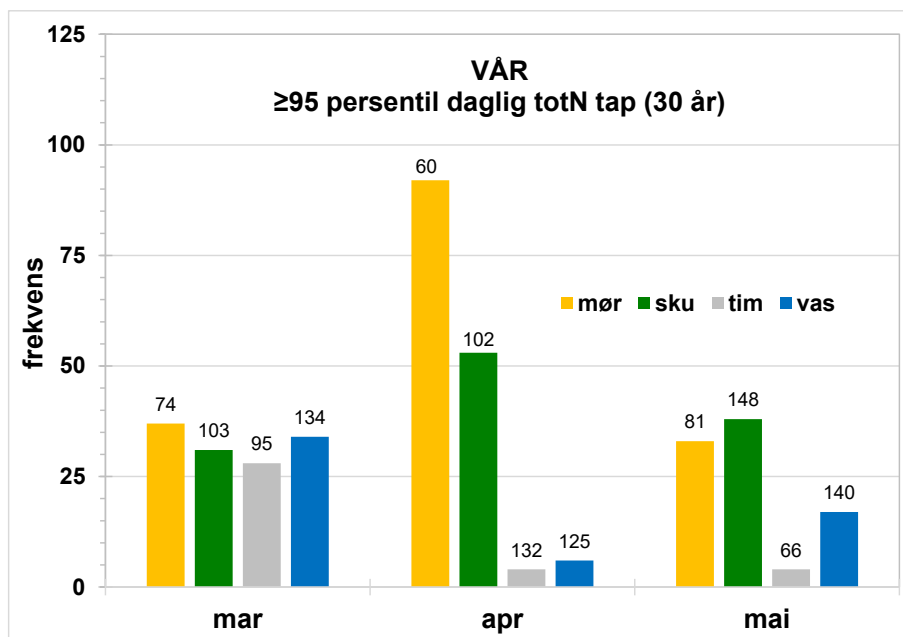
Figur 7.16. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig totP tap over 4 nedbørfelt og høstmånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totP tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.

7.1.5 Sesonger med tap av totalt nitrogen (døgnverdier), ≥ 95 persentil verdien

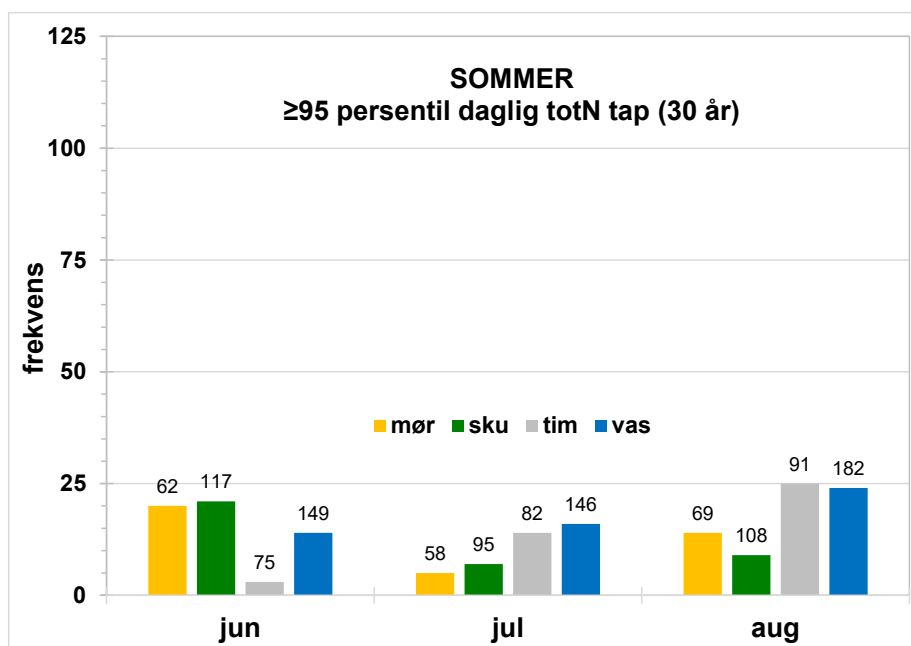
Om vinteren fordeler frekvensen av forekomster ≥ 95 persentilen av nitrogentap seg jevnt mellom feltene. Det er størst frekvens i desember og lavere i januar og februar (figur 7.17). Også i mars er det omtrent lik frekvens i alle fire felt (figur 7.18), men i april og mai er frekvensen av nitrogentap ≥ 95 persentilen større for Mørdre og Skuterud enn for Time og Vasshaglona. Det er lav frekvens av store nitrogen episoder i sommermånedene (figur 7.19). Om høsten, særlig i oktober og november er det stor frekvens av nitrogentap ≥ 95 persentilen i alle felt (figur 7.20).



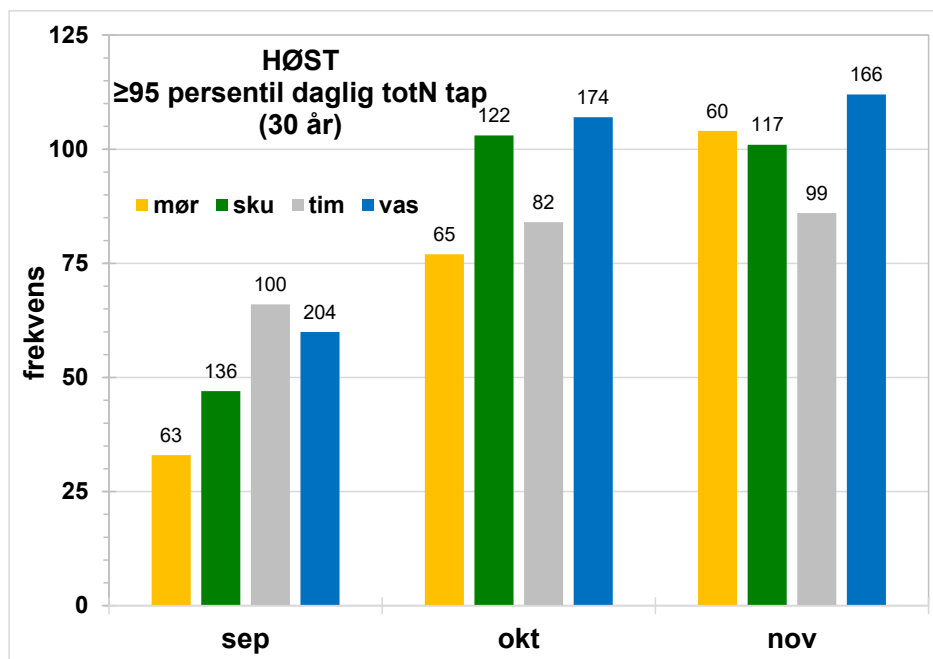
Figur 7.17. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig totN tap over 4 nedbørfelt og vintermånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.



Figur 7.18. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig totN tap over 4 nedbørfelt og vårmåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.



Figur 7.19. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig totN tap over 4 nedbørfelt og sommermåneder fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.



Figur 7.20. Forekomst av ≥ 95 -persentil daglig totN tap over 4 nedbørfelt og høstmånedene fra 1991 til 2020. Tall over kolonnene indikerer gjennomsnittlig daglig totN tap (g/daa) av hendelsene i den måneden.

7.2 Vurdering av likheter og forskjeller mellom regionene

7.2.1 Trender i avrenning

For Mørdre er det stor variasjon i årlig avrenning mellom år, lavest i 1996 med 162 mm og høyeste i 2000 med 502 mm. Andelen av forekomster av døgnverdier ≥ 95 persentilen i forhold til årlig avrenning har generelt økt med tiden gjennom overvåkingsperioden. Det ble funnet samme trend for Skuterud, men ikke like sterk som i Mørdre. For Time ble det funnet motsatt trend der andelen forekomster av døgnverdier ≥ 95 persentilen i forhold til årlig avrenning er redusert. For Vasshaglona ble det funnet at trenden avtok fra 1992 til 2008, men har deretter vist en økning (figur 6.5) i overvåkingsperioden. Videre, så har den totale årlige avrenning- for alle de fire felt vist en svak økning fra 1991 til 2020.

Weng et al. (2021) fant i en studie av 7 overvåkingsfelt i JOVAprogrammet at det var en økning i årsavrenning for fire felt. Skuterud og Vasshaglona hadde en økning særlig i høst og vinterperioden. For Time ble det funnet en nedgang. De fant ingen trender i nedbør.

Bechmann m.fl. (2021) gjorde en flomfrekvensanalyse for Skuterud og Mørdre der antallet flomtopper per år i overvåkingsperioden ble sammenlignet med total årsavrenning. Dette er registreringer av vannhøyder og er ikke rangert etter persentilmetoden. De fant god sammenheng mellom årlig nedbør, avrenning og antall flomtopper per år.

I Mørdre har antall flomtopper (>30 cm vannhøyde) per år variert fra én i sesongen (2003/2004) til 17 (sesongen 2012/2013), med 7 flomtopper som gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden. Høyeste flomtopp ble registrert 18.03.2004 (108 cm), den eneste registrerte den sesongen. Nest høyeste flomtopp ble registrert 18.04.2013 (81 cm). Dersom man setter samme grenseverdi for vannhøyde som for Skuterud (50 cm vannhøyde) blir det i gjennomsnitt bare to flomtopper- med et variasjonsområde på 0- 5 flomtopper. For Mørdre er det ikke funnet en økning i antallet flomtopper gjennom overvåkingsperioden.

I Skuterud har antall flomtopper (>50 cm vannhøyde) per år variert fra null (sesongen 1997/1998) til 14 (sesongen 2000/2001), med 6 flomtopper som gjennomsnitt for hele overvåkingsperioden.

Sesongen 2000/2001 var også året med størst avrenning i hele overvåkingsperioden med 1306 mm nedbør og 974 mm avrenning for Skuterud. Det var også mange flomtoppper (10 eller flere) i 2010/2011, 2012 /2013, og 2014/2015. Kun to ganger har vannhøyden vært over 100 cm: 25.12.1999 (101 cm) og 30.09.2006 (101 cm). Antall flomtopper viste en signifikant ($p < 0.05$) økning gjennom overvåkingsperioden.

7.2.2 Vårepisoder på Østlandet

Store og ekstreme episoder skjer ofte på samme tidspunkter i Mørdre- og Skuterudfeltene (kornområder). Basert på døgnverdiene forekommer de mest ekstreme tapene i mai og april (ofte pga snøsmelting) for begge feltene. Det er flest forekomster av døgnverdier ≥ 95 persentilen for jord- og fosfortap i april, men mai måned har de største døgnverdiene for jord- og fosfortap i Mørdre (figur 3.10, 3.12). Snøsmelting kan foregå over flere dager med høye døgnverdier. Hendelser i mai skjer ikke så ofte i Mørdre, men når det skjer kan det være dramatisk. 22. mai 2013 var dagen med mest nedbør (33 mm) i Mørdrebekken. Det kom det 46 mm nedbør i Skuterud samme dag. Det ga hhv. 23mm (Skuterud) og 20 mm (Mørdre) avrenning. At det ble store fosfortap skyldes at det nylig var sådd på en stor del av arealet. Det ble da 45 g/dekar fosfortap i Skuterud og hele 125 g fosfor/dekar i Mørdre den dagen. Jordtapet var 65 kg/daa i Mørdre og 24 g/daa i Skuterud. I Skuterud var det høstkorn på en del av arealet (20%), noe som beskytter jorda bedre om våren enn nysådd åker og derfor ga episoden lavere jordtap i Skuterud enn i Mørdre.

Til sammenligning så er det få forekomster og lave tap i vårepisoder i Time og Vasshaglona. De har ikke vårepisoder med snøsmelting og stor avrenning og har heller ikke hatt store episoder i mai.

Nitrogentapet ble det største som er målt på en dag (22. mai 2013) i Mørdre, det var gjødslet og nysådd. I Skuterud var det også gjødslet til høstkornet den dagen og det ble tapt 462 g N/daa i Skuterud og 336 g N/daa på den ene dagen i Mørdre.

7.2.3 Vinter

I denne rapporten er vintersesongen definert som desember-januar-februar. For kornfeltene vil vinterforhold med frost og snødekke gi lave frekvenser av store og ekstreme avrenningsepisoder og tap. Dersom det i vinterperioden blir episoder med snøsmelting kan det gi høye tap, som omtalt under 7.2.2. for vårperioden. Mer ustabile vinterforhold med mildværsperioder med kraftig nedbør kan føre til slike episoder i vinterperioden. Både Time og Vasshaglona har høyere frekvens av avrenning ≥ 95 persentilen enn østlandsfeltene for vinter, særlig for desember pga. regnværesepisoder og mindre stabile vintre. Dette har særlig betydning for tapsperioden for nitrogen, men også for fosfor og partikkeltap, Vasshaglona har liten erosjonsbeskyttelse etter høsting av grønnsaker og store tapsperioder er høstmånedene og vinterperioden med desember. For Vasshaglona er gjennomsnittsverdi for tap av totN ≥ 95 persentilen i november 162 g/daa, mens det for desember er gjennomsnittlig tap på 148 g/daa.

7.2.4 Intensiv husdyrproduksjon

Det er intensiv husdyr- og grasproduksjon i Time og tap av partikler er generelt lavere (10 % eller mindre) i Time enn i de tre andre feltene (tabell 7.1). Årlige fosfortap i Time er i gjennomsnitt også lavere enn i de andre feltene, men ikke så mye lavere som partikkeltapet (tabell 7.1). Dessuten er en større del av fosfortapet lettere tilgjengelige for algevekst (løst fosfat) (Bechmann m.fl. 2021). Det samme mønster kan vises i de store og ekstreme episodene.

Det er stor forskjell på tap av partikler i ekstreme episoder mellom de fire overvåkingsfeltene. I Time er det lave tap av partikler i store og ekstreme episoder. Det skyldes at en stor andel av arealet er grasdekt noe som beskytter mot erosjon. Tap av partikler i store døgnepisoder (≥ 95 persentilen) i Time varierer mellom 0,5 og 2,6 kg/daa, mens de f.eks. i Mørdre varierer mellom 11 og 67 kg/daa

(tabell 7.1). Det samme mønster gjelder for fosfor. I Time varierer tap av fosfor over 95-persentilen fra 5 til 23 g/daa, mens fosfortap tilsvarende varierte fra 24 til 300 g/daa for Vasshaglona. De største døgntapene av jord og fosfor i Timebekken er små sammenlignet med de store og ekstreme episoder i felt med mere åpen åker. Flere av de mest ekstreme døgnerverdiene for fosfortap i Time skjedde etter en stor andel jordarbeiding i 2016. Da var også partikkeltapet på det høyeste, men fortsatt lavt sammenlignet med feltene med mer åpen åker. Store og ekstreme døgnerverdier betyr mindre for partikkeltapet i Time enn i de andre tre feltene. Tilsvarende for fosfor, men her er det også registrert store og ekstreme døgnerverdier som kan skyldes husdyrgjødsel, evt. lekkasje på gjødsellager. Spredning av husdyrgjødsel ser i mindre grad ut til å føre til store og ekstreme fosfortap i Time. Analyse av overvåkingsdata viser at de høye fosfortapene i Time skyldes et overskudd av fosfor over tid med oppbygging av jordas fosforstatus som gir en mer jevn avrenning av fosfor med mindre fokus på store og ekstreme episoder (Liu m.fl., in prep.).

Tabell 7.1. Tap av partikler (tss) og totalfosfor for gjennomsnitt av døgnerverdier over 95-persentilen og i årlige gjennomsnittstap for hele overvåkingsperioden i Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona.

Store og ekstreme døgnerverdier	Mørdre	Skuterud	Time	Vasshaglona
Partikler (kg/daa/døgn)	11 - 67	5 - 41	0,5 - 2,6	6 - 75
Totalfosfor (g/daa/døgn)	15 - 125	9 - 45	5 - 23	24 - 300
Gjennomsnittlige tap i overvåkingsperioden				
Partikler (kg tss/daa/år)	219	105	11	146
Totalfosfor (g/daa/år)	333	246	184	703

7.2.5 Episoder om høsten

Høsten er en viktig avrenningsperiode for store og ekstreme hendelser for alle feltene. For Vasshaglona og Time er det den viktigste perioden både for nedbør og avrenning (figur 7.4 og 7.8). For Vasshaglona gir dette også de største tapene av nitrogen, fosfor og partikler (figur 6.3, 6.4, 6.7). Vasshaglona har høyest frekvens av døgnerverdier for nedbør ≥ 95 persentilen for oktober, men den høyeste gjennomsnittsverdien for slike forekomster er for november. Både i november og september er det døgnerverdier for nedbør over 100 mm, med 147 mm i november som høyest. For avrenning har Vasshaglona flest avrenningsepisoder over 95 persentilen for november, men den største gjennomsnittlige døgnavrenning er registrert for september. Nitrogentapet (figur 6.10) for døgnerverdier ≥ 95 persentilen er høyt både for oktober og november, men september har det gjennomsnittlige høyeste tapet av tot N med over 200 g/daa. For alle feltene er det høy frekvens og gjennomsnittlige høye tap for døgnerverdier ≥ 95 persentilen for høsten (figur 7.20).

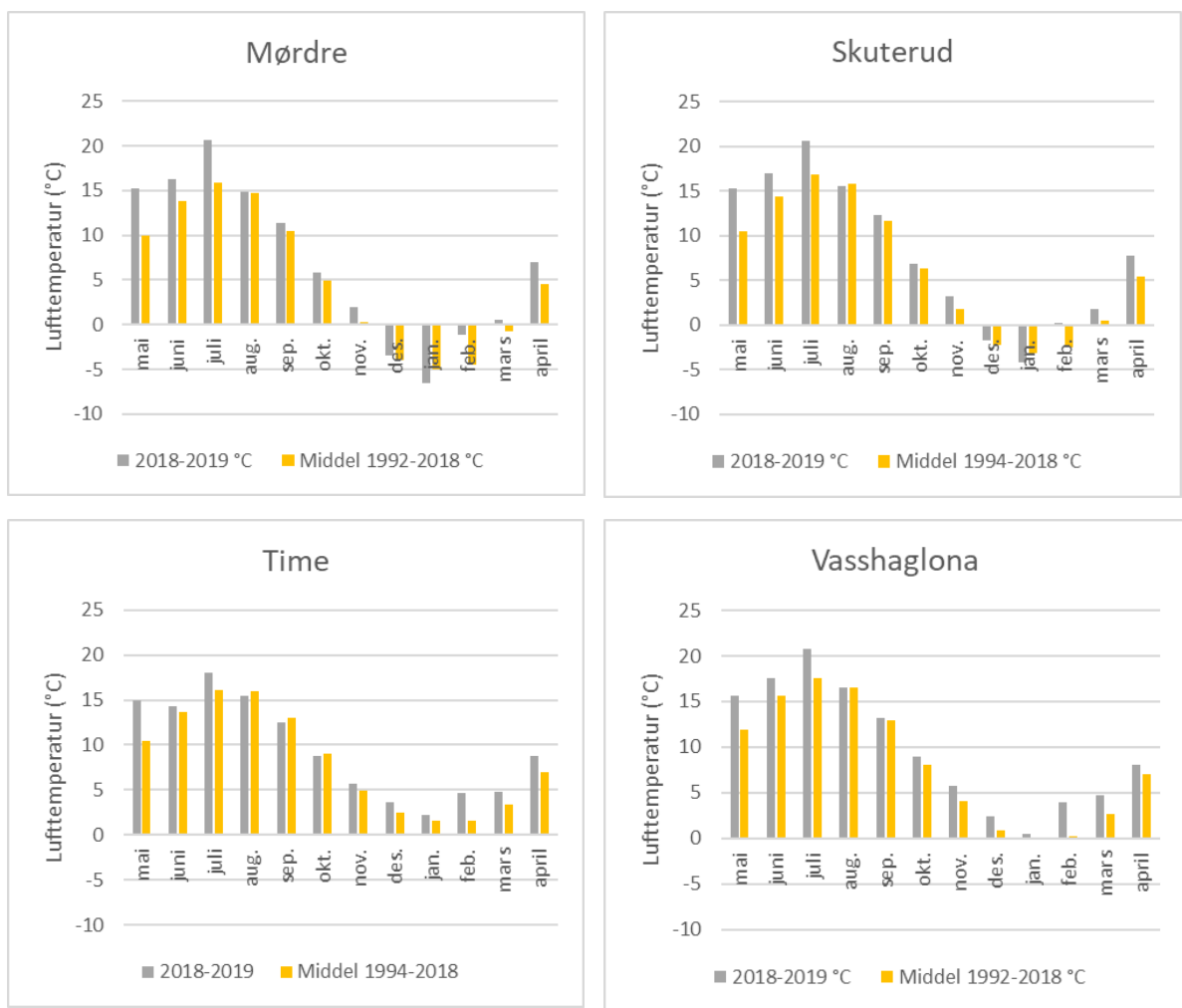
Grønnsaks- og potetarealer i Vasshaglona høstes fra juni-juli og utover høsten og gir liten erosjonsbeskyttelse. Sammen med mye nedbør om høsten gir dette stor risiko for tap om høsten. For kornområdene i Skuterud og Mørdre er snøsmelting og vårperiode viktigere for tap av partikler og fosfor (høy frekvens av døgnerverdier), men høsten er også en viktig avrenningsperiode. Tapene av partikler og fosfor er imidlertid her avhengig av hvor mye av arealet som ligger i stubb eller er jordarbeidet og har nysådd høstkorn. For Time er det høy frekvens av nedbør og avrenning i høstmånedene, men partikkeltapet for disse episoder er lavt sammenlignet med de andre felt. Det gjennomsnittlige fosfortapet for forekomster ≥ 95 persentilen er jevnt det samme for høst og vinterepisoder i Time (se også 7.2.4).

7.2.6 Tørken i 2018

Sommeren 2018 er ofte betegnet som «tørkesommeren 2018» (met.no) både for Norge og deler av Europa. Gjennomsnittstemperaturer var mellom 1- 2 grader høyere enn normalt, det var høyere

evapotranspirasjon og lite nedbør over en lengre periode. Lite nedbør ga dårlige vekstforhold, lave avlinger (figur 7.26), fôrmangel, nedslakting av husdyr og import av fôr (NMR, 2019).

Langvarige tørkeperioder påvirker også avrenning, tap av næringsstoffer og erosjon. Denne rapporten er basert på metodikken med klassifisering av store og ekstreme forekomster av døgnverdier ≥ 95 persentilen. Med denne metoden får en ikke frem tørkeperioder og lave verdier for nedbør, avrenning og tap. Men tørkesommeren 2018 brukes ofte som et eksempel på en ekstrem hendelse som det kan komme flere av. Den er derfor omtalt spesielt.



Figur 7.21. Gjennomsnittlig lufttemperatur (°C) i 2018/2019 og i middel for overvåkingsperioden for Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona.

Sommeren 2018 var temperaturen i mai, juni og juli høyere enn gjennomsnitt for tidligere år i alle fire felt (figur 7.21). Det var dessuten lite nedbør gjennom sommeren for alle felt, med 60 – 250 mm lavere enn gjennomsnitt for overvåkingsperioden (Bechmann m.fl. 2021). I Skuterud var sommeren 2018 meget varm og tørr, og gjennomsnittstemperaturen for mai–august var 3 grader varmere enn gjennomsnitt for tidligere år (Bechmann m.fl. 2021). Sommeren var tørr i Mørdre, det kom betydelig mindre nedbør i alle fire sommermånedene (123 mm i mai–august) sammenlignet med middelet i overvåkingsperioden (306 mm). I Skuterud kom det også mindre nedbør i vekstsesongen fra mai–august 2018 (203 mm) enn gjennomsnitt for vekstsesongen i overvåkingsperioden (325 mm). I Time kom det 46 mm nedbør/måned i juni og juli, mens gjennomsnittet for overvåkingsperioden er 81 mm nedbør/måned disse månedene (figur 7.22). I Vasshaglona var det 170 mm nedbør fra mai til august

mens normalen er over 400 mm i den perioden. Figur 7.23 viser at lite nedbør også ga liten avrenning og følgelig lave tap gjennom sommeren.



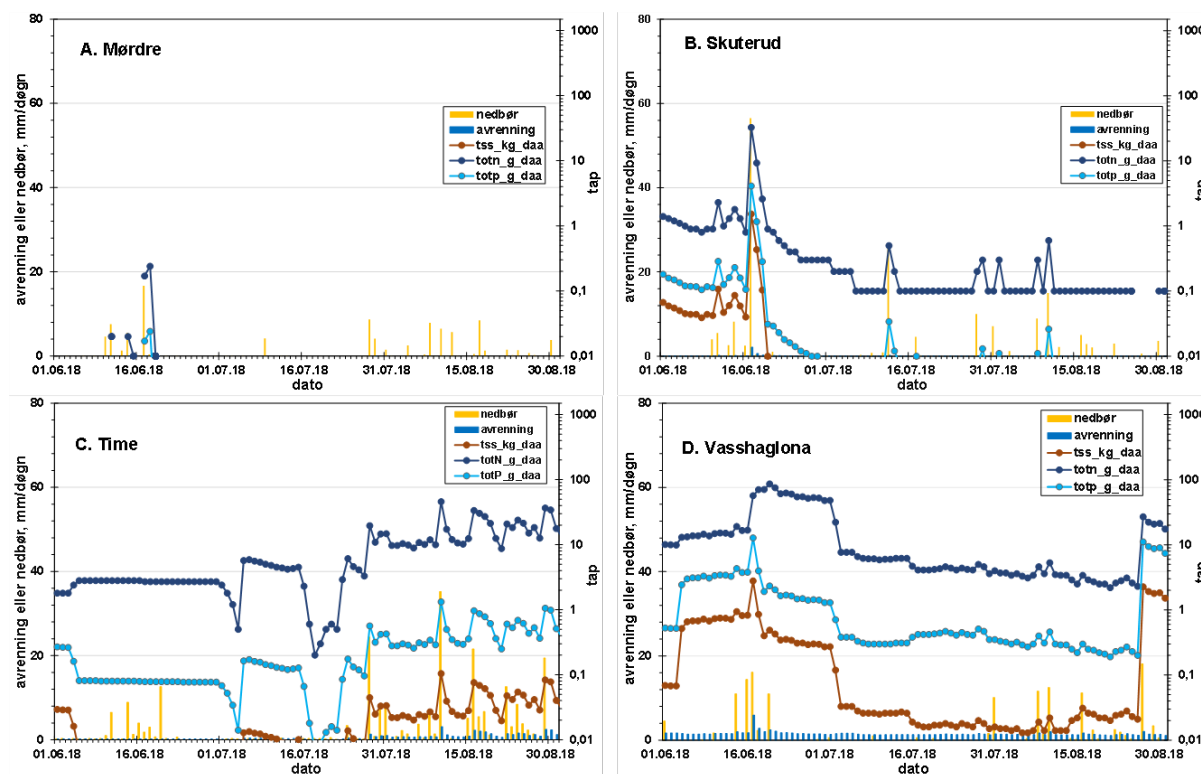
Figur 7.22. Månedlig nedbør (mm) i 2018/2019 og i middel for overvåkingsperioden for Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona.

Selv om det var en tørkesommer så var det en episode med kraftig nedbør 17. juni i Skuterud. Den episoden førte til høye konsentrasjoner (SS: 440 mg/l; TP: 1,2 mg/l; TN: 10 mg/l), men det ble ikke store tap av partikler og næringsstoffer pga. relativt lav avrenning. I Vasshaglona ble det vannet mye dette året (til grønnsaker), ca. 7 mm pr daa totalareal, det påvirket avrenningen som ble mindre redusert enn i de andre tre felt. For alle feltene var det høyere nitrogenkonsentrasjoner enn gjennomsnitt for overvåkingsperioden. I Skuterud var det 18 mg TN/l i en blandprøve i november og i tilsvarende periode ble det målt 19 mg TN/l i Mørdre. I Vasshaglona var konsentrasjonene av partikler, totalfosfor og totalnitrogen i 2018/2019 godt over gjennomsnittet for perioden 1998–2018; partikler: 128 mg/l mot 74 mg/l; totalfosfor: 611 µg/l mot 357 µg/l; totalnitrogen: 7,1 mg/l mot 5, 7 mg/l). I Time var det høye konsentrasjoner fra mai til august av både nitrogen (gjns. 13 mg/l) og fosfor (gjns. 440 µg/l) selv om avrenningen var liten.

Tørkeåret førte til at avlingen i bygg i Skuterud i gjennomsnitt var 30 % av normalavlingene og i Mørdrefeltet i gjennomsnitt var 70 % av gjennomsnittsavlingene for hele overvåkingsperioden. Samtidig ble det dette året gjødslet mindre med nitrogen i begge felt enn gjennomsnittet, men nitrogenoverskuddet ble likevel om lag 6 kg/dekar i Skuterud og Mørdre (Bechmann m.fl. 2021). På grunn av den tørre høsten i Skuterud ble det sådd mer høstkorn (55 %) i 2018 enn det har blitt noen

av de tidligere årene i overvåkingen. Det meste ble sådd etter harving (51 %), betydelig mer enn både året før (5 %) og gjennomsnitt for overvåkingsperioden (7,1 %).

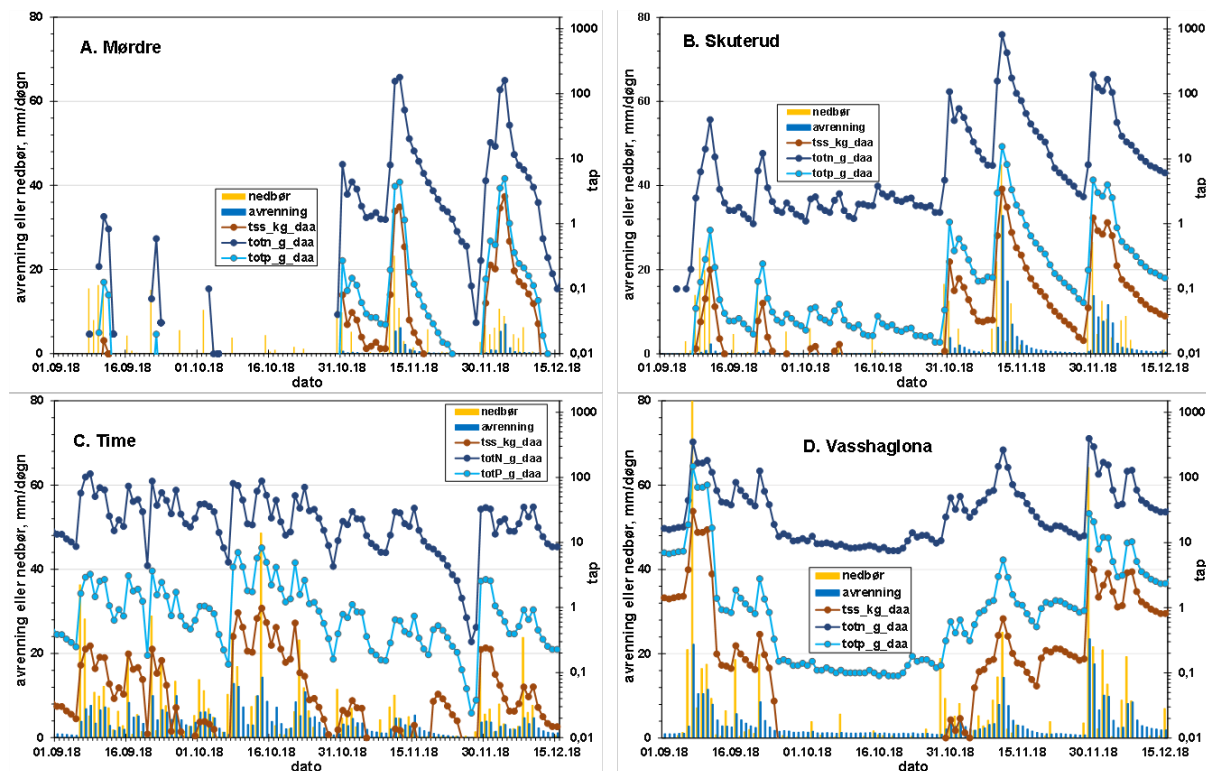
På grunn av høye konsentrasjoner ble tap av partikler og fosfor høyere i Time i 2018/2019 enn i gjennomsnitt for tidligere år på tross av lavere avrenning (Bechmann m.fl. 2021). I Skuterud og Mørdre var det lave tap av partikler og fosfor det året pga. lav avrenning. Tapene av nitrogen var derimot relativt høye pga. meget høye konsentrasjoner om høsten og våren 2019. I Vasshaglona var det høye tap av partikler og næringsstoffer pga. kraftig nedbør om høsten (figur 7.24).



Figur 7.23. Daglig nedbør, avrenning, og beregnet døgntap (fra blandprøver) av tss, totP og totN for sommeren 2018 for Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona nedbørfelt.

Høsten 2018: Etter tørkesommeren 2018 ble det registrert flere meget ekstreme døgnerverdier for nitrogentap høsten 2018 og videre gjennom vinteren og våren 2019 og helt til høsten 2019. For Time og Vasshaglona startet høstepisodene allerede i begynnelsen av september. I Vasshaglona kom det 40 mm på en time den 7. september 2018 (figur 6.20 og figur 7.24). Fosfortapet var 148 g P/dekar/døgn (tredje største døgnerverdi for fosfortap 22. og 25. okt. 2002). Nesten alle ettårige vekster var høstet (mye allerede i juni og juli). Fosforkonsentrasjonen var 3,7 mg/l i blandprøven fra denne episoden (figur 6.21). Vasshaglona hadde de høyeste konsentrasjoner av partikler, fosfor og nitrogen i høstmånedene. Men også høyt i desember og mars.

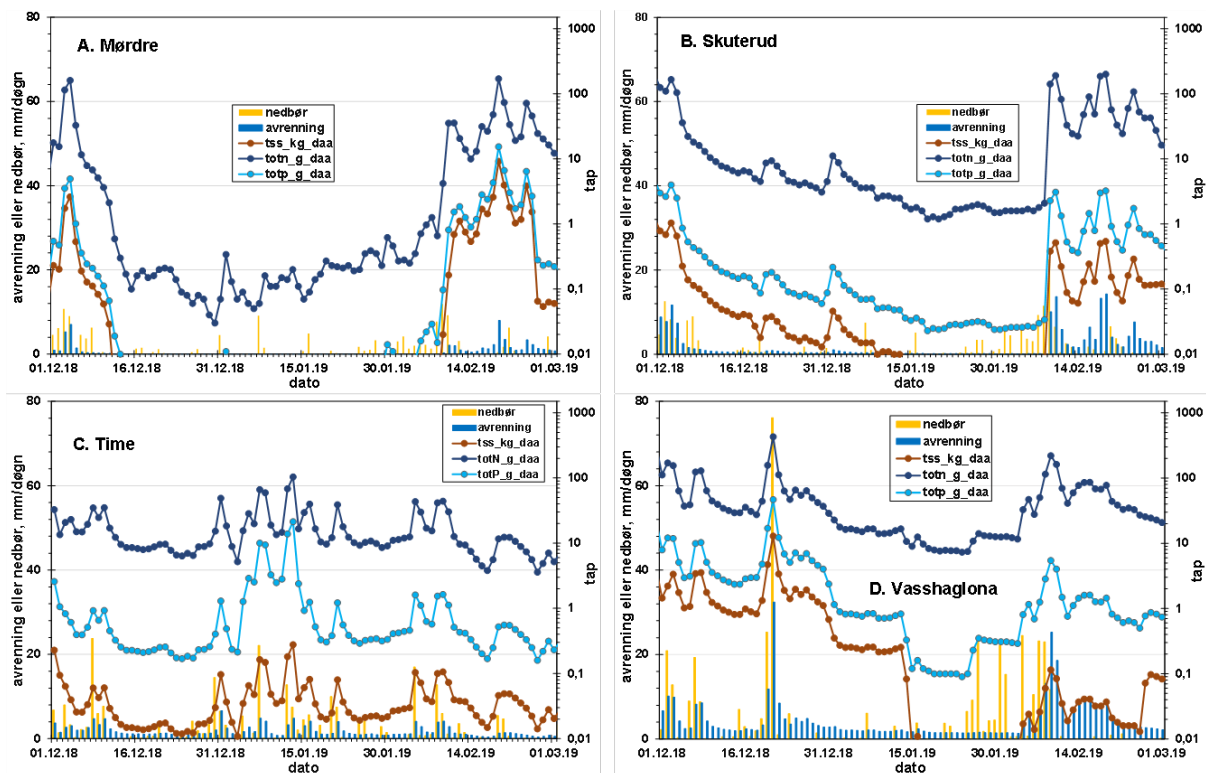
For Skuterud og Mørdre var det lite nedbør tidlig på høsten og gode forhold for såing av høstkorn og jordarbeiding. I Skuterud overvintret kun 20 % av arealet i stubb. I begynnelsen av november kom den første nedbøren som førte til avrenning. Nedbør den 11. november 2018 resulterte i ekstreme totN tap med 179 g/daa/døgn i Mørdre og 815 g/daa i Skuterud (figur 4.8 og figur 7.24). 12. november ble tapet i Skuterud 430 g/dekar, det vil si at 20 % av årets nitrogentap kom i løpet av to døgn (kapittel 4.4.1). Avrenningen var karakterisert som meget ekstrem (99,95 persentil) og nedbør (99,90 persentil). Også for TotP var det ekstreme tap (99,50 persentilen), mens partikkeltapet var karakterisert som signifikant (95,00 persentil).



Figur 7.24. Daglig nedbør, avrenning, og beregnet døgntap (fra blandprøver) av tss, totP og totN for høsten 2018 for Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona nedbørfelt.

Vinter og vår 2019: Det var lite avrenning i vintermånedene frem til februar 2019 for Skuterud og Mørdre. Konsentrasjonene av nitrogen varierte, men var relativt høye utover vinteren. I Mørdre var det høye konsentrasjoner til april og i juni 2019. I Skuterud var det høye nitrogenkonsentrasjoner til og med februar og i juni 2019.

Det nest største nitrogentapet (249 g/dekar/døgn) i Mørdre skjedde på ett døgn ved snøsmelting den 23. mars 2019. Konsentrasjonen var 12 mg N/l i blandprøven, som er høyt sammenlignet med gjennomsnittet for hele måleperioden på 5,2 mg/l (Bechmann m.fl. 2021). I nedbørfeltet var det lite av kornarealet som overvintret i stubb, og arealet med høstkorn, sådd høsten 2018 var det største (>20 %) som er registrert i overvåkingsperioden i Mørdrefeltet (Bechmann m.fl. 2021). Jordarbeiding før såing av høstkorn fører til økt mineralisering og frigjøring av nitrogen og sammen med overskuddet av nitrogen fra 2018 kan det ha bidratt til høye nitrogenkonsentrasjoner i mars 2019. Også Skuterud med kun 20 % av arealet i stubb hadde – som Mørdre- store tap i vårperioden.



Figur 7.25. Daglig nedbør, avrenning, og beregnet døgtap (fra blandprøver) av tss, totP og totN for vinteren 2018/2019 for Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona nedbørfelt.

Selv om det var tørkesommer i 2018 så var det med unntak for Time ikke lavest avrenning for året som helhet. Det skyldes de kraftige nedbørepisodene på høsten. Året 2018/2019 viser at det både kan forekomme ekstreme tørkeperioder og svært store-ekstreme avrenningsepisoder det samme året. Dette gjør det krevende med tilpassningstiltak.



Figur 7.26. Tørkesommeren førte til lave kornavlinger. Foto: Wendy Waalen.

7.3 Vurdering av miljøeffekter i de ulike områder- vannkvalitet.

I tabell 7.2 er det gitt en samlet oversikt som grunnlag for vurdering av miljøeffekter og behov for tiltak i de ulike områder. Tabellen er inndelt etter type hendelse snøsmelting eller intens nedbør og effekt på; avrenning, erosjon, fosfor eller nitrogentap som kan forekomme i de ulike sesonger i de fire feltene med ulik jordbruksproduksjon med korn, husdyr/grasområder og grønnsaker. Tabellen angir ikke frekvenser av ulike store og ekstreme hendelser, men en skjematisk oversikt over hovedeffekter dersom det forekommer en stor eller ekstremhendelse den enkelte sesong. For både Mørdre og Skuterud kan store og ekstreme hendelser forekomme i forbindelse med snøsmelting og gi høye tap av erosjon og fosfor. Vinterperioden kan også være stabil med frost og snødekke og vil da ha lave tap. Det samme er i noen grad tilfellet for Vasshaglona, mens det sjeldent er stabilt snødekke i Time. Wenng et

al. (2021) fant også at overvåkingsselter dominert av snøsmelting hadde lave tap i vinterperioden. Men for Mørdre hadde vært flere år mot slutten av perioden med mildere vær, og regnvær hadde da gitt flere episoder i vinterperioden. Felter der avrenning er dominert av snøsmelting og felter som er dominert av regnvær vil ha ulike avrenningsmønstre og ulik risiko for tap.

Om våren kan en nedbørepisode gi høye tap av jord, fosfor og nitrogen der det er nysådd åker. Det skjer ikke ofte, men når det skjer kan det bli meget store tap. Det gjelder særlig for Mørdre og Skuterud, og i mindre grad for Vasshaglona.

En kortvarig sommerepisode kan for Skuterud og Mørdre gi høye nitrogenkonsentrasjoner, med små totaltap og også lave tap av partikler og fosfor. For Vasshaglona vil kraftig høstnedbør kunne gi meget høye jord-, nitrogen- og fosfortap. Høsten har også større erosjon og partikkeltap enn i mars /april snøsmelting for kornfeltene. I Time er det mer jevne tap for alle sesonger. Erosjonstap er angitt lavt, men det er registrert høye tap for enkeltår med kraftig nedbør etter økt andel vårkorn.

Tabell 7.2. Effekt av sesong, overflatetilstand og type ekstremhendelse på avrenning, erosjon og tap av nitrogen og fosfor for Mørdre, Skuterud, Time og Vasshaglona.

Mørdre				
Sesonger	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Overflatetilstand	jordarb. og stubb	nysådd åker	plantedekke, korn	jordarb/stubb
Ekstremhendelse	snøsmelting	intens nedbør	intens nedbør	intens nedbør
Avrenning	stor	stor, kortvarig	intens/kortvarig	stort/stort
Erosjon	stor/lav ^{xx}	stor ^{xx}	lav	stor/lav
P tap	Stor/lavt	stort	lavt	middels
N tap	middels/lavt	stort	høy konsentrasjon, kort varighet	Middels
Skuterud				
Sesonger	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Overflatetilstand	jordarb. og stubb	nysådd åker	plantedekke, korn	jordarb/stubb
Ekstremhendelse	snøsmelting	intens nedbør	intens nedbør	intens nedbør
Avrenning	Stor	stor, kortvarig	intens/kortvarig	stort/stort
Erosjon	stor/lav ^{xx}	stor ^{xx}	lav	stor/lav
P tap	stor/lavt	stort	lavt	middels/lavt
N tap	middels/lavt	stort	høy konsentrasjon, kort varighet	middels
Time				
Sesonger	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Overflatetilstand	gras	husdyrgjødsel spredd/ gras ^x	husdyrgjødsel spredd/gras	Gras
ekstremhendelse	regnvær	regnvær	intens nedbør	Regnvær
Avrenning	stor, kortvarig	middels	intens kortvarig	Stort
Erosjon	lav	lav	lav	Lav
P tap	lavt	lavt	stort-kortvarig	Lavt
N tap	middels	middels	middels -kortvarig	middels
Vasshaglona				
Sesonger	Vinter	Vår	Sommer	Høst
Overflatetilstand	jordarb	nysådd/plantet	etablert radkultur	høstet åker
ekstremhendelse	regn/snøsmelting	regnvær	intens nedbør	Regnvær
Avrenning	stor	middels	intens, kortvarig	Stor
Erosjon	middels	middels	middels	meget stor
P tap	stort	stort	lavt	meget stort
N tap	stort	stort	Stort	meget stort

X Time: Dersom det er en større andel vårkorn i feltet- så kan en ekstremhendelse gi større erosjon og fosfortap.

XX Mørdre og Skuterud: Vinterperiode med frost og snødekke har liten erosjon og fosfortap. Snøsmelting i vinter og vårsesong kan gi store erosjon og fosfortap. For vår er det i tabellen satt inn eksempel på intens nedbør etter vårsådd.

8 Vurdering av behov for tiltak i de ulike områdene

I prosjektet er det gjort noen vurderinger av behov for tiltak for store og ekstreme hendelse i de ulike områdene som overvåkingfeltene representerer. Det er vurdert dagens anbefalte tiltak (noen støttet gjennom regionale miljøprogram (RMP) og spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL)) og behovet for ytterligere tiltak for ekstremværsperioder. Det er gjennomført 3 webinar der resultater fra dataanalysene er presentert og der behovet for tilpasning og tiltak er diskutert med ulike målgrupper. Det er holdt webinar for Viken med presentasjon av resultater fra Mørdre og Skuterudfeltene, for Agder med presentasjon fra Vasshaglonafeltet og for Rogaland med resultater fra Timefeltet. I vedlegg er det oppgitt program for disse webinar, oversikt over inviterte fra ulike målgrupper og oppsummering av anbefalinger om tiltak. På bakgrunn av innspill fra disse webinarne og prosjektgruppen er det laget en oversikt over aktuelle tiltak og tiltaksbehov. Dette er et område det er behov for å jobbe mer systematisk med fremover. Resultater fra denne analysen kan være et bidrag til slike vurderinger. For de meget ekstreme episoder som kan gi store flomskade, skred og utrasinger vil tiltak listet under ikke være tilstrekkelige. For slike skader er det aktuelt med vurderinger i forhold til Naturskadefondet.

Erfaringene fra de tre webinar viste at det var en del felles vurderinger om behov for tiltak og noen spesifikke for de enkelte produksjoner:

- Tiltak som allerede anbefales i dag i RMP kan få behov for økt gjennomføring, på større areal og på flere eiendommer. Dette gjelder erosjonstiltak, endret jordarbeiding og behovet for grasdekte vannveier og kantsoner. Dette har også betydning for tilgjengelige tilskuddsmidler. Tiltak som er innført i Viken (miljøkrav i tiltakszone) med 60/40 regelen er et viktig eksempel. 60 % av fulldyrket areal skal overvintre i stubb, gras, direktesådd fangvekst eller direktesådd høstkorn.
- Våte forhold og grøfting. For alle områder er det vurdert behov for bedre grøfting og vedlikehold av eksisterende systemer. Det kan være behov for vurdering av dimensjoneringsgrunnlaget, vurdere tettere avstand mellom grøfter og dypere grøfter. Grøfter som fungerer vil raskt lede ut vann slik at det er beredskap til å ta imot vann ved nye episoder (rask respons). Grøftespyling kan bli mer aktuelt for å sikre mot gjentetting og øke kapasiteten.
- Kontroll med overflatevann, hydrotekniske tiltak og vedlikehold av systemer er viktige tiltak i landskapet. Mer bruk av åpne kanaler kan også bli mer aktuelt for å lede bort vann.
- Utforming av bekkeløp- totrinns utforming bekkeløp for å gi bekken rom i landskapet.
- Tiltak for å rense næringsstoffer fra grøfteavrenning kan bli mer aktuelt- særlig ved økt dreneringsomfang, behov for dokumentasjon av slike tiltak.
- Økt avrenning – flere ekstreme episoder kan gi økt erosjon i dråg. Tiltak i dråg og vannveier kan bli mer aktuelle. Det mangler dokumentasjon av effekter. Tiltak i dråg, vannveier er et av få tiltak for store episoder om sommeren.
- Gjødslingstiltak som gjødslingsplanlegging, delt gjødsling, presisjonsjødsling kan bli mer aktuelt. Ugjødslede kantsoner viktige.
- Bruk av kantsoner og fangdammer aktuelle tiltak for alle områder. Skjøtselstiltak for eldre fangdammer, vedlikehold og behovet for tømning av fangdammer kan øke.

- Tørkeperioder- investering i vanningsutstyr. Noen vekster som f.eks. potet er sårbare i ulike vekstfaser. Noen områder har problem med lange avstander til vannkilde og store løftehøyder for vannet (f.eks. Romerike). Behov for å designe laguner, kanaler for å kunne magasinere vann. Behov for å utvikle veiledning for hvordan slike anlegg kan uformes.
- Varsling av episoder. Behov for varsling, kunnskap og anbefalinger om når man må slutte å gjødsle i forhold til regnvær som er varslet og hvor lenge man bør vente etter en avrenningsepisode før man kan gjødsle, kjøre på jorda mm.
- På grønnsaksarealer med lang veksttid utover høsten- få aktuelle tiltak der kantsoner på webinar ble vurdert som det mest aktuelle. I grønnsaksområder er også aktuelt;
 - Fangvekster sådd etter høsting eller mellom radene
 - Flere vekster i løpet av en vekstsesong
 - Grasdekte kantsoner fanger partikler og partikkelbundet fosfor
 - Grasdekte vannveier
 - Kontroll med overflatevannet
 - Fangdammer til å fange partikler
 - Fokus på næringstoffbalanse
 - Våtmarker for å denitrifisere nitrogen
- For husdyrområder ble det på webinar fokusert på muligheter for å fordrøye vann i landskapet, to-trinnsutforming av bekkeløp, god drenering. I husdyrområder med våte forhold er det risiko for jordpakking ved spredning av husdyrgjødsel. Vurdering av tyngden på lass og bedre tilpasning av utstyr aktuelle tiltak.
 - Direktesåing uten jordarbeiding
 - Tette lekkasjer på gjødsellager
 - Unngå overflatespredning av husdyrgjødsel mot slutten av vekstsesongen
 - Beiting mot vassdrag- vurderes.
 - Etterpolering
 - Grasdekte kantsoner
 - Renseparker
 - Direkte såing av vårkorn
 - Oppfølging punktkilder aktuelt for husdyrområder.

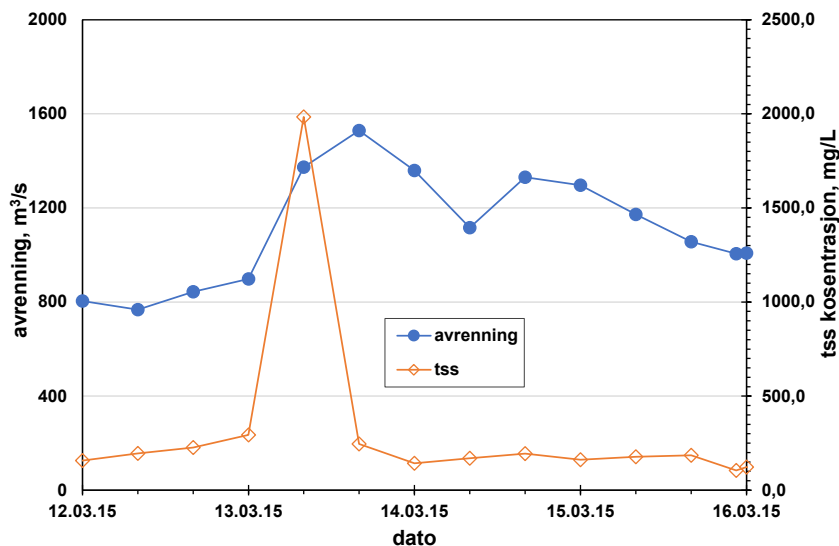
9 Overvåkingsmetodikk i JOVA

9.1 Blandprøver-dokumentasjon av store og ekstreme episoder

JOVA-programmet ble etablert med formål å rapportere årlige tap av partikler og næringsstoffer fra jordbruksarealer. Analyse av store og ekstreme episoder er et annet formål som kan føre til behov for tilpasning og videreutvikling av eksisterende overvåkingsmetodikk. I kapittel 2 (figur 2.1) er det gitt beskrivelse av metodikk og tilgjengelig datamateriale fra overvåkingsprogrammet. Nedbør og avrenning har høy oppløsning- der både time- og døgnverdier registreres og en kan derfor gjøre analyser av store og ekstreme episoder med oppløsning ned til timesverdier.

Vannføring brukes som grunnlag for vannproposjonale vannprøver som analyseres samlet for en lengre periode, oftest 14 dager. Det er derfor en gjennomsnittskonsentrasjon i blandprøver for prøvetakingsperiodoen. For denne analysen er det beregnet døgnverdier for tap basert på denne gjennomsnittskonsentrasjonen og avrenningen for det døgnet. Høye konsentrasjoner som er kortvarige vil inngå i gjennomsnittsverdiene, men en får ikke dokumentert hva de høyeste verdiene var.

I felt dominert av jordbruk vil konsentrasjoner av partikler, fosfor og nitrogen vanligvis variere med avrenning. For partikler og fosfor øker konsentrasjonen vanligvis med økende vannføring. Figur 9.1 gir et eksempel på dette fra Maumee river Ohio. De høyeste konsentrasjonene av partikler og fosfor blir undervurdert, og dermed de daglige tapene. Figuren viser at de høyeste konsentrasjonene forekom før vannføringstoppen. Wennig et al. (2021) fant tilsvarende i en studie av vannføring og turbiditet (15 minutters intervall for måling) for Skuterud og Mørdre en rask økning i turbiditet etterfulgt av økning i vannføring. Vannprøver ble tatt med timesintervall.



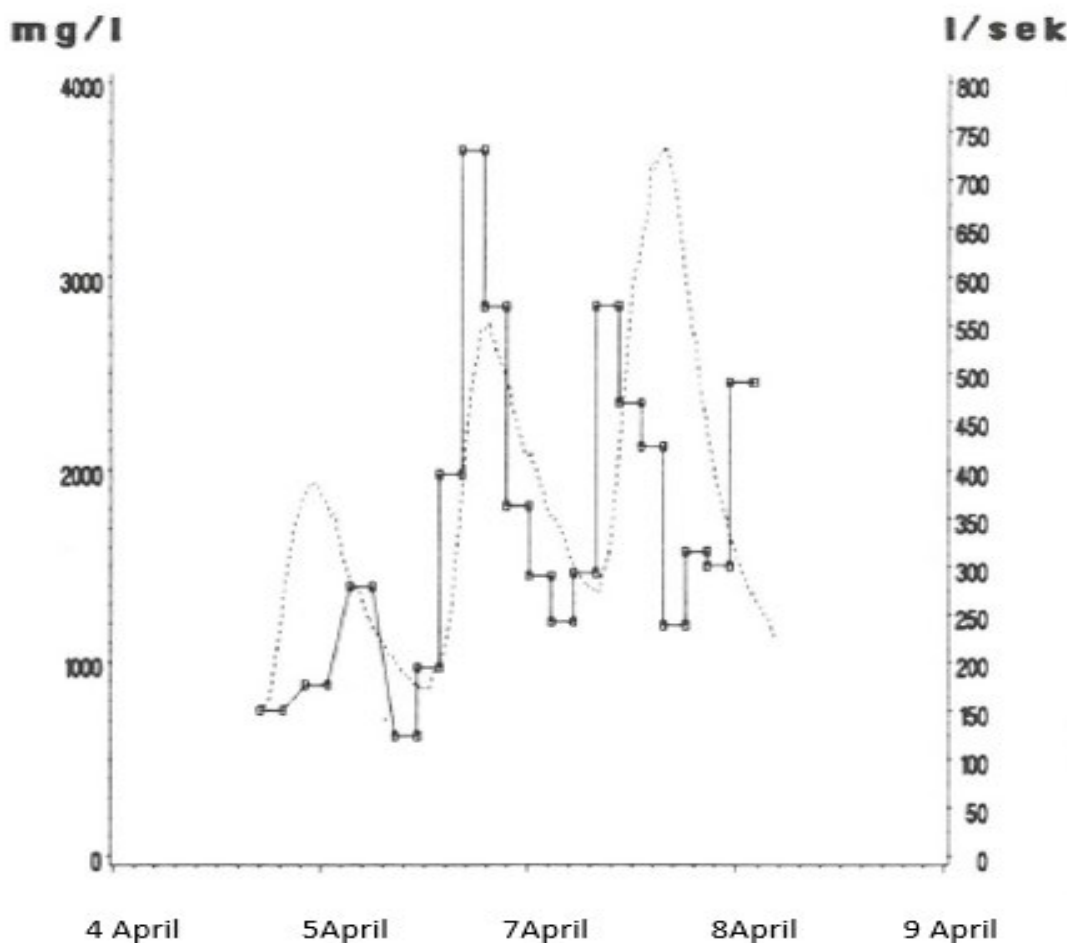
Figur 9.1. Vannføring i bekk, suspendert stoff (tss) og totP konsentrasjon i vannprøver tatt hver 8 time fra Maumee River, Ohio, USA. Data fra: The Heidelberg Tributary Loading Program of the National Center for Water Quality Research, Heidelberg University (<https://ncwqr.org/monitoring/>).

Slike oversikter kan en ikke fremskaffe med standardprøvetaking i JOVA-programmet. Dersom man skal forstå de ulike prosessene bak variasjoner i tap av partikler og næringsstoffer og planlegge for effektive tiltak så er det behov for mer høyoppløselige data også for vannkvalitetsparametre. For å oppnå dette er det behov for prøvetakingssystem som kan supplere standardovervåkingen i spesielle avrenningsepisoder, f.eks. ved timesverdier.

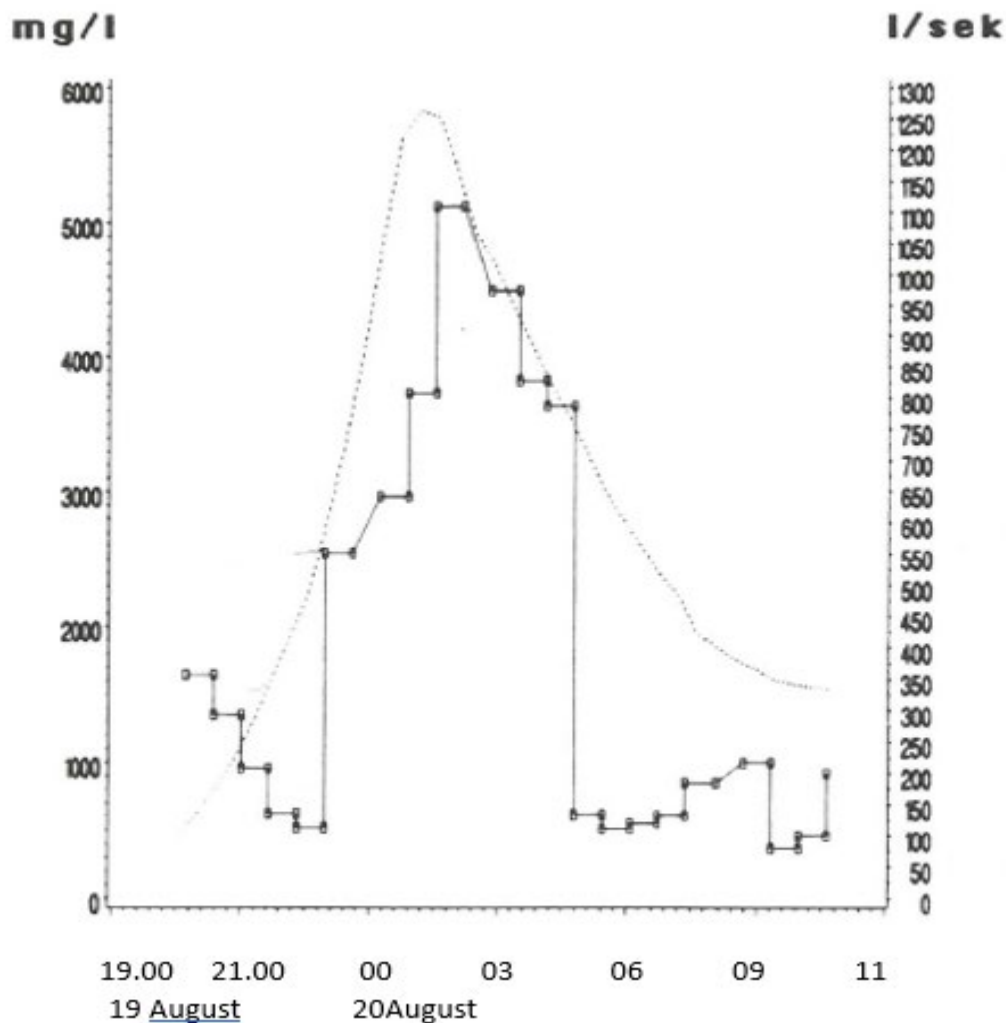
Siden 2018 har det vært installert turbiditetssensor i Skuterud og Mørdre. Data fra sensorene registreres med times oppløsning og vil kunne gi bedre grunnlag for vurdering av ekstreme og store episoder av partikkeltap. Det er også mulig å installere et ekstra prøvetakingssystem for store episoder, f.eks. ISCO prøvetakere eller lignende. Det finnes i tillegg sensorer for å måle nitrogen og fosfor, men disse er dyre og krever omfattende oppfølging. Prøvetakingsmetodikken og utstyr er kjent, det er imidlertid et spørsmål om finansiering for å kunne installere dette i overvåkingsfeltene i JOVA.

Figur 9.2 og figur 9.3 viser et annet eksempel (Øygarden, 1989) på variasjon i vannføring (l/s) og tap av suspendert tørrstoff (mg/l) fra en tre døgnsperiode i snøsmeltingen og en kortvarig episode med høstnedbør i august. Det er sammenlignet enkeltprøver mot blandprøver for bekkemålinger i nedbørfelt på Romerike. Episoden med høstnedbør illustrerer variasjon fra lav vannføring i bekken (mindre enn 100 liter /sek) og hvordan dette i løpet av en fem timers periode øker til 1300 l/s. Konsentrasjonen av suspendert tørrstoff i enkeltprøver tatt hver halvtime viser en økning fra under 100 mg /l til over 5000 mg/l.

Figuren fra snøsmeltingsperioden viser også store variasjoner gjennom døgnet med enkeltprøver tatt hver 3. time. Konsentrasjonen av suspendert stoff varierer mellom under 1000 mg/l til nær 4000 mg/l og følger endringer i vannføring. For begge disse periodene viste de vannføringsproposjonale blandprøvene, som dekket en lengere periode, lave gjennomsnittsverdier med 163 mg/l for blandprøven fra 15. til 22. august (7 dager) og 265 mg/l for blandprøven fra 5. april til 11. april (6 dager) i snøsmeltingsepisoden.



Figur 9.2. Variasjon i avrenning og konsentrasjon av suspendert stoff (mg/l) gjennom en snøsmeltingsepisode fra 5- 8 april. (Øygarden, 1989)



Figur 9.3. Variasjon i vannføring og konsentrasjon av suspendert stoff (mg/l) gjennom en avrenningsepisode fra 19 august klokken 19.00 til 20 august klokken 11.00 (Øygarden, 1989).

Dersom man er interessert i å få dokumentert forløpet gjennom store episoder og også den maksimale verdi av partikler og næringsstoffer så er det behov for prøvetaking i tillegg til blandprøver.

Hydrologiske data fra JOVA-programmet har god oppløselighet med både time og døgnaverdier mens blandprøver representerer 14 dagers perioder. Det er ofte ønskelig å korrelere tap av partikler og næringsstoffer til avrenningsepisoder. Her må en være ekstra oppmerksom ved bruk av data fra vinterperioden der avrenning kan skyldes både snøsmelting og nedbør. Det kan være stor avrenning selv om det ikke er nedbør, fordi avrenningen skyldes snøsmelting. Nedbør og avrenning har derfor ofte bedre korrelasjon utenom snøsmeltingsperioden. Det har også betydning om blandprøver også representerer bare snøsmelting eller er en blanding med snøsmelting og regnværsepisoder.

9.2 Persentilmetoden- dokumentasjon av ekstreme verdier

Ved bruk av persentilmetoden får en rangert de ulike døgnaverdiene fra høy til lav og de høyeste verdier blir karakterisert som store eller ekstreme verdier for dette feltet. Disse verdier trenger ikke være ekstreme om de sammenlignes med andre felt. En må derfor være varsom med å overføre resultatene til annen bruk eller til andre felt. En slik dokumentasjon og karakterisering er nyttig for å finne store døghendelser for hvert felt, sesong og for perioder. Det gjelder både frekvens – forekomst

av store hendelser og tapene for disse hendelser. Det gir mulighet for å kunne vurdere risiko og planlegge tiltak i forhold til produksjon og jordbruksaktivitet. Det gir imidlertid ikke informasjon om ekstreme timesverdier eller ekstreme episoder som f.eks. strekker seg over tre måneder.

Det er to variable som er brukt for å karakterisere de store og ekstreme episoder. Det er frekvensen-antallet døgn-forekomster (pr måned, sesong) og gjennomsnittsverdien for disse forekomster. Det er verdt å merke seg at gjennomsnittsverdiene ikke dokumenterer de høyeste verdier, men er beregnet ut fra blandprøvene med gjennomsnittskonsentrasjoner.

I denne rapporten har vi sammenlignet mellom regioner, selv om nivået på ekstremer varierer mellom felt. Det er forsøkt å ta hensyn til dette ved å angi både nivå på gjennomsnittstap og årstap- med verdier over kolonner i figurer.

En kan bruke flere metoder for å analysere ekstreme verdier og sammenligne metodene. Det er ikke gjort slike sammenligninger for dette prosjektet. Valg av metodikk kan også være avhengig av hva resultatene skal brukes til. Dersom en ønsker dokumentasjon av hydrologiske karakteristikk for en ekstrem avrenningsperiode er det ønskelig med høyest mulig oppløsning gjennom episoden. Dersom en også er opptatt av kritiske verdier/nivå på vannkvalitet så er det ønskelig å få dokumentert ekstremverdiene for fosfor og nitrogen. Da er det behov for en datakvalitet og prøvetaking som kan dokumentere slike miljøhensyn. Det er ikke dekkende med det datamaterialet som her er benyttet. Dersom en er opptatt av de totale tap- som JOVA-programmet dokumenterer gjennom bruk av blandprøver, kan en få oversikter over år, måned og sesonger, men det gir ikke informasjon om forløpet av en ekstrem episode.

Persentilmetoden er effektiv for å identifisere enkeltdøgn med store og ekstreme verdier, men den avdekker ikke perioder med lave verdier som tørkeperioder (også omtalt i kapittel 2). Denne analysen har derfor ikke hatt mål om å identifisere forekomst av tørkeperioder. Data som er utarbeidet for døgnverdier kan imidlertid være aktuelle for fremtidige analyser også av tørkeperioder.

Tørkeperioder er mer langvarige og omfatter mer enn enkeltdøgn og dette må det tas hensyn ved bruk av analysemetodikk. Ved tørke er det liten avrenning og lave tap og slike døgnverdier vil også være til nytte for studier av tørkeperioder.

10 Utvidet sammendrag

Endringer i klima er forventet å gi økt frekvens av ekstremvær. Dette har stor betydning både for jordbruksproduksjoner og miljøeffekter og gir behov for tilpasning og miljøtiltak. I dette prosjektet er det gjort en dataanalyse for fire nedbørfelt i Program for jord og vannovervåking i landbruket (JOVA). Overvåkingsfeltene representerer ulike jordbruksproduksjoner i ulike regioner; Østlandet med korndyrking (Mørdre og Skuterudfeltet), Sør-Østlandet med grønnsaksdyrking (Vasshaglona), Sør-Vestlandet med husdyr og grasproduksjon (Timefeltet).

JOVA-programmet har omlag 30 år med overvåkingsdata. Dette prosjektet har hatt som mål å dokumentere og analysere store og ekstreme hendelser for nedbør, avrenning, tap av partikler, nitrogen og fosfor, og å gjøre sammenligninger mellom de ulike områder. Analysene er gjennomført for døgnverdier for registrert nedbør og avrenning kombinert med vannkvalitetsdata fra vannproporsjonale blandprøver (ca 14 dager). Døgnverdier av tap for nitrogen (tot N), fosfor (tot P) og partikler (totalt suspendert stoff) er beregnet basert på døgnavrenning multiplisert med konsentrasjon i blandprøven som dekker det døgnet.

Det er ulike definisjoner av ekstreme hendelser. I denne analysen er døgnverdiene sortert og rangert fra høyeste til laveste verdi. Hendelser som er lik eller større enn 90 persentilen (av de rangerte døgnverdier) er vurdert som **store** hendelser, og disse er videre inndelt i åtte klasser. Verdier over 99,90 persentilen er karakterisert som ekstreme verdier og 99,99 persentilen som de(n) største – mest ekstreme verdien(e). Det er fokus på forekomster over ≥ 95 persentilen og disse er presentert i figurer. Det er også presentert den største - mest ekstreme verdien - samt beskrevet eksempler på store og ekstreme hendelser. Disse er spesielt beskrevet ut fra driftsform og jordbruksaktivitet de ulike sesongene.

Nedbør. For alle sesonger er det generelt Vasshaglona som har høyest frekvenser av forekomster ≥ 95 persentilen, etterfulgt av Time, Skuterud og Mørdre. I vinterperioden er det flere forekomster av høye nedbørverdier i Time og Vasshaglona enn for østlandsfeltene, Skuterud og Mørdre. Alle felt har lav frekvens av høye nedbørføremster for vårsesongen. For sommeren er det høyere frekvens av døgn over ≥ 95 persentilen for østlandsfeltene, men gjennomsnittsnedbør for episodene om sommeren er høyere for Time og Vasshaglona med over 30 mm/døgn mot andre felt med 17 mm/døgn. I høstsesongen er det Skuterud og Vasshaglona som har flest forekomster av høye døgnverdier, og Vasshaglona og Time som har størst gjennomsnittsnedbør for disse døgn. I Vasshaglona er det mest nedbør på et enkelt døgn med 132 mm den 1. oktober 2017.

Avrenning. Frekvensfordelingen viser at store og ekstreme hendelser kan forekomme i alle sesonger-med ulike konsekvenser- men det er ulik fordeling mellom måneder og av gjennomsnittlig avrenningsmengde for slike hendelser. Antallet forekomster ≥ 95 persentilen av avrenning i forhold til total årlig avrenning har økt for Mørdre, Skuterud og Vasshaglona i overvåkingsperioden, men ikke for Time. For Østlandet skjer de fleste forekomster av store avrenningsepisoder i mars og særlig april i forbindelse med regnvær og snøsmelting. For Sør- Østlandet er det flest forekomster om høsten i oktober, mens det for Sør-Vestlandet er flest forekomster i høst og vintersesongen. I Mørdre, Time og Vasshaglona er det meget lav frekvens av døgn med høy avrenning i juni, juli og august. Sommeren har generelt - for alle felt-både færre forekomster og lavere gjennomsnittlig avrenning pr episode. Slike episoder om sommeren har ofte kort varighet. Høstsesongen har generelt størst frekvens av døgn med stor avrenning. Det gjelder særlig oktober og november og mest i Time og Vasshaglona. I begynnelsen av november 1992 var det ekstrem avrenning på 65 og 50 mm på ett døgn i hhv. Time og Vasshaglona, men den mest ekstreme avrenningen var ifølge registreringene på 139 mm på et døgn i Vasshaglona 15. september 1995.

Tap av partikler. Det er stor forskjell på tap av partikler mellom sesonger og mellom de fire feltene. Det skyldes både klima og dominerende jordbruksproduksjoner. For kornområdene på Østlandet,

Skuterud og Mørdre forekommer flest episoder med høye jordtap knyttet til avrenningsepisoder i mars og april (snøsmelting). De aller største døgnverdiene for jordtap har forekommet ved kraftige nedbørepisoder i mai etter våronn, før plantedekke er etablert. Dette gjelder særlig for Mørdre. For Timefeltet som er dominert av grasdekke er det generelt lave jordtap sammenlignet med de andre feltene, og det er i høst- og vinterperioden det har vært størst frekvens av store og ekstreme jordtap. Sommeren 2016 er det likevel mange døgn med jordtap ≥ 95 persentilen (maks. 2,4 kg/dekar/døgn) etter at det ble jordarbeidet på en del av grasarealet om våren. For Vasshaglona er det spesielt høsten, særlig oktober, og deretter vintersesongen som har høy forekomst av døgnverdier med store jordtap. Det er kombinasjonen av mye nedbør og ubeskyttet jord etter høsting av potet- og grønnsaker som gjør arealene erosjonsutsatte. For Mørdre og Skuterud er jordtap om høsten sterkt avhengig av om nedbørepisoder kommer f.eks. i september etter høsting og før jordarbeiding, eller senere på høsten etter jordarbeiding. Andelen av arealet som ligger i stubb, er jordarbeidet eller har høstkorn (med eller uten jordarbeiding) har betydning for jordtapet. Andelen stubb påvirker dessuten jordtap gjennom vinterperioden. Det største jordtapet på ett døgn ble registrert den 23. oktober 2002 i Vasshaglona (75 kg/dekar).

Tap av fosfor. Tapet av fosfor følger i hovedsak samme mønster som tapet av partikler. For kornfeltene på østlandet- Mørdre og Skuterud er det flest forekomster av høye døgnverdier i mars og særlig april, men de høyeste tapene ble registrert når en del av arealet var nysådd i mai. Om sommeren er det også lav frekvens av de høye forekomster, men høyere for Time og Vasshaglona enn for kornfeltene. Som for jordtap er fosfortap i episoder ≥ 95 persentilen lavere i Time (maks. 23 g/dekar/døgn) enn i Vasshaglona (maks. 300 g/dekar/døgn). Høstperioden har høy frekvens av store fosfortap særlig for Vasshaglona, men også for Skuterudfeltet. Vasshaglona har både høy forekomst av store episoder og høyere gjennomsnittstap av fosfor pr døgnepisode enn de andre feltene, f.eks. gjennomsnittlig 28 g/daa mot mindre enn 10 g/daa for de andre feltene.

Tap av nitrogen. Tapet av nitrogen følger ikke helt samme mønster som tapet av partikler. Det er generelt høyest frekvens av store tap og størst gjennomsnittlig tap/episode for høstperioden fra september til november og også i desember. Grønnsaksfeltet Vasshaglona har det aller største registrerte døgn tapet (1,4 kg N/dekar/døgn) om høsten, men også Skuterudfeltet har høy forekomst av store episoder om høsten. Sommersesongen har lav frekvens av store episoder, men når det skjer slike episoder kan tapet være på størrelse med tapet i høstperioden. Vasshaglona har f.eks. et gjennomsnittlig nitrogentap på 182 g/daa for de høye episoder i august og 174 g/daa i oktober. Gjennom hele overvåkingsperioden er det likevel flest forekomster av høye verdier gjennom høsten til og med desember måned.

Eksempler på episoder. Det er for hvert felt gitt en oversikt over den største- mest ekstreme døgnverdien for nedbør, avrenning, nitrogen, fosfor og tap av suspendert stoff (partikler). Disse episoder sees i sammenheng med type produksjon og jordbruksaktivitet på arealene. Slike episoder er f.eks knyttet til snøsmelting og såing av vårkorn i kornområdene (erosjon og fosfor tap), høstepisoder i grønnsaksområder (fosfor- og nitrogentap). Time- feltet skiller seg noe ut ved at det ikke er så mange store og ekstreme hendelser- det er mer jevn fordeling av tap gjennom ulike sesonger. De spesielle episodene som er omtalt er knyttet til lekkasje fra gjødsekkjeller, økt bruk av vårkorn med jordarbeiding.

Tørke. Ved bruk av metodikk med persentilmeteren er det fokusert på store hendelser (≥ 95 persentilen) - og metoden avdekker ikke liten avrenning og lave tap i tørkeperioder. Likevel er det etter tørkesommeren 2018 registrert store og ekstreme hendelser for avrenning og tap. Tørken førte til avlingssvikt i mange områder, og også liten avrenning og lave tap gjennom sommeren. Tørkesommeren ble etterfulgt av kraftige nedbørepisoder på høsten som ga spesielt høye nitrogentap. Det var også høyere tap gjennom vinteren og påfølgende vår. Resultater fra 2018/2019 illustrerer at store (ekstreme) tørkeperioder kan bli etterfulgt av store nedbørepisoder påfølgende høst med svært høye nitrogenkonsentrasjoner. I kornområdene ble det etablert mer høstkorn enn vanlig pga. en lang

og relativt tørr høst i 2018 slik at mindre areal overvintret i stubb. Dette kan også ha medvirket til høyere tap av partikler og næringsstoffer gjennom vinter og vår 2018/2019.

Behov for nye tiltak. I prosjektet er det holdt tre webinar (ulike brukergrupper) der resultater fra de fire områdene er presentert som grunnlag for diskusjon om behovet for tiltak. Generelt er det behov for økt gjennomføring av allerede kjente tiltak (jordarbeiding, gjødsling, kontroll med vann, miljøtiltak) på åpen åker-arealene, men også behov for ytterligere tiltak for kontroll med avrenning i jordbrukslandskapet og jorddekke i utsatte perioder. Det ble etterlyst behov for flere typer tiltak i potet- og grønnsaksproduksjon, særlig for høsten etter innhøsting. Rapporten gir referat fra disse webinar.

Vurdering av overvåkingsmetodikk for studier av ekstreme episoder. Analysene i dette prosjektet har benyttet data fra JOVA-programmet med standard prøvetaking fra blandprøveperioder (ofte 14 dagers prøver). Denne metodikken er egnet for rapportering av årlige tap. Ekstreme episoder er ofte kortvarige og kan ha høy intensitet. Både avrenning fra arealene, vannføring i bekkene og konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer kan variere mye gjennom slike episoder. Gjennomsnittsverdier fra blandprøver vil ikke gi informasjon om de maksimale konsentrasjoner og varighet av disse. Dersom en ønsker bedre dokumentasjon av store og ekstreme episoder er det behov for spesiell prøvetaking av dette med enkeltprøver gjennom en episode eller overvåking med sensorer som måler kontinuerlig. Dette er i tillegg til rutineovervåkingen. Analysene i dette prosjektet er basert på blandprøver og har derfor ikke med registreringer av de høyeste konsentrasjoner og tidspunkt for disse.

Dataanalysene er basert på metodikken med persentilmetoden og analyser av forekomster ≥ 95 persentilen. Denne metodikken får ikke frem effekten av langvarige tørkeperioder på avrenning og tap. For analyser av tørke på avrenning og tap av partikler og næringsstoffer må annen metodikk vurderes.

Dataanalysene ved bruk av persentilmetoden har rangert de ulike døgnerverdiene fra høyt til lavt. De høyeste for hvert enkelt nedbørfelt blir karakterisert som store og ekstreme for dette nedbørfeltet. De trenger imidlertid ikke være ekstreme når de sammenlignes med verdier i andre felt. Det må derfor være en varsomhet ved bruken av resultatene når man sammenligner mellom felt. Ved bruk innenfor hvert enkelt felt er resultatene derimot nyttige som grunnlag for å dokumentere risikoperioder for store tap og se disse i forhold til jordbruksaktivitet og dermed mulighet for tilpasningstiltak.

Rapporten har en stor samling figurer, presentert både for hvert felt og til sammenligning mellom områder. Dette kan være til nytte som dokumentasjon for hvert område og til oppslag for sammenligninger.

11 Referanser

- Bechmann, Marianne; Stenrød, Marianne; Kværnø, Sigrun; Eggestad, Hans Olav. 2021. Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt - Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992–2019. NIBIO-rapport;7(135) 2021 <https://hdl.handle.net/11250/2762684>
- Deelstra, J. 2023 (In prep). «En analyse av vær, avrenning og tap av suspendert stoff og næringsstoffer i Mørdre og Skuterud nedbørfelt».
- Deelstra, J. Øygarden, L., Buseth-Blankenberg, A-G., & Eggestad, H.O. 2011. Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 3(4):345-360. DOI: [10.1108/17568691111175641](https://doi.org/10.1108/17568691111175641)
- Eggestad, H.O. 2013. Precipitation and runoff extremes. In: *Agriculture and Environment*, 2013. pp 125- 143. JOVA jubileumsbok. Ås, 2013.
- Hanssen-Bauer, I., E.J. Førland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sandø, A. Sorteberg og B. Ådlandsvik. 2015. Klima i Norge 2100. [file:///C:/Users/lioy/Downloads/klima-i-norge-2100-opplag2%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/lioy/Downloads/klima-i-norge-2100-opplag2%20(3).pdf)
- IPCC. 2021. AR6 Climate Change 2021: The physical basis. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
- JOVA-programmet. 2023. <https://nibio.no/tema/miljo/jord-og-vannovervaking-i-landbruket>
- Klimaservicesenteret. 2021. Fylkesvise klimaprofiler for “Akershus “, Rogaland.” og “Agder “. <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oslo-og-akershus>
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/agder>
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/rogaland>
- Liu, J., M. Bechmann, H.O. Eggestad, and A.F. Øgaard. 2023. Twenty years of catchment monitoring highlights the predominant role of long-term phosphorus balances and soil phosphorus status in affecting phosphorus loss in livestock-intensive regions. *Science of the Total Environment* (Submitted).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). 2023. NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods Chapter 7.2.6.2 Percentiles. (<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/prc/section2/prc262.htm>. Åpnet 10 mai 2023. <https://doi.org/10.18434/M32189>.
- Thodsen, H. 2007. The influence of climate change on stream flow in Danish rivers. *J. Hydrol.* 333, 226–238. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.08.012>
- United States Geological Survey. 2023. National Ground-Water Monitoring Network. Statistics method. <https://cida.usgs.gov/ngwmn/provider/statistics-methods/accessed>. åpnet 10.mai.2023.
- Weng, H., Croghan, D., Bechmann, M., Marttila, H. 2021. Hydrology under change? Long -term and seasonal changes in small agricultural cathments in Norway. In Thesis Philosophiae Doctor (PhD), NMBU 3021: 77. Impact of climate and agricultural management on hydrology and water quality. A headwater catchment scale approach. Paper V, 35 pp.
- Øygarden, L. 2003. Rill and gully development during an extreme winter runoff event in Norway. *Catena* 50 (2003); 217-242. Elsevier science.
- Øygarden.L. 1989. Utprøvg av tiltak mot arealavrenning i Akershus. Handlingsplan mot landbruksforurensning. Rapport nr6. GEFO, Ås. 113 s.

Vedlegg

Innspill om behov for tiltak fra Webinar i de ulike regioner.

Det er arrangert 3 webinar der hovedresultater fra de ulike overvåkingsfelt ble presentert og der det ble invitert til diskusjon om aktuelle tiltak og behovet for nye tiltak og virkemidler. Det deltok til sammen ca femti personer på de tre webinar;

17 April: Presentasjon for Viken med resultater fra Mørdre og Skuterud overvåkingsfelt.

19 April: Presentasjon for Agder med resultater fra Vasshaglona overvåkingsfelt

19 April: Presentasjon for Rogaland med resultater fra Time overvåkingsfelt.

Oversikt over inviterte til webinar:

- Statsforvalterne i Viken, Agder og Rogaland
- Landbruksetaten i Follo, Nes, Time, Grimstad
- Vannområder- kontakter nær de fire overvåkingsfelt
- Norges Bondelag sentralt og fylkeslagene i Rogaland, Agder og Akershus.
- Norsk Bonde og småbrukarlag sentralt
- NLR sentralt og de lokale NLR avdelinger for Viken, Rogaland, Agder og Øst.
- Landbruksdirektoratet
- Miljødirektoratet

Program for webinarne:

10.00 - 10.10. Velkommen og oversikt over prosjektet.

Prosjektleder Lillian Øygarden, NIBIO.

10.10 - 10.35. Betydning av ekstreme og store episoder for avrenning i norske jordbruksområder. Webinar 1; Eksempel fra overvåkingsfeltene Mørdre og Skuterud med korndyrking Østlandet^x. I hvilke sesonger og hvor ofte har det forekommet ekstreme og store episoder? Hva var effektene på: avrenning, erosjon og tap av nitrogen og fosfor. Remegio Confesor, NIBIO.

10.35 - 10.45. Spørsmål

10.45 - 11.10. Utvalgte episoder- hva hadde driftsmessige forhold av betydning for tap i ulike sesonger. Marianne Bechmann, Johannes Deelstra, NIBIO

11.10 - 11.20. Spørsmål

11.20 - 12.00. Innspill og diskusjon: Behov for tiltak og tilpasninger til ekstreme og store avrenningsepisoder i jordbrukslandskapet. Aktuelle tiltak i dette området? Behov for nye tiltak og virkemidler?

^x: Webinar 2: Overvåkingsfeltet Vasshaglona med grønnsaker, Webinar 3: Overvåkingsfeltet Time med husdyr og fôr produksjon.

Innspill om aktuelle tiltak og virkemidler

Kornområder - innspill fra webinar i Viken:

Tiltak som allerede anbefales i dag i RMP kan ha behov for økt gjennomføring, på større areal og på flere eiendommer. Dette gjelder erosjonstiltak, endret jordarbeiding og behovet for grasdekte vannveier og kantsoner

Stubb om høsten og også bruk av fangvekster kan bli viktigere- og gi behov for økt gjennomføring. Tiltak som er innført i Viken med 60/40 regelen er viktig. 60 % av fulldyrket areal skal overvintre i stubb, gras, direkte sådd fangvest eller direktesådd høstkorn.

Våte forhold og grøfting. Behov for bedre grøfting og vedlikehold av eksisterende systemer. Kan være aktuelt med tettere avstand mellom grøfter og dypere grøfter. Grøfter som fungerer vil raskt lede ut vann slik at det er beredskap til å ta imot vann ved nye episoder (rask respons). Grøftespyling kan bli mer aktuelt for å sikre mot gjentetting og øke kapasiteten. Mer bruk av åpne kanaler. I miljøkrav nå er det innskjerpet med at det ikke skal jordarbeides nær nedløpskummer.

Grasdekte kantsoner viktig. I nasjonal norm er det angitt størrelse på kantsoner i forhold til normalvannstand. Det innebære at områder med ravedaler, eks med 15 m høye bekkeskråninger fra dyrket mark får ikke støtte. Dette kunne gitt mer stabile kanter og redusert kjøring med tunge maskiner nær jordekanten. I RMP står det; Avstanden fra vassdragets normalvannstand til der hvor kantsonen starter skal ikke være mer enn 8 meter.

Gjødsling: Delt gjødsling, gjødslingsstrategier viktig.

Husdyrgjødsel til biogass. Vil bruk av husdyrgjødsel til biogass føre til endrete mekaniske egenskaper for bioresten- som kan påvirke tilgjengelighet av næringsstoffer og hvor lett den kan vaskes ut med avrenning?

Varsling av ekstremvær - er det mulig med varsling via eks Yr slik at en kan planlegge aktiviteter som gjødsling, jordarbeiding i forhold til risiko for nedbør, tilpasset jordbrukets behov for varsling?

Erosjon i dråg- ekstreme episoder- mer konsentrerte vannløp. Vannveier kan bli viktigere, men det mangler dokumentasjon på effekter.

Fangdammer- sedimentert jord - tilbakeføring til jordene kan bli mer aktuelt.

Jorddekke og jordarbeiding: Jorddekke i forhold til tidlige og seine grønnsaker- redusere erosjon – behov for anbefalinger for tidlige og for seine sorter. Få tiltak for grønnsaker- buffersoner og fangdammer er kjente tiltak- men behovet kan øke.

Tørke: Potet er utsatt i ulike vekstfaser. Områder på Østlandet, som Romerike har liten tilgang på aktuelle vanningskilder- store pumpeavstander og pumpehøyder. Dette gir behov for å lagre vann i ulike perioder. Det er behov for råd og veiledning om utforming av laguner/kanaler, lagringsdammer/steinsatte voller i laguner.

Sommerepisoder- få tiltak er aktuelle og tilgjengelige. Vannveier er et tiltak som kan ha effekt.

Avklaringer med Naturskadefondet. Ekstreme og store episoder som gir store skader i jordbrukslandskapet. Her kan være behov for avklaringer med Naturskadefondet.

Grønnsaksområder, innspill fra webinar Agder

Tiltak som er i bruk idag kan få behov for økt gjennomføring og til flere områder.

På webinarer ble det diskutert mest om grønnsaker, men i Agder er det flere som har kombinasjon mellom korn og grønnsaker og også husdyr og grasproduksjon. Det er aktuelt med tiltak for alle disse produksjoner.

Det ble etterlyst behov for flere tiltak for grønnsaksprodusenter. Det er få aktuelle tiltak. Muligheter for jorddekke mellom rader ble nevnt. En kan ha flere hold med grønnsaker med innhøsting langt utover høsten. Det gir kort periode for å etablere f.eks fangvekst etter siste høsting.

Kantsoner er det mest aktuelle tiltaket.

Kalking for å binde fosfor? Det gjødsles mye med fosfor til grønnsaker. Det ble etterlyst dokumentasjon på mulig effekt av kalking for å binde fosfor å redusere avrenning.

Vekstskifter- mellom korn og grønnsaker. Flere har korn i veksling med grønnsaker. Når en har korn så kan erosjonstiltak som stubb være aktuelt. Kantsoner er aktuelt både for grønnsaker og korn.

Gjødselmengder. Grønnsaker har stort behov for næringstilførsel. Behov for god oppfølging av gjødselplan, delgjødsling i forhold til vekst og værforhold det enkelte år.

Behov for drenering ble også omtalt.

Områder med husdyr og fôrproduksjon, innspill fra webinar i Rogaland

Gamle renseparker-økt behov for vedlikehold. I ekstreme /store avrenningsepisoder så kan de bli en kilde til forurensning ved utspyling fra fangdammene.

Brakking; Høstbrakking er mest vanlig å bruke. Vårbrakking – ligger åpent lenger- vil gi større risiko for tap. Kjemisk brakking med glyfosat kan vær et alternativ.

Kontroll med overflatevann viktig, men mye av avrenning skjer gjennom jorda for Rogaland. Profilerings av terrengoverflate kan bli mer aktuelt for å få vannet bort raskere. **Aktuelt med mer fokus på hele vannsystemet** /vannets veier i landskapet, overflateavrenning, grøftekart (dokumentasjon mangler), fordrøyning av vannet i landskapet – forsinke flømtopper.

Utforming av bekkeløp- totrinns utforming bekkeløp for å gi bekken rom i landskapet.

Investeringsmuligheter. Mangel på investeringer- finansiering – kan hindre vedlikehold og nygrøfting- uklare forhold mellom naboer om leieforhold av jord og investeringer.

Varsling av episoder. Behov for varsling, kunnskap og anbefalinger om når man må slutte å gjødsle i forhold til regnvær som er varslet og hvor lenge man bør vente etter en avrenningsepisode før man kan gjødsle, kjøre på jorda mm.

Spredning av husdyrgjødsel- størrelse på lass. Anbefalinger om å kjøre med mindre lass- eller bruke slepeslanger. Det kjøres ofte med tunge maskiner (6 tonn) som både kan gi jordpakking og stor mengde på de areal som husdyrgjødsel. For husdyrgjødsel er det fortsatt aktuelt med anbefalinger- som i dag- om mengder/arealenhet, tidspunkt for spredning og spredemetoder.

Vårkorn - direkte såing kan bli aktuelt. Det har ikke vært stort omfang av vårkorn hittil i Rogaland og derfor heller ikke stort fokus på spesielle miljøtiltak.

Punktkilder- fremdeles aktuelt å følge opp.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.