

Sedimenttransport i vassdrag påvirket av steinbruddvirksomhet i Larvik kommune

*Truls Erik Bønsnes
Jim Bogen
Fred Wenger*

4
2009



OPPDRAGSRAPPORT B

Sedimenttransport i vassdrag påvirket av steinbruddvirksomhet i Larvik kommune

Rapport nr 4

Sedimenttransport i vassdrag påvirket av steinbruddvirksomhet i Larvik kommune

Delrapport til: Samlet plan for utslipp til vann fra steinindustrien (larvikittprodusentene) i Larvik. Del 1 – Undersøkelser og analyser av dagens situasjon

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfatter: Truls Erik Bønsnes, Jim Bogen, Fred Wenger

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 15

Forsidefoto: Forsidefoto: Steinbrudd i Tveidalen. Foto: Jim Bogen

Sammendrag: Denne rapporten presenterer resultater fra en undersøkelse av hvordan steinbruddsvirksomheten i Larvik – området påvirker vassdragene. I nedbørfelt med steinindustri (Malerød/ Eikedalsbekken, Tveidalsbekken og Istreelva) er det etablert målestasjoner utstyrt med automatiske vannprøvetakere og turbidimetre for kontinuerlige målinger. I to utvalgte referansefelt (Moland/Hobekk og Marumsbekken) er det ikke steinindustri og målingene registrerer partikkeltilførselen fra naturlige erosjonsprosesser og fra jordbruksaktivitet. I alle feltene ble de høyeste konsentrasjonene og turbiditetsverdiene målt under nedbørflommer. I Tveidalsbekken ble det registrert maksimum i området 200 – 1000 mg/l (ca. 1000 NTU). I Malerød maksimumsverdier på mellom 50 mg/l og 250 mg/l eller opp mot ca. 400 NTU og i Istreelva mellom 200 mg/l og 800 mg/l (ca. 1000 NTU som maksimum). Konsentrasjonene er her av samme størrelsesorden som i referansefeltet Marumsbekken, både under flom og lavvannsforhold. Under lavvannsperiodene synker konsentrasjonene til under 5-10 mg/l men det ble også registrert pulser med til dels store utslag i turbiditet i alle de steinbruddspåvirkede feltene i disse periodene. Spesifikk uorganisk suspensjonstransport i Tveidalsbekken, Malerød og i Istreelva i måleperioden var henholdsvis ca. 90 tonn/km², ca. 10 tonn/km² og ca. 55 tonn/km². I referansefeltene Moland og Marumsbekken var den spesifikke transporten ca. 5 tonn/km² og 70 tonn/km². Referansemålingene i Marumsbekken var noe høyere enn i Istreelva. Maksimumskonsentrasjonene ved alle målestedene ble målt i forbindelse med nedbørepisoder hvor produksjonsrester, steinstøv og annet som ikke sigrer ut i forbindelse med sageprosessen, blir vasket ut. For eksempel ble over 80% av den totale transporten i Tveidalsbekken i 2007 ført ut under fire flomepisoder. Ved lav vannføring er den totale mengden som transporteres ut ofte liten, selv om partikkelkonsentrasjonen og turbiditeten er høy. Det er derfor ved lavvann at den visuelle forurensningen oppfattes som høy. Overvåking av vannføring og turbiditet kan gi tilbakemeldinger på slike episoder og dermed registrere virkningen av forskjellig aktivitet i steinbruddene og vise hvordan tiltak virker over tid.

Emneord: Turbiditet, steinindustri, sediment, vannføring

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

September 2009

Innhold

Forord.....	5
Sammendrag.....	6
1 Innledning.....	9
2 Områdebeskrivelse	12
2.1 Tjølling	12
2.2 Brunlanes	14
3 Målestasjoner	19
3.1 Målestasjoner i Tveidalen	22
3.2 Målestasjoner Malerød, Eikedalsbekken.....	22
3.3 Målestasjon ved Moland (referansefelt)	22
3.4 Målestasjoner i Istreelva	28
3.5 Målestasjon i Marumsbekken (referansefelt).....	28
4 Suspensjonstransport, suspensjonskonsentrasjon og turbiditet31	
4.1 Tveidalen 2007 og 2008.....	31
4.2 Malerød 2007 og 2008.....	37
4.3 Moland (referansefelt) 2007 og 2008	42
4.4 Istreelva 2007 og 2008	46
4.5 Marumsbekken (referansefelt) 2007 og 2008.....	52
5 Kornfordeling og mineral- analyser av suspensjons transporten	
56	
5.1 Mineralanalyser	56
5.2 Kornfordeling Tveidalsbekken 2007 og 2008	58
5.3 Kornfordeling Malerød 2007 og 2008.....	61
5.4 Kornfordeling Moland (referanse) 2007 og 2008	64
5.5 Kornfordeling Istreelva 2007 og 2008.....	67
5.6 Kornfordeling Marumsbekken (referanse) 2007 og 2008.....	70
6 Diskusjon og konklusjon.....	73
6.1 Diskusjon Tjølling.....	73
6.2 Diskusjon Brunlanes	73
6.3 Konklusjon	75
6.4 Forslag til overvåking	77
7 Tillegg	87
7.1 Turbiditetsmålinger	87
8 Referanser	90

Forord

Dette er en delrapport i programmet ”Samlet plan for utslipp til vann fra steinindustrien” (larvikittprodusentene) i Larvik. Del 1 – Undersøkelser og analyser av dagens situasjon.

Prosjektet har vært et oppdrag fra Larvikittprodusentenes forening (LFP) og har vært gjennomført av seksjon for Sediment og Erosjon ved Hydrologisk avdeling, NVE.

Foruten forfatterne har Frode Kværnhaugen bidratt til prosjektet ved å etablere målestasjonene for vannføring.

Oslo, September 2009

Jim Bogen
Seksjonssjef

Truls Erik Bønsnes
Senioringeniør

Sammendrag

Steinbruddsvirksomheten i Larvik – området har økt i senere år og steinstøv fra driften påvirker vassdragene. Denne undersøkelsen har hatt som hensikt å etablere et måleprogram for å registrere kortvarige og sesongmessige variasjoner i partikkeltransporten i vassdragene som drenerer steinbruddene.

Det ble etablert fem målestasjoner med automatiske vannprøvetakere for bestemmelse av konsentrasjon og kornfordeling av suspensjonsmaterialet i felt med steinindustri og i referansefelt. Måleseriene fra de enkelte feltene gir grunnlag for karakterisering av sedimenttransporten og konsentrasjonsforløpet i de forskjellige bekkene. En viktig faktor i denne sammenhengen er å klarlegge om det er betydelig forskjell mellom referansefeltene og feltene som er påvirket av steinindustri. Tre av stasjonene er lokalisert i elveløp som har steinindustri i nedbørfeltet, Malerød/ Eikedalsbekken, Tveidalsbekken og Istreelva. Disse tre stasjonene ble også utstyrt med turbidimeter for kontinuerlige målinger av turbiditet (NTU). De andre to ble etablert i referansefelt uten steinindustri, Moland/Hobekk og Marumsbekken. Disse ble ikke utstyrt med turbidimeter.

I Tveidalsbekken ble det målt høye suspensjonskonsentrasjoner/ turbiditet i forbindelse med nedbør / flom, med maksimumskonsentrasjoner i området 200 – 1000 mg/l (ca. 1000 NTU). I lavvannsperioder synker konsentrasjonen til under 10 mg/l. Tidvis pulserer turbiditeten mellom relativt lave og høye verdier (30 – 1000 NTU) opptil flere ganger i løpet av døgnet under forhold med stabil lav vannføring.

I enkeltprøver av kornfordelingen i suspensjonsmaterialet varierer leirinnholdet fra 8.3% som et minimum, og opp i over 80% som et maksimum. Høy andel av finfordelt materiale ble målt i en periode med høy turbiditet og lav vannføring.

I Tveidalsbekken ble spesifikk uorganisk suspensjonstransport i perioden 2007 til 2008 målt til ca. 90 tonn/km². Dette er høyere enn i målinger fra andre felt i samme område, Malerød/ Eikedalsbekken og Moland. Det er også høyere enn målinger fra Istreelva og Marumsbekken som har store forekomster av marine sedimenter. I Tveidalsbekken utgjør andelen organisk materiale i sedimenttransporten ca. 5 %. I middel er dette lavere enn ved de andre målestedene i løpet av perioden 2007 til 2008, som i middel har andeler over 10%. I skogsområdene ved Moland ble det målt ca. 40% organisk materiale.

I Malerød/ Eikedalsbekken ble det også målt høye suspensjonskonsentrasjoner/ turbiditet i forbindelse med nedbør / flom, med maksimumsverdier på mellom 50 mg/l og 250 mg/l eller opp mot ca. 400 NTU. I lavvannsperioder synker konsentrasjonen til under 5 mg/l. Det ble også registrert pulser med til dels store utslag i turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i vannføringen. Pulsene er ofte av kort varighet før turbiditeten igjen er tilbake på et minimum. Verdiene under pulseringen var imidlertid mye lavere enn i Tveidalsbekken. Med unntak av enkelte maksimumskonsentrasjoner er det generelt lavere verdier ved referansefeltet Moland enn i Malerød/ Eikedalsbekken. Konsentrasjonene er svært mye lavere enn det som er målt i Tveidalsbekken. I Malerød/ Eikedalsbekken og i referansefeltet Moland ble spesifikk uorganisk suspensjonstransport i perioden 2007 til 2008 målt til henholdsvis ca. 20 tonn/km² og ca 5 tonn/km².

Sammenligninger av suspensjonskonsentrasjonene i den steinbruddspåvirkede Istreelva med referansefeltet Marumsbekken viser at disse er av samme størrelsesorden, både

under flom og lavvannsforhold, med maksimumsverdier på mellom 200 mg/l og 800 mg/l (ca. 1000 NTU som maksimum). I lavvannsperioder synker konsentrasjonen til under 5 mg/l. Tidvis ble det imidlertid observert et pulserende forløp i turbiditeten (20 – 200 NTU) i Istreelva ved lav vannføring. Spesifikk uorganisk suspensjonstransport i perioden 2007 til 2008 ble målt til mellom 55 og 70 tonn/km², hvor referansemålingene i Marumsbekken var noe høyere enn i Istreelva.

Det kan konkluderes med at det er forholdsvis god samvariasjon i konsentrasjonsforløpet i Tveidalen, Malerød (steinbruddspåvirkede) og Moland (referanse). Maksimumsverdiene i den sterkt påvirkede Tveidalsbekken er imidlertid mye høyere enn ved Malerød. Maksimumsverdiene i referansefeltet Moland er lavere enn i feltene med steinindustri. De høye maksimumskonsentrasjonene i Tveidalsbekken reflekterer at dette feltet er sterkt påvirket. Under lav vannføring er situasjonen tidvis annerledes. Materialet som tilføres med prosessvannet kan føre til et pulserende konsentrasjonsforløp i Malerød og særlig i Tveidalen. Dette er et konsentrasjonsforløp som vanligvis ikke inntreffer på naturlig måte under lav vannføring.

I det steinbruddspåvirkede vassdraget og referansefeltet i Tjølling synes både samvariasjon i konsentrasjonsforløpet og maksimumsverdiene under flom å være forholdsvis like. Når materialet spyles ut fra mange forskjellige områder, betyr dette at bidrag fra steinbruddene ikke er dominerende. Steinbruddandelen i Istreelva utgjør heller ikke mer enn 3% av arealet. Under lav vannføring er situasjonen tidvis annerledes også her. Det er også her registrert et pulserende konsentrasjonsforløp ved lav vannføring. Utslipp av prosessvann under lav vannføring synes å være årsak til dette.

Mineralanalyser av suspensjonsmaterialet viser at det i Tveidalsbekken og ved Moland var henholdsvis 79% og 29% plagioklas/ feltspat i enkeltprøver. Plagioklas forekommer i berggrunnen, men kan også stamme fra løsmasser, spesielt morenemateriale. For Tveidalsbekken kan det bety at opp mot 80% av transporten består av partikler som samlet kan ha opprinnelse fra berggrunnen og morenedekket. Ved Moland som er uberørt av steinindustri utgjør den samme andelen ca. 30%. I Istreelva ble det målt 50% og 39% plagioklas, og 18 % i Marumsbekken.

Elveløpserosjon er en viktig kilde for sedimenttransporten, særlig i områder med marine sedimenter. Utvasking av sedimenter fra elveløpet skjer særlig i forbindelse med høye vannføringer, men det kan også være en viss tilførsel fra elvekant erosjon i lavvannsperioder (f.eks. som følge av ras og utglidninger). Høye vannføringer er med unntak av snøsmelting knyttet til nedbør. I slike situasjoner vil det også være tilførsel av materiale fra kilder som ikke ligger i direkte kontakt med elveløpet. Dette kan være naturlige kilder, jordbruksarealer og steinbruddsområder. Produksjonsrester, steinstøv og annet som ikke siger ut i forbindelse med sageprosessen, vil vaskes ut i forbindelse med nedbør. Maksimumskonsentrasjonene ved alle målestedene ble målt i forbindelse med slike episoder. Over 80% av den totale transporten i Tveidalsbekken i 2007 ble målt i forbindelse med fire flomepisoder.

Prosessvann fra steinindustrien vil tidvis bidra med tilsig til vassdraget. Noe av vannet drenerer til oppsamlingsreservoarer før det kommer ut i vassdraget. I situasjoner med høy vannføring vil bidrag fra disse komme sammen med materiale fra andre kilder i feltet. I situasjoner med lav vannføring og høy turbiditet er det sannsynlig at det er prosessvann fra aktivitet i bruddene som i større grad dominerer, spesielt i Tveidalen hvor

steinindustrien er mest omfattende. Lav vannføring fører imidlertid til at den totale mengden som transporteres ut ofte er liten, selv om partikkelkonsentrasjonen (turbiditeten) er høy.

For en eventuell videre overvåking vil det være mulig å opprettholde turbidimeter registreringen ved utvalgte allerede operative måle stasjoner. Kombinert med registrering av vannføring vil det være mulig å knytte turbiditetsvariasjonene til nedbørforhold eller aktivitet i steinbruddene. Det vil være mulig å få direkte tilbakemeldinger på aktiviteter som fører til spesielt høye konsentrasjoner ved lav vannføring. Målingene kan vise hvordan partikkelkonsentrasjonene og transporten utvikles over tid, etter hvert som tiltak blir bygd ut. Overvåkingen vil også vise hvordan renseanleggene virker og registrere omfanget av suspendert materiale som transporteres ut i resipientene.

1 Innledning.

Det har i de senere år fra lokalt hold, blitt rettet et fokus mot steinindustrien i larviksområdet og virksomhetenes påvirkning på miljøet. Spesielt har det blitt pekt på at utslipp av steinstøvholdig produksjonsvann til bekker og vann medfører, eller kan medføre negative konsekvenser for ulike resipientinteresser. Dette gjelder både økologiske forhold, drikkevannsinteresser og interesser knyttet til rekreasjon og friluftsliv.

Steinindustrien gjennom sin interesseorganisasjon Larvikittprodusentenes forening (LPF), har tatt et initiativ til å få belyst forholdet mellom steinindustrien og vassdragsinteressene gjennom prosjektet "Samla plan for utslipp til vann fra steinindustrien (larvikittprodusentene) i Larvik. LPF har engasjert en konsulentgruppe bestående av NVE, NIVA, MM Consult og Golder Associates til å gjennomføre det faglig arbeidet med planen. Del 1 av prosjektet har omfattet undersøkelser og analyser av dagens situasjon basert på målinger i perioden 2007-2008.

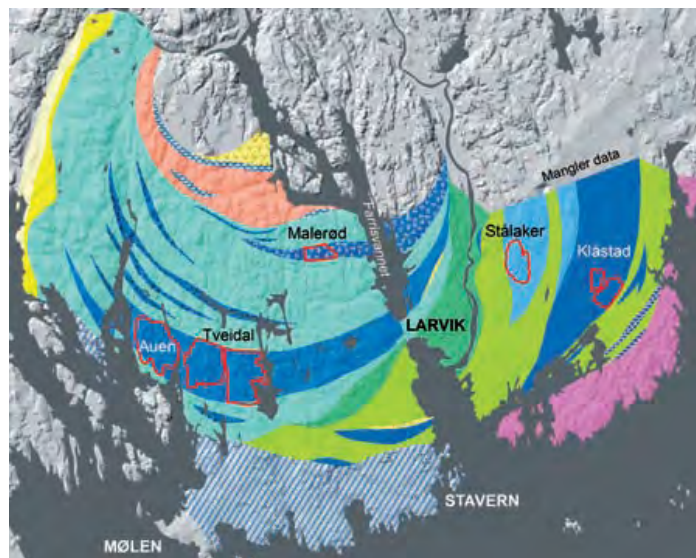
Foreliggende rapport er NVEs bidrag til dette arbeidet.

Denne undersøkelsen har hatt som hensikt å etablere et måleprogram for å registrere kortvarige og sesongmessige variasjoner i partikkeltransporten i vassdragene som drenerer steinbruddene. Et av målene er å klarlegge omfanget i forhold til naturlig erosjon og i forhold til sedimenttilførselen fra andre kilder som f. eks jordbruksvirksomhet. Måleprogrammet er utarbeidet etter de retningslinjer som gjelder for målinger av virkningen av vassdragsreguleringer og andre tiltak på sedimenttransporten i vassdragene. Formålet med måleprogrammet er å overvåke omfanget av suspendert materiale som transporteres ut i resipientene. Under episoder med intens nedbør kan renseanlegg og fangdammer fungere dårlig på grunn av sterk gjennomstrømning. Under slike situasjoner kan også materiale spyles ut fra eldre brudd, deponier og veier. Samtidig vil det også være tilførsel fra annen aktivitet og naturlige kilder i feltene. Sedimenttransporten kan derfor komme i pulser med stor transport under relativt korte perioder med intens nedbør. I denne typen måleopplegg benytter NVE automatprøvetakere med hyppig prøvetaking og rutinemessige kornfordelingsanalyser.

For å kunne dokumentere den naturlige partikkeltransporten fra andre kilder i nedbørfeltet er det også utført målinger i to referansefelt uberørt av steinindustri. Feltene ligger i det samme området, et i Tveidalen-/Malerødområdet (nord for Raet) og et i Tjøllingområdet (sør for Raet). Feltene har lignende naturlige fysiografiske egenskaper som feltene med steinindustri. Samlet vil dette gi en pekepinn på hvor mye sedimenter som genereres fra steinindustrien i forhold til andre kilder. Utbredelsen av Larvikitt og steinbruddenes beliggenhet er vist i det geologiske kartet i fig 1.1.

Det ble etablert fem målestasjoner med automatiske vannprøvetakere for bestemmelse av suspensjonskonsentrasjon. Tre av stasjonene er lokalisert i elveløp som har steinindustri i nedbørfeltet, Malerød/ Eikedalsbekken, Tveidalsbekken og Istreelva. Disse tre stasjonene ble også utstyrt med turbidimeter for kontinuerlige målinger av turbiditet (NTU). De andre to ble etablert i referansefelt uten steinindustri, Moland/Hobekk og Marumsbekken. Disse er ikke utstyrt med turbidimeter. For å kunne beregne mengde materiale i transport er det også nødvendig å kjenne vannføringen. Det er etablert tre hydrometriske

målestasjoner for registrering av vannstand (vannføring) ved hjelp av trykksensorer. Disse stasjonene er lokalisert i de samme elvene i nærheten av målestasjoner for turbiditet og suspensjonskonsentrasjon. Det utføres ikke vannstandsregistreringer i referansefeltene. Vannføring i disse vil beregnes spesifikt fra de nærliggende målepunktene som antas å være representative for referansefeltene. Dette innebærer at registrerte vannføringer i Istreelva benyttes for vannføringsberegninger i Marumsbekken og vannføringer i Tveidalsbekken/ Malerød benyttes for referansebekk ved Moland.



Larvikitt/ Syenitt/ Monzonitt

Tveidalen: Blue Pearl

Malerød: Blue Pearl TF

Klåstad: Emerald Pearl

Stålåker: Marina Pearl

Håkestad: Silver Pearl

(nord for Stålåker)

Krukåsen: Emerald Blue

Pearl (øst for Stålåker)

Bergan: Emerald Black

(øst for Klåstad)

Fig. 1.1. Illustrasjon av berggrunnsgeologien i området, med forskjellige typer av larvikitt.

Steinbruddene er markert med røde polygoner. (illustrasjon, NGU).

2 Områdebeskrivelse

En enkel inndeling av Norges og Nordens hydrologiske regioner bygger på avrenningens sesongvariasjon, også kalt regime. Inndelingen utnytter informasjon om månedsfordelingen av flom- og lavvannsperioder. (Gottschalk et al., 1979).

Kystområdene i ytre Oslofjord kjennetegnes ved et kystklima, som også omfatter ytre kystområder fra Lofoten og sørover til Sørvest-Sverige og Danmark. I disse områdene inntreffer gjerne minimumsvannføringen i sommerhalvåret med en høyere avrenning høst og vinter. Varierende snøforhold vinterstid gir ikke nødvendigvis høye vannføringer om våren.

Store forekomster av marine sedimenter i nedbørfeltene representerer vanligvis vesentlige bidrag til suspensjonstransporten i vassdrag. Det forekommer en del løpserosjon i slike sedimenter langs Marumsbekken, Istreelva og Tveidalsbekken.

De aktuelle elvene/bekkene som inngår i undersøkelsen har relativt små felt med areal fra 2,7 km² til 26 km² og er karakterisert ved at de har liten naturlig selvreguleringssevne (dvs. ingen store sjøer og utjevningsmagasin). Dette resulterer i rask respons på nedbør med spisse flomtopper med kort varighet og lavvannsperioder med svært lav vannføring. Sedimenttransporten kan derfor komme i pulser med stor transport under relativt korte perioder med intens nedbør.

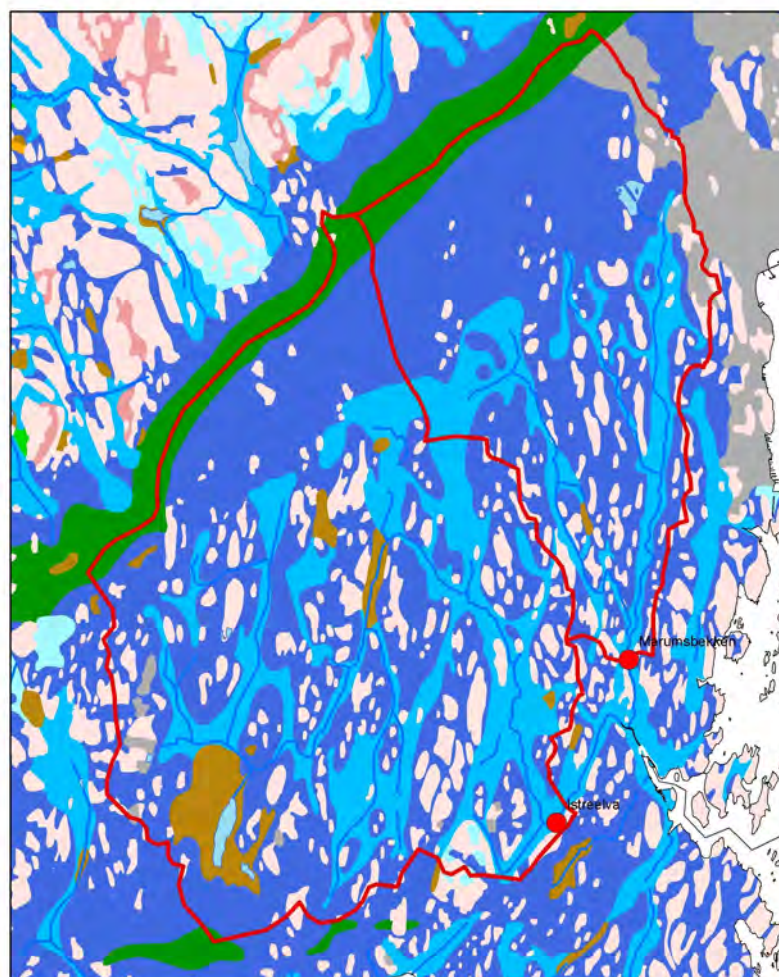
2.1 Tjølling

Istreelva og Marumsbekken kjennetegnes ved at de ligger i et område som med relativt like fysiografiske egenskaper. De naturlige feltkarakteristika mht. løsmassedekke er imidlertid svært forskjellig mellom Istreelva/Marumsbekken i Tjølling og Tveidalen/Malerød/Moland i Brunlanes.

Undersøkelsesområdet i Tjølling ligger utenfor Raet og er karakterisert av til dels tykke marine sedimentavsetninger. Terrenget preges også av et kollelandskap med bart fjell eller tynt morenedekke, se fig 2.1.

I Tjølling er det store områder med dyrket mark, men også en del skogdekkede områder der det ikke er bart fjell.

I Istreelva utgjør steinbruddandelen om lag 3 %. Enkelte av bruddene ligger høyt oppe i nedbørfeltet, bl.a Krukåsen, Håkestad og Stålaker. Klåstadbruddet ligger nærmere utløpet, men er imidlertid lokalisert på vannskillet mellom Istreelva og lokale bekker som drenerer mot Viksfjorden, se fig 2.5.



Tegnforklaring

● Målestasjon	■ Hav-, fjord- og strandavsetning, usammenhengende/tynt
□ Nedbørfelt	■ Elveavsetning, sammenhengende dekke
■ Morenemateriale, sammenhengende, stedvis tykt	■ Forvittringsmateriale, sammenhengende, stedvis tykt
■ Morenemateriale, usammenhengende/tynt	■ Torv og myr (organisk materiale)
■ Randmorene	■ Fyllmasse (antropogent materiale), uspesifisert
■ Hav- og fjordavsetning, sammenhengende, stedvis tykt	■ Steintipp
■ Marin strandavsetning, sammenhengende	■ Bart fjell

0 1 2 km

Fig. 2.2. Kvartærgeologisk kart over Tjølling med Istreelva og Marumsbekken (kartgrunnlag: NGU).

2.2 Brunlanes

De aktuelle områdene i Brunlanes ligger innenfor Raet og har et mindre definert løsmassedekke. I de lavestliggende delene av Tveidalen er det imidlertid innslag av marine sedimenter. Dette skiller Tveidalen fra områdene ved Malerød og Moland. De høyereliggende dalsøkkene i Tveidalen og i Moland og Malerød området preges av morenedekke. Det er imidlertid kollelandskapet med bart fjell og tynt morenedekke som dominerer i hele dette området, se fig 2.2.

I områdene omkring Hallevannet ved Moland og Malerød er det mye skog, men også forekomster av innmark. Noen jorbruksarealer forekommer også særlig i Tveidalen.

Det er i Tveidalen omfanget av steinindustrien i Larviksområdet er størst. Om lag 2.59 km² (63 %) av nedbørfeltet til Tveidalsbekken består av aktive eller nedlagte brudd. Dette er ca. 69 % av det totale steinbruddarealet i Tveidalsområdet. Steinbruddene som er lokalisert utenfor Tveidalsbekkens nedbørfelt drenerer naturlig mot forskjellige delfelt i området. Dette gjelder særlig kjerneområdene som i stor grad drenerer mot Bålsrødvannet, men det er også aktivitet som berører Mørjefjorden og Hallevatnet, se fig 2.3.

Ved Malerød utgjør steinbruddandelen om lag 18 %. Prosessvann og en stor del av nedbørvrenningen fra bruddet overføres til oppsamlingsreservoarer før det drenerer ut i vassdraget. All aktiviteten ved Malerød ligger imidlertid innenfor nedbørfeltet som drenerer mot Eikedalsbekken og Paulertjern, se fig 2.4

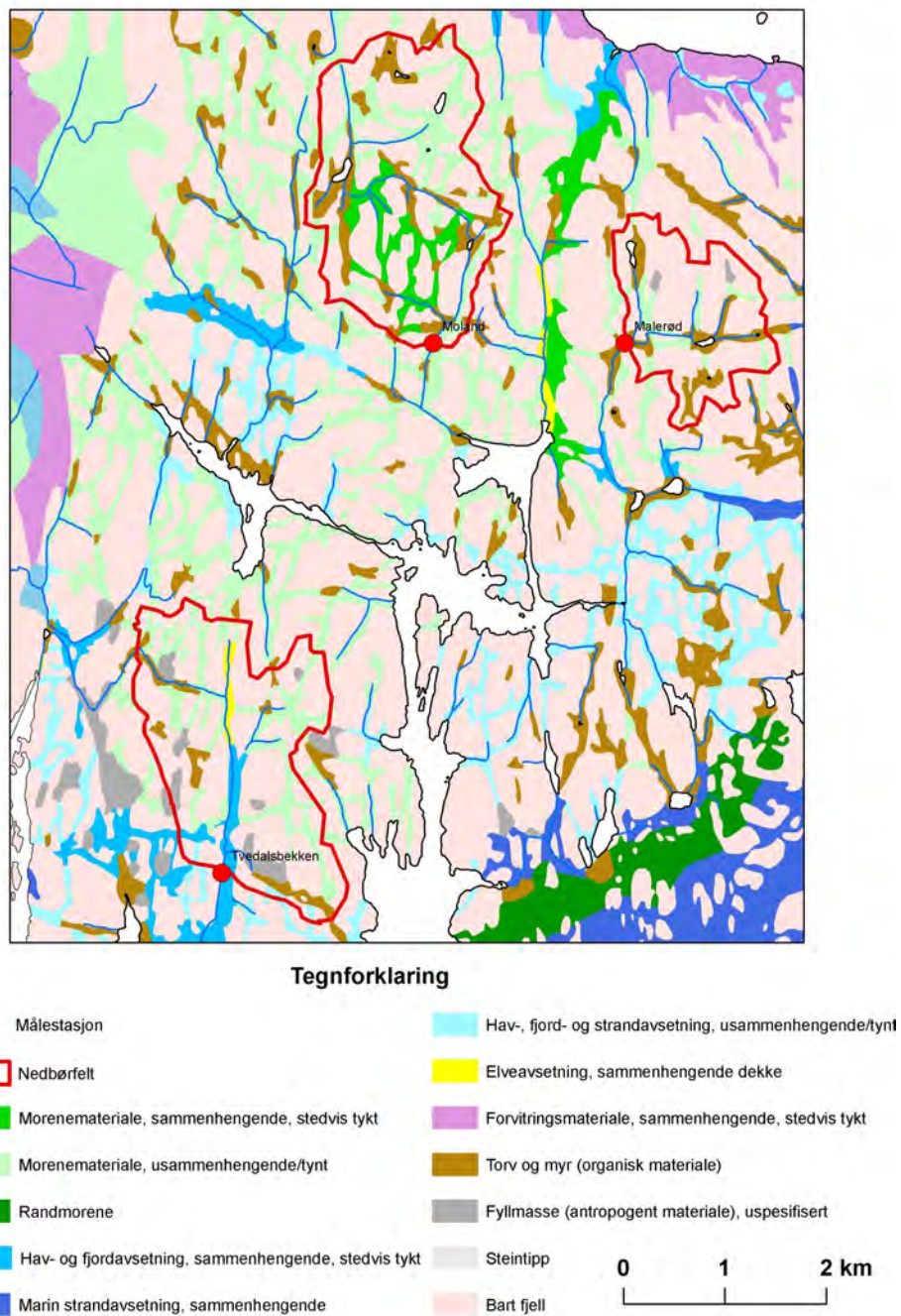


Fig. 2.1. Kvartærgeologisk kart over Brunlanes med Tveidalen, Malerød og Moland (kartgrunnlag: NGU).



Fig. 2.3. Flybilde over Tvedalen som viser omfanget av steinindustrien. Målestasjon og feltgrense inntegnet. (fra Norge i bilder).



Fig. 2.4. Flybilde over Malerød som viser omfanget av steinindustrien. Målestasjon og feltgrense inntegnet. (fra Norge i bilder).



Fig. 2.5. Flybilde over Tjølling/ Istreelva som viser omfanget av steinindustrien. Målestasjon og feltgrense inntegnet. (fra Norge i bilder).

3 Målestasjoner

For å få et mål på partikkelinnholdet i elvevannet er det nødvendig å ta jevnlig vannprøver. Vannprøvene bør tas på steder hvor de representerer partikkelinnholdet i hele vannsøylen. Vannprøvetaking med automatiske vannprøvetakere bør derfor installeres i profiler med turbulente strømforhold for å unngå vertikale konsentrasjonsgradienter, se illustrasjon i fig. 3.1. Automatiske ISCO 6712 vannprøvetakere er installert ved fem målestasjoner. Vannprøvetakerene ble satt til å ta en prøve pr døgn.

Alternativet til automatisk prøvetaking er å bruke manuell dybdeintegrerende prøvetaking. Bruk av slikt manuelt utstyr er vanlig på elvestrekninger med logaritmisk hastighetsprofil. (tilnærmet laminære strømningsforhold).

Suspensjonskonsentrasjonen (C g/l eller mg/l) er definert som mengde materiale pr volumenhet. Mengde materiale bestemmes i laboratoriet ved filtrering av vannprøvene. Volumet måles og filtratet tørkes og veies på analysevekt til nærmeste 0.1 mg. Andelen av organisk og uorganisk materiale bestemmes ved å måle vektreduksjon (glødetap). Partikler med diameter > 0,5 mm siktes fra filtratet og defineres som partikler i transport lang bunnen (bunntransport).

Tre av målestasjonene er utstyrt med spredningsturbidimeter av type Analite NEP 395. Sensorene er montert rett ved vanninntaket til de automatiske vannprøvetakerne og registrerer turbiditet (NTU) hvert 30. minutt. Spredningsturbidimetre skal være spesielt nøyaktige ved lave verdier. Registreringene overføres i sanntid til NVEs database via mobiltelefonnettet.

Turbidimeteret måler i enheten NTU, Nephelometric Turbidity Units. Betegnelsen NTU henviser til hvordan instrumentet estimerer lysspredningen som forårsakes av suspenderte partikler i vannet. Målingene viser vanligvis en god korrelasjon med konsentrasjonen av de partiklene i vannet som innvirker på klarhet/siktedyp. Dvs. at partikler i de fineste fraksjonene (leire, silt) påvirker turbiditeten i større grad enn tilsvarende konsentrasjoner av grovere partikler (grov silt og sand).

Spredningsturbidimetre vil vanligvis gi en mer nøyaktig registrering ved de laveste verdiene enn mer tradisjonelle instrumenter som måler i formazin enheter (FTU). Konverteringen mellom NTU, FTU og konsentrasjon (mg/l) settes vanligvis til tilnærmet én til én. Det er partikkelstørrelsen i suspensjonsmaterialet som vil innvirke på dette forholdet. Siden de enkelte komponentene som innvirker på turbiditeten varierer med tiden, og fra vassdrag til vassdrag vil relasjonen mellom NTU /FTU og sediment-konsentrasjon kunne variere på samme måte.

Ved jevne mellomrom (ca. hver 20. til 24. dag) er det tatt en 5 liters manuell vannprøve for bestemmelse av kornfordelingen i suspensjonsmaterialet. Dette utføres ved alle målestasjonene hvor det tas vannprøver med automatprøvetakere.

Det er etablert tre hydrometriske målestasjoner for registrering av vannstand (vannføring) ved hjelp av trykksensorer. Disse stasjonene er lokalisert i de samme elvene/bekkene i nærheten av målestasjoner for turbiditet og suspensjonskonsentrasjon. Det utføres ikke vannstandsregistreringer i referansefeltene. Vannføring i disse vil beregnes spesifikt fra de nærliggende målepunktene som antas å være representative for referansefeltene.

Måling av vannføring med god kvalitet forutsetter at det bl.a. et stabilt bestemmende profil i elveløpet (dvs. at elvetverrsnittet ikke er under endring). Et slikt bestemmende profil kan være oppstrøms en stabil terskel i elva, se illustrasjon i fig. 3.1. Hvis dette ikke er tilfelle må det gjøre spesielle tiltak, f. eks etablering av måleprofiler o. l. Tidevannspåvirkning er også kompliserende for slike målinger. Det forutsettes derfor at det er praktisk mulig å gjøre gode målinger av vannføringen før en slik stasjon opprettes. Ofte vil en vannføringsstasjon også kunne representere nærliggende felt med samme klimatiske og fysiografiske egenskaper. Måling i alle felt er derfor ikke nødvendig når det gjelder vannføring, fordi den kan representeres ved en målestasjon i området.

Fra tid til annen inntreffer det brudd i måleseriene. Dette kan være prøver som av forskjellige grunner ikke er tatt, eller ikke kan benyttes på grunn av feil. Før beregning av transport blir måleseriene kvalitetskontrollert og komplettert, dvs. fjerning av tvilsomme verdier og fylling av brudd. Komplettering av brudd utføres ved hjelp av statistiske metoder, som anvender sammenhengen mellom vannføring og suspensjonskonsentrasjon (regresjon).

Transporten av suspensjonsmateriale G_s beregnes etter relasjonen $G_s = CQ$, der C er konsentrasjonen av partikler i mg/l og Q er vannføringen i m³/s. For å kunne estimere vannføring i umålte felt er det vanlig å beregne spesifikk avrenning, dvs. vannføring pr arealenhet basert på målinger av vannføringen i nærliggende representative felt. På samme måte beregnes spesifikk erosjon ved å regne ut sedimenttransport pr flateenhet (erosjonsintensiteten) innenfor nedbørfeltet.

Instrumentering og prøvetaking følger NVEs standard som er beskrevet av Bogen (1988). Konsentrasjonsanalysene er utført etter standard prosedyre ved Hydrologisk avdelings sedimentlaboratorium (NVE, 1988).

Kornfordelingsanalysene er utført med Laser-Coulter LS 230. Instrumentet gir mer nøyaktige analyser av partikler mindre enn 0,002 mm (2 mikron).

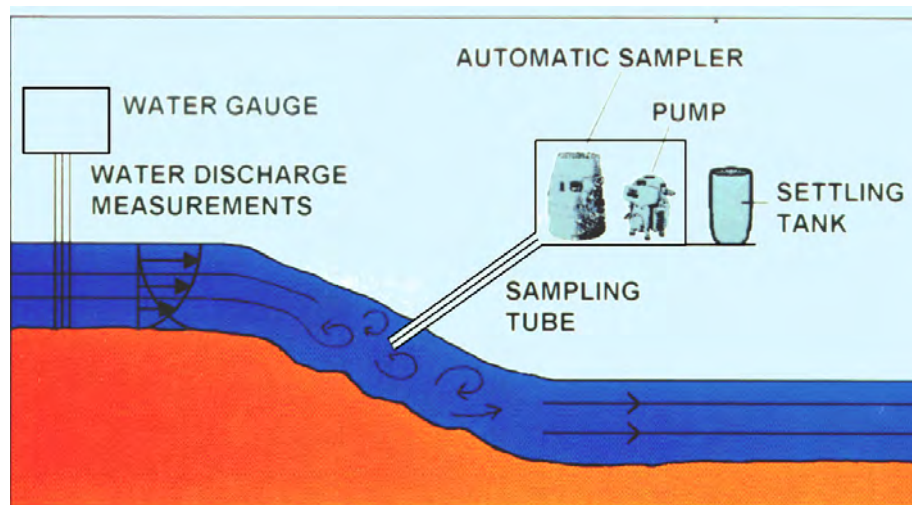


Fig. 3.1. Illustrasjon av målestasjon for vannføring og suspensjonstransport.

3.1 Målestasjoner i Tveidalen

Bruddene i Tveidalsområdet som ikke drenerer mot Tveidalbekken, drenerer i flere retninger. Dette gjelder særlig kjerneområdene som i stor grad drenerer mot Askedalsbekken og videre til Bålsrødvannet, men det er også aktivitet som berører Mørjefjorden og Hallevatnet. Et av bruddene pumper prosessvannet til Tveidalsbekken (Almenningen); normalt ville dette drenert østover mot Hallevatnet. Noe av avløpsvannet fra anleggsområdene blir samlet i sedimentasjonsdammer før det siger ut i vassdraget.

Det ble etablert en målestasjon (se fig. 3.2 og fig. 3.5) for sedimenttransport i Tveidalsbekken ovenfor innløpet til Torpevatnet. Stasjonen ble etablert ved denne lokaliteten for å dekke tilsiget fra alle bruddene. Målestasjonen er utstyrt med ISCO 6712 vannprøvetaker og spredningsturbidimeter.

Av måletekniske grunner kan ikke sedimentmålinger og vannstandsregistreringer utføres ved samme lokalitet i Tveidalsbekken. Nærmeste lokalitet med egnede hydrometriske forhold i Tveidalsbekken var umiddelbart nedstrøms kulvert ved riksvegen, (se fig. 3.2 og fig. 3.6). Vannføringene korrigeres spesifikt mht. areal for å representere stedet der det måles turbiditet og suspensjonskonsentrasjon. Nedbørfeltene, dvs. arealet oppstrøms målestedet er på ca. 3.31 km² for vannføringsstasjonen og ca. 4.15 km² for sedimentstasjonen i Tveidalen.

3.2 Målestasjoner Malerød, Eikedalsbekken

I Eikedalsbekken ble det etablert en målestasjon for sedimenttransport nedenfor samløpet fra nordlig og østlig gren av bekken (se fig. 3.3 og fig. 3.7). Begge disse løpene har tilsig fra anleggsområdene i Steinbruddet ved Malerød. Målestasjonen er utstyrt med ISCO 6712 vannprøvetaker og spredningsturbidimeter.

Av måletekniske grunner kan ikke sedimentmålinger og vannstandsregistreringer utføres ved samme lokalitet i Eikedalsbekken. Nærmeste lokalitet med egnede hydrometriske forhold ble funnet et lite stykke lenger ned, (se fig. 3.3 og fig. 3.8). Vannføringene korrigeres spesifikt mhp areal for å representere stedet der det måles turbiditet og suspensjonskonsentrasjon. Nedbørfeltene, dvs. arealet oppstrøms målestedet er på ca. 2.73 km² for vannføringsstasjonen og ca. 2.2 km² for sedimentstasjonen i Eikedalsbekken.

3.3 Målestasjon ved Moland (referansefelt)

For å kunne dokumentere den naturlige partikkeltransporten fra andre kilder i nedbørfeltet ble det bestemt at det skulle utføres målinger i et representativt felt i samme området. Feltet skulle være uberørt av steinindustri. Målestasjonen er etablert ved Moland i en lokal bekk med innløp nordvest i Vassbotnfjorden (del av Hallevatnet), Nedbørfeltet har et areal på ca. 4,43 km², se fig. 3.4 og fig. 3.9.

Målestasjonen er utstyrt med ISCO (6712) automatisk vannprøvetaker. Det er ikke etablert målestasjon for vannføring i denne bekken. Vannføringen beregnes spesifikt fra målte vannføringer i Eikedalsbekken.

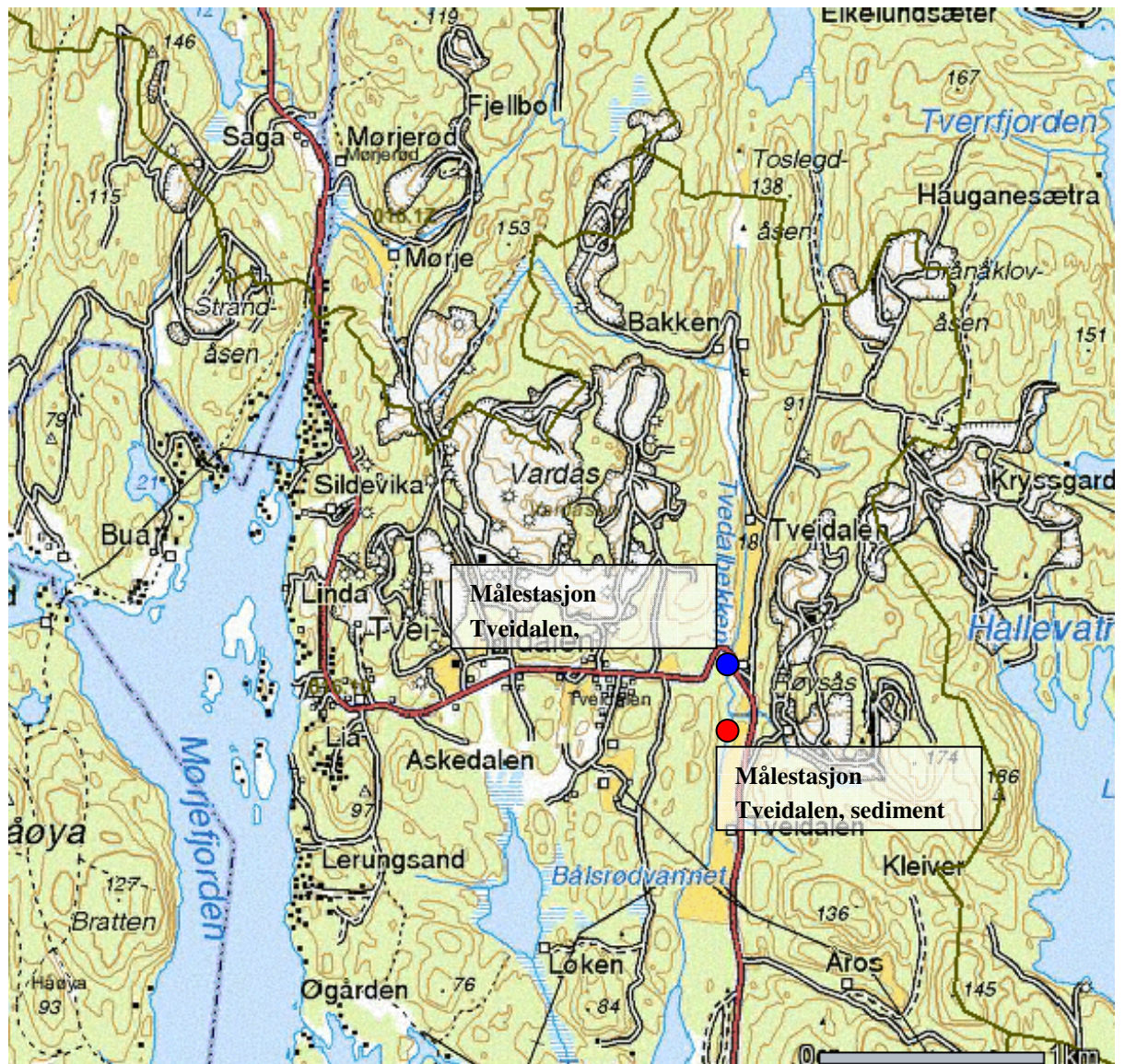


Fig. 3.2. Målestasjon for vannføring og suspensjonstransport i Tveidalsbekken.



Fig. 3.3. Målestasjon for vannføring og suspensjonstransport i Eikedalsbekken, ved Malerød.



Fig. 3.4. Målestasjon for suspensjonstransport ved Moland.



Fig. 3.5. Målestasjon for suspensjonstransport i Tveidalsbekken.



Fig. 3.6. Målestasjon for vannføring i Tveidalsbekken.



Fig. 3.7. Målestasjon for suspensjonstransport i Eikedalsbekken ved Malerød.



Fig. 3.8. Målestasjon for vannføring i Eikedalsbekken ved Malerød.



Fig. 3.9. Målestasjon for suspensjonstransport ved Moland.

3.4 Målestasjoner i Istreelva

Det ble etablert en målestasjon (se fig. 3.10 og fig. 3.12) for sedimenttransport i Istreelva ved Hem. Stasjonen ble etablert ved denne lokaliteten for å dekke tilsiget fra alle bruddene i nedbørfeltet. Hoslebekken med avløpsvann fra Klåstabruddet er nærmest og løper sammen med Istreelva ca. 150 m oppstrøms målestasjonen. Målestasjonen er utstyrt med ISCO 6712 vannprøvetaker og spredningsturbidimeter.

Sedimentmålinger og vannstandsregistreringer kan av måletekniske grunner ikke utføres ved samme lokalitet i Istreelva. Nærmeste lokalitet med egnede hydrometriske forhold ble funnet et lite stykke lenger oppstrøms, (se fig. 3.13). Vannføringene korrigeres spesifikt mhp areal for å representere stedet der det måles turbiditet og suspensjonskonsentrasjon. Nedbørfeltene, dvs. arealet oppstrøms målestedet er på ca. 25.01 km² for vannføringsstasjonen og ca. 26.19km² for sedimentstasjonen i Istreelva.

3.5 Målestasjon i Marumbekken (referansefelt)

For å kunne dokumentere den naturlige partikkeltransporten fra andre kilder i nedbørfeltet ble det bestemt at det skulle utføres målinger i et representativt felt i samme området. Feltet skulle være uberørt av steinindustri. Målestasjonen er etablert i Marumbekken og har et nedbørfelt med et areal på ca. 15,2 km², se lokalitet i fig. 3.10 og fig. 3.11.

Målestasjonen er utstyrt med ISCO (6712) automatisk vannprøvetaker. Det er ikke etablert målestasjon for vannføring i denne bekken. Vannføringen beregnes spesifikt fra målte vannføringer i Istreelva.

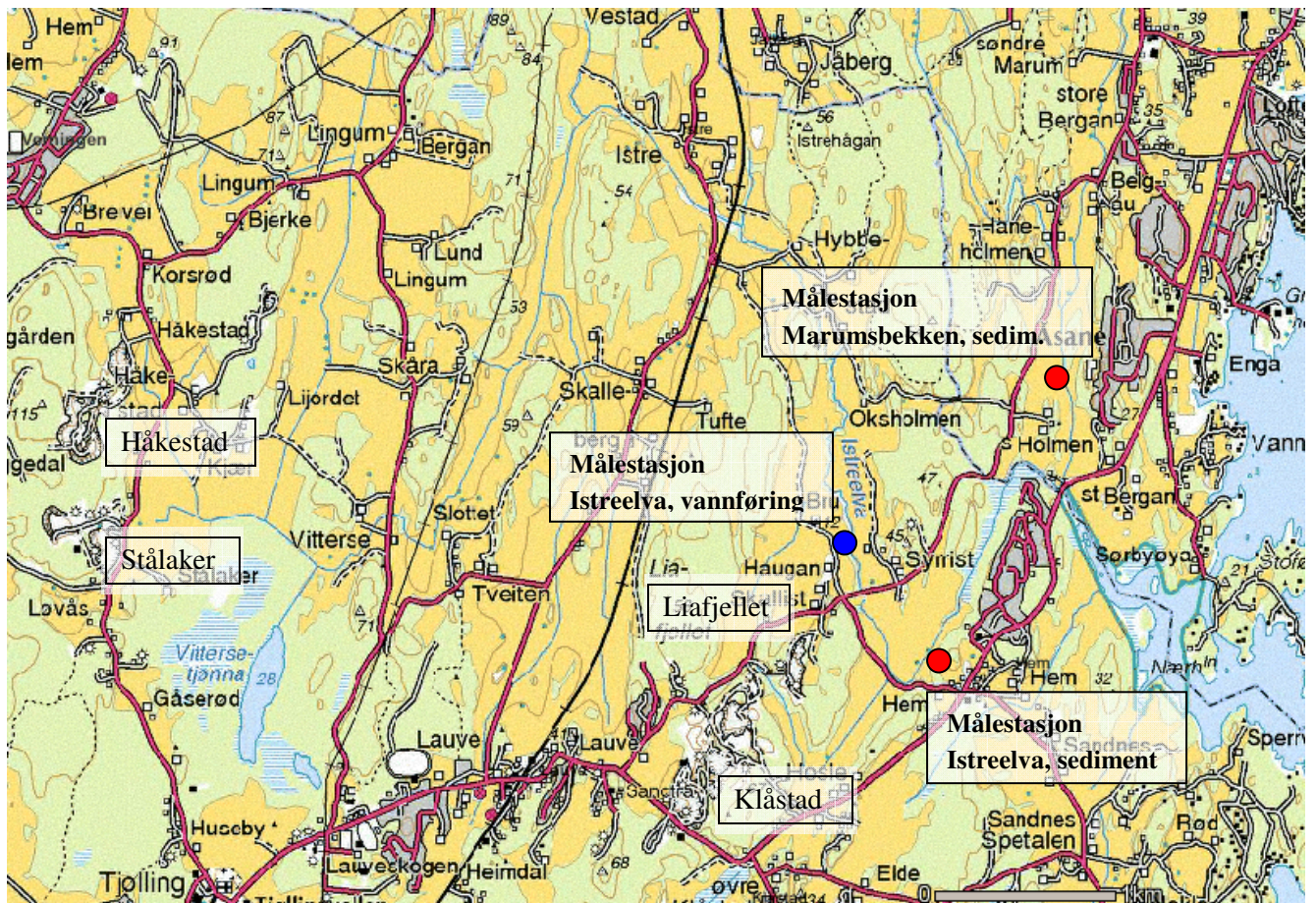


Fig. 3.10. Målestasjoner for vannføring og suspensjonstransport i Istreelva og Marumsbekken.



Fig. 3.11. Målestasjon for suspensjonstransport i Marumsbekken.



Fig. 3.12. Målestasjon for suspensjonstransport i Istreelva.



Fig. 3.13. Målestasjon for vannføring i Istreelva.

4 Suspensjonstransport, suspensjonskonsentrasjon og turbiditet

Den automatiske vannprøvetakingen har tatt 1 prøve i døgnet siden oppstart i mars 2007. Det har vært enkelte driftstans i løpet av perioden fram til desember 2008. Dette gjelder spesielt vinteren 2007-2008 pga. frost.

Kontinuerlig vannstandslogging i Istreelva og Tveidalsbekken har pågått siden mars 2007. I Eikedalsbekken kom målingene i gang i april samme år. I løpet av 2007 og 2008 er det etablert vannføringskurver for alle stasjonene.

Registreringene av turbiditet ble tidvis påvirket av "driv" i vannet (løv og div. rusk og rask). Manuell kvalitetskontroll av dataserien filtrerer bort disse registreringene. Maksimums deteksjonsgrense for turbidimeterene ble først satt til 400 NTU på alle de tre målestasjonene. I Istreelva og Tveidalsbekken viste dette seg å være for lavt i visse situasjoner og den ble derfor økt til 1000 NTU. Dette berører imidlertid oppløsningen og nøyaktigheten på de laveste verdiene noe. Ved Malerød ble ikke maksimumsgrensen ved 400 NTU endret.

4.1 Tveidalen 2007 og 2008

Vannføringene i Tveidalsbekken er korrigert spesifikt for å representere målestedet for suspensjonstransport og turbiditetsmålinger.

De fleste av de høye konsentrasjonene i Tveidalsbekken i 2007 ble målt i forbindelse med høye vannføringer. Maksimumskonsentrasjonen ble imidlertid målt i midten av mai, 670 mg/l uorganisk materiale med en vannføring på bare 0,15 m³/s. I forbindelse med høye konsentrasjoner i slutten av april var det heller ikke høye vannføringer. De høyeste vannføringene i 2007 ble målt i forbindelse med en nedbørrik periode i november/-desember, med vannføringer høyere enn 2,5 m³/s. De høyeste konsentrasjonene i denne perioden var på ca. 280 mg/l. Høyeste konsentrasjon med organisk materiale ble målt i slutten av mai, 34 mg/l. Uorganiske og organiske suspensjonskonsentrasjoner for perioden 29. mars og fram til 31. desember er vist i fig. 4.1. Suspensjonstransport for samme periode er vist i henholdsvis fig. 4.2A og 4.2B. Den totale transporten i måleperioden i 2007 var på 262 tonn uorganisk materiale og 16 tonn organisk materiale, se tabell 4.1. Mer enn 80 % av den totale transporten i 2007 er fordelt på fire episoder i løpet av sesongen, se fig 4.2.

I 2008 var målestasjonen i drift fra januar og fram til siste halvdel av desember. Lave temperaturer på vinterstid førte til perioder med noe driftstans pga. av frost. Høyeste målte konsentrasjon i 2008 ble registrert i september, henholdsvis 1000 mg/l uorganisk materiale og 97 mg/l organisk materiale). I periodene fra januar til april og august til desember, ble det registrert en rekke vannføringstopper. Enkelte av disse hadde suspensjonskonsentrasjoner opp mot 800 mg/l uorganisk materiale. Selv om det var relativt liten avrenning i perioden mai til august, ble det allikevel registrert enkelte pulser med relativt høye konsentrasjoner, se fig. 4.3. Tidvis, i perioder med lav vannføring og

små endringer i vannføringen, forekom det pulser med store kortvarige utslag i konsentrasjon og turbiditet.. Prøvetakingsfrekvensen på én prøve pr. døgn fanger ikke alltid opp slike variasjoner. De kontinuerlige målingene av turbiditet viser utslagene og varigheten på en bedre måte. Transporten er spredt på flere episoder i løpet av sesongen 2008 enn i 2007, se fig 4.4A og 4.4B. Den totale transporten i 2008 var på ca. 508 tonn uorganisk materiale og 28 tonn organisk materiale, se tabell 4.1B.

Turbiditetsmålingene viser jevnt over sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten. De laveste målte minimumsverdiene ligger ned mot 5 NTU, men er vanligvis noe høyere i perioder med liten aktivitet, mellom 10 NTU og 20 NTU. Endringer i vannføringen gir vanligvis raske og store utslag i turbiditeten, fra minimumsnivåene og helt opp mot 1000 NTU som et maksimum (se fig 7.1, kap. 7). I perioder med mye nedbør eller stor avrenning i forbindelse med snøsmelting, viser registreringene at turbiditeten ofte er vedvarende høy, eller varierer på et høyt nivå.

Tidvis forekommer det pulser med til dels store utslag i turbiditet, som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Slike signifikante endringer i turbiditet og konsentrasjon, ofte som påfølgende pulser, ble registrert ved flere tilfeller i løpet av måleperioden, men er mest synlig i 2008. Pulsene kan være av så vidt kort varighet at opp til flere kan passere i løpet av et døgn. Dvs. at turbiditeten kan stige fra et minimum til et maksimumsnivå og tilbake flere ganger mellom hvert prøvetakingstidspunkt for suspensjonskonsentrasjon. Tidvis er det tatt vannprøver i forbindelse med en slik turbiditetspuls, noe som bekrefter at endringene er reelle. Forekomster av "driv" og diverse rusk og rask i elva kan også gi kortvarige pulser i turbiditeten. Kontinuerlige registreringer av turbiditet og vannføring for 2007 og 2008 er vist i fig. 7.1 (kap. 7)

Sammenligninger mellom konsentrasjon fra vannprøver og turbiditet i 2007 og 2008 registrert ved prøvetakingstidspunktet er vist i fig.4.5A og 4.5B. Sammenligningen er foretatt med total konsentrasjon, dvs. summen av den uorganiske og organiske komponenten. Disse resultatene viser en svært god samvariasjon.

I middel viser resultatene at konsentrasjonen fra vannprøvene har en lavere verdi enn tilsvarende NTU. Dvs. at forholdet mellom parametrene ikke er 1 til 1. Forholdet er imidlertid motsatt ved enkelte konsentrasjonsmålinger, se fig. 6.11. Dette kan ha sammenheng med forekomster av grovere partikler (sand) i suspensjonsmaterialet som ikke har like stor innvirkning på turbiditeten, se fig 6.6.

Tabell 4.1a. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport i Tveidalsbekken 2007

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
MAR	3	0.00	0.00	0.39	0.130	92.4	153.4	0.02	0.005	3.66	5.1
APR	30	0.04	0.00	2.91	0.097	66.2	407	0.13	0.004	2.88	9.7
MAI	31	0.24	0.01	72.43	2.336	399.6	668	3.71	0.120	15.34	33.3
JUN	30	0.14	0.00	7.60	0.253	52.4	207	0.46	0.015	3.18	8.8
JUL	31	0.43	0.01	41.26	1.331	96.2	230	2.16	0.070	5.03	10.0
AUG	31	0.24	0.01	41.19	1.329	172.8	580	2.31	0.074	9.68	31.3
SEP	30	0.06	0.00	2.03	0.068	35.5	140	0.13	0.004	2.32	5.2
OKT	31	0.09	0.00	1.98	0.064	22.8	92.7	0.23	0.007	2.66	5.2
NOV	30	0.18	0.01	21.60	0.720	117.5	277	1.76	0.059	9.59	27.3
DES	31	0.65	0.02	70.97	2.289	108.9	324	5.08	0.164	7.80	17.1
2007	278	2.08	0.01	262.4	0.944	126.1	668	16.0	0.057	7.68	33.3

Tabell 4.1b. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport i Tveidalsbekken 2008

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
JAN	31	0.99	0.03	84.6	2.729	85.2	233	4.47	0.144	4.50	10.7
FEB	29	0.44	0.02	73.3	2.528	165.5	490	2.64	0.091	5.97	17.1
MAR	31	0.45	0.01	62.7	2.018	139.4	585	2.97	0.096	6.61	25.0
APR	30	0.40	0.01	30.8	1.025	76.8	758	1.64	0.055	4.10	36.0
MAI	31	0.04	0.00	1.38	0.045	31.0	221	0.08	0.003	1.89	4.6
JUN	30	0.08	0.00	7.30	0.243	96.0	574	0.33	0.011	4.28	15.3
JUL	31	0.05	0.01	8.98	0.290	164.2	581	0.39	0.013	7.18	20.0
AUG	31	0.28	0.01	16.3	0.527	57.7	141	1.17	0.038	4.12	7.5
SEP	30	0.29	0.01	151.5	5.049	520.0	1001	8.87	0.296	30.5	96.8
OKT	31	0.26	0.01	45.8	1.477	173.7	740	4.25	0.137	16.1	60.2
NOV	30	0.28	0.01	20.6	0.687	73.2	236	0.45	0.015	1.61	7.8
DES	22	0.16	0.01	4.52	0.206	27.5	46.8	0.63	0.028	3.80	6.7
2008	357	3.75	0.01	507.7	1.422	135.6	1001	27.98	0.078	7.45	96.8

TVEDALSBEKKEN 2007

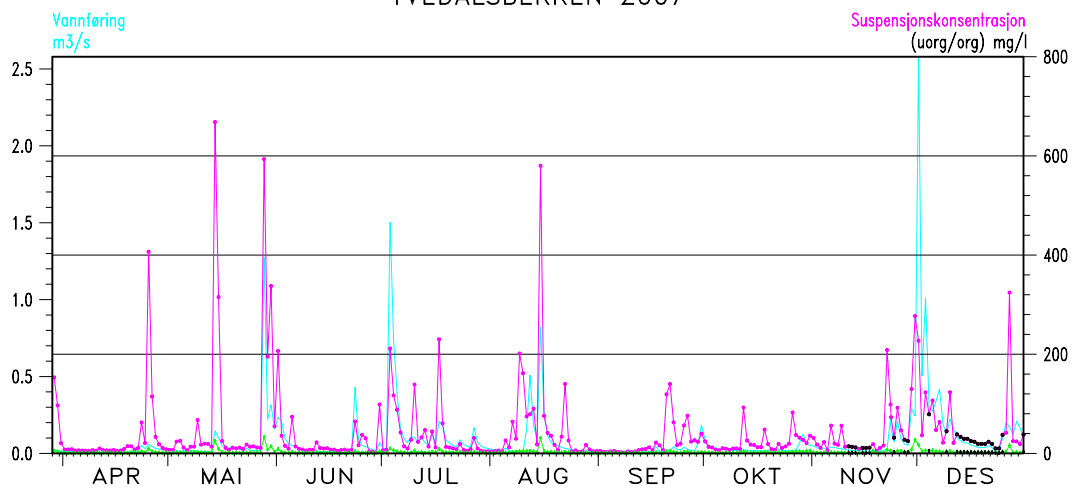
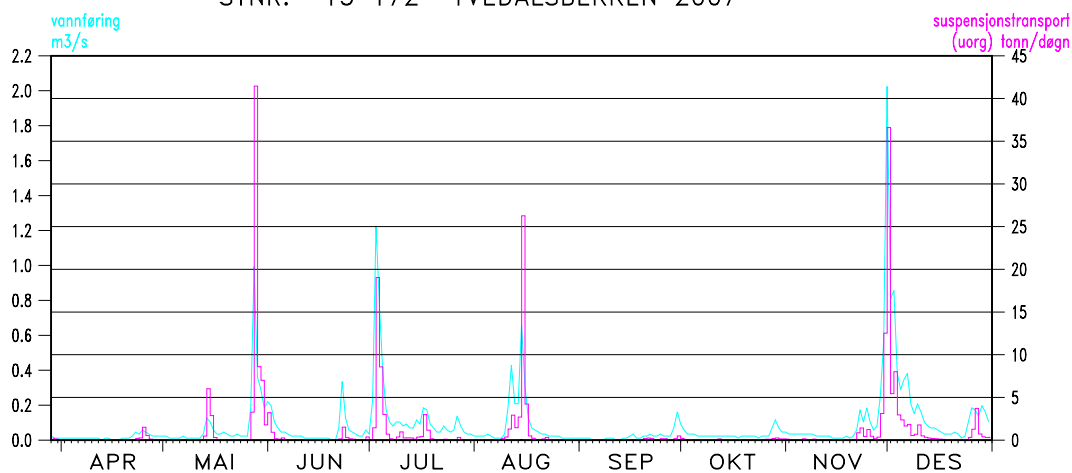


Fig. 4.1. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Tveidalsbekken i 2007.

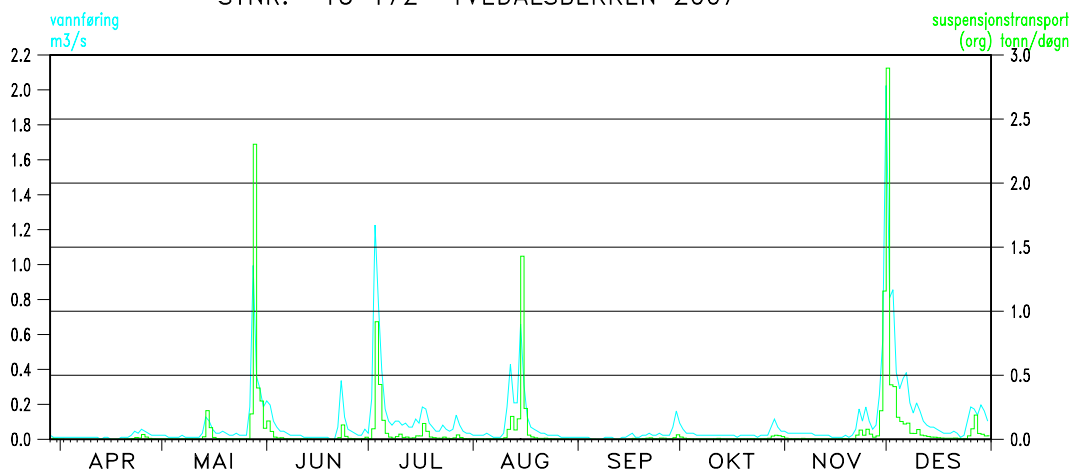
(Svarte markører er komplette verdier).

STNR. 15 172 TVEDALSBEKKEN 2007



A

STNR. 15 172 TVEDALSBEKKEN 2007



B

Fig 4.2A og 4.2B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Tveidalsbekken i 2007.

TVEDALSBEKKEN 2008

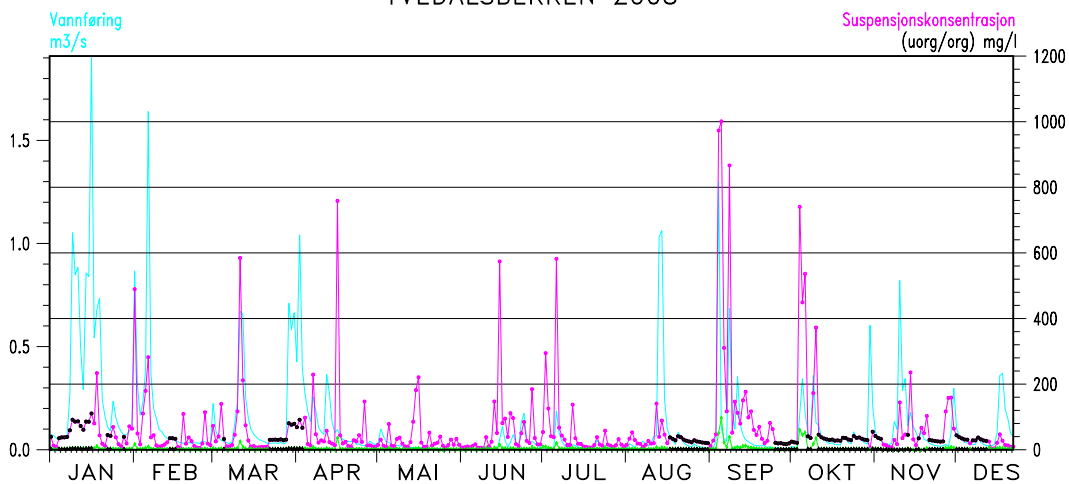
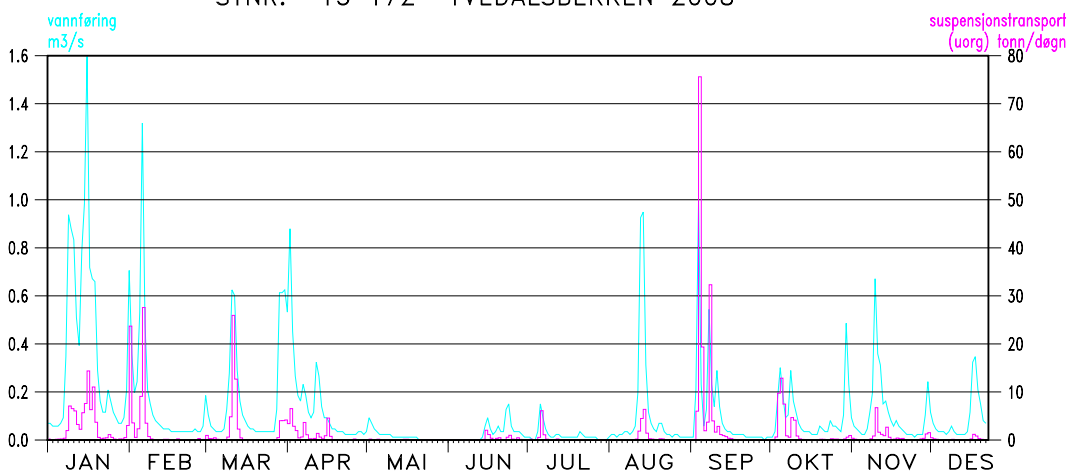


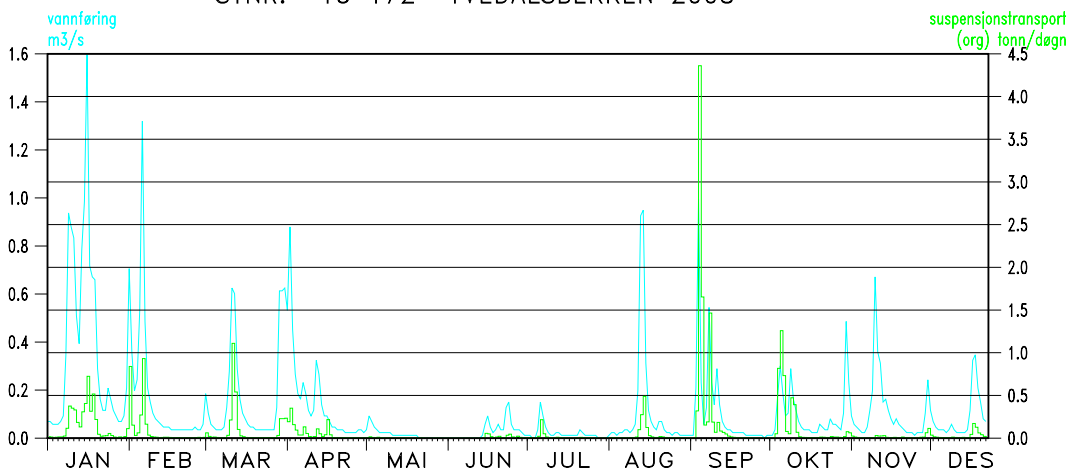
Fig 4.3. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Tvedalsbekken i 2007.
(Svarte markører er komplette verdier).

STNR. 15 172 TVEDALSBEKKEN 2008



A

STNR. 15 172 TVEDALSBEKKEN 2008



B

Fig 4.4A og 4.4B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Tvedalsbekken i 2007.

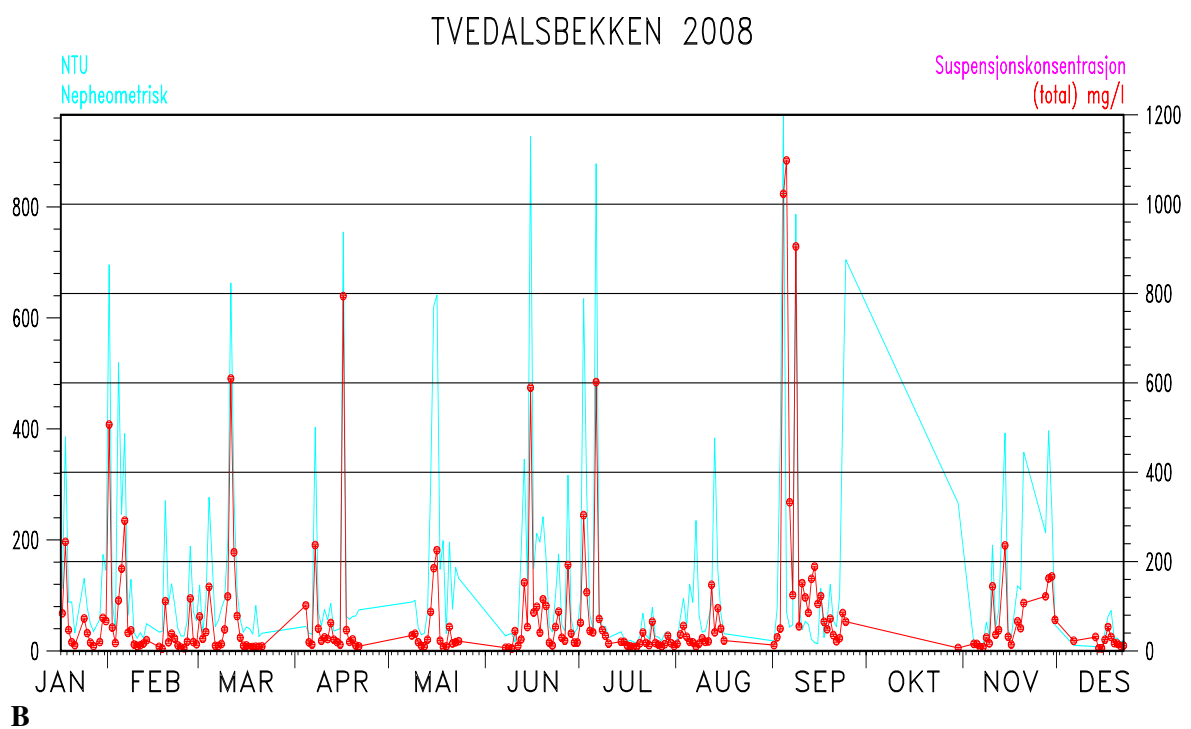
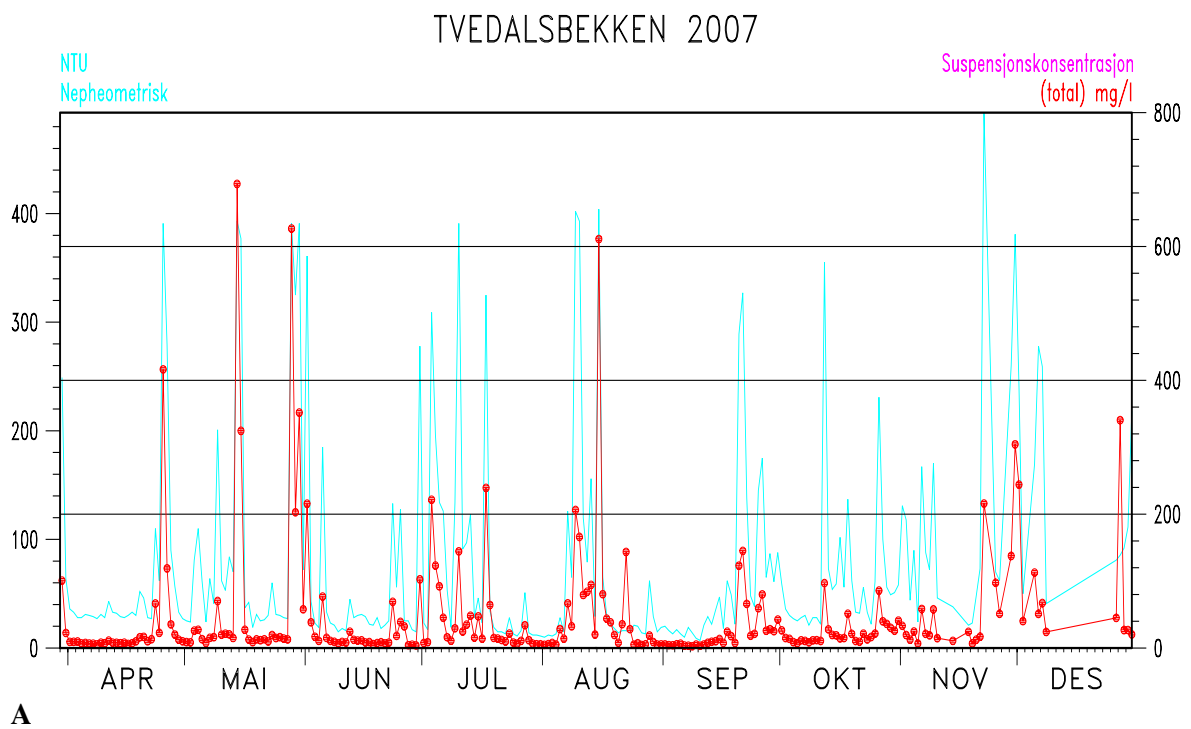


Fig 4.5A og 4.5B. To total suspensionskonsentrasjon (uorganisk og organisk) og NTU verider målt med spredningsturbidimeter i Tvedalsbekken i 2007 (A) og 2008 (B). Turbidimeter registreringer er gjengitt på samme klokkeslett som suspensjonsprøven, kl1200 hver dag.

4.2 Malerød 2007 og 2008

Vannføringene i Eikedalsbekken er korrigert spesifikt for å representere målestedet for suspensjonstransport og turbiditetsmålinger.

De høyeste konsentrasjonene i Malerød/Eikedalsbekken i 2007, ble målt i forbindelse med høye vannføringer. Maksimumskonsentrasjonen ble målt i forbindelse med en svært nedbørrik periode i månedsskiftet november desember, ca. 260 mg/l uorganisk materiale (52 mg/l organisk materiale). Uorganiske og organiske suspensjonskonsentrasjoner for perioden 29. mars og fram til 31. desember er vist i fig. 4.6. Suspensjonstransport for samme periode er vist i henholdsvis fig. 4.7A og 4.7B. Den totale transporten i 2007 var på 32,8 tonn uorganisk materiale og 10,0 tonn organisk materiale, se tabell 4.2a. Om lag 85 % av den totale transporten i 2007 er fordelt på fire episoder i løpet av sesongen, se fig 4.7.

I 2008 var målestasjonen i drift fra januar og fram til siste halvdel av desember. Lave temperaturer på vinterstid førte til enkelte perioder med driftstans pga. frost. Høyeste målte konsentrasjon i 2008 forekommer i en av flere episoder (11. mars) i løpet av vinteren og våren 2008, ca. 60 mg/l uorganisk materiale. Maksimumskonsentrasjon med organisk materiale ble målt noe tidligere, 2. februar (48 mg/ organisk materiale). Transporten er spredt på flere episoder i løpet av sesongen 2008 enn i 2007, se fig 4.14A og 4.14B. Det var imidlertid liten avrenning og lite transport i perioden fra april til midten av august. Den totale transporten i 2008 var på ca. 46,8 tonn uorganisk materiale og 2,4 tonn organisk materiale, se tabell 4.2b. Målingene i 2008 var dessverre tidvis berørt av målebrudd som følge av endringer i elvebunnen.

Konsentrasjonene i Eikedalsbekken ligger på et lavere nivå enn det som er målt i Tveidalsbekken. Med unntak av enkelte maksimumskonsentrasjoner er det generelt høyere verdier ved Malerød/Eikedalsbekken enn ved Moland.

Turbiditetsmålingene viser sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten. Minimumsverdiene ligger på ca. 4-5 NTU. Endringer i vannføringen gir vanligvis raske og store utslag i turbiditeten, fra minimumsnivåene og opp mot 400 NTU som et maksimum (se fig 7.2, kap. 7). Tidvis forekommer det pulser med til dels store utslag i turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i vannføringen. Pulsene er ofte av kort varighet før turbiditeten igjen er tilbake på et minimum. Det kan forkomme feilregistreringer som følge av rusk og rask eller at bevegelse i bunnsedimentene innvirker på instrumentet. Det å skille mellom reelle pulser og støy kan i perioder være umulig. Kontinuerlige registreringer av turbiditet og vannføring for 2007 og 2008 er vist i fig. 7.2 (kap. 7).

Sammenligninger mellom konsentrasjon fra vannprøver og turbiditet i 2007 og 2008 registret ved prøvetakingstidspunktet er vist i fig.4.10A og 4.10B. Sammenligningen er foretatt med total konsentrasjon, dvs. summen av den uorganiske og organiske komponenten. Disse resultatene viser en viss samvariasjon.

I Malerød/ Eikedalsbekken viser resultatene at konsentrasjonen fra vannprøvene i middel har en lavere verdi enn tilsvarende NTU. Dvs. at forholdet mellom parametrene ikke er 1 til 1. Forholdet er imidlertid motsatt ved enkelte konsentrasjonsmålinger, se fig. 6.12.

Dette kan ha sammenheng med forekomster av grovere partikler (sand) i suspensjonsmaterialet som ikke har like stor innvirkning på turbiditeten, se fig 6.6.

Tabell 4.2a. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport i Malerød/ Eikedalsbekken 2007

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
MAR	3	0.00	0.00	0.01	0.003	3.6	4.1	0.00	0.001	2.0	2.1
APR	30	0.02	0.00	0.11	0.004	4.6	7.5	0.07	0.002	2.8	5.1
MAI	31	0.09	0.00	1.35	0.044	15.4	47.2	0.61	0.020	7.0	23.5
JUN	30	0.09	0.00	0.95	0.032	11.2	34.9	0.36	0.012	4.3	12.6
JUL	31	0.31	0.01	5.60	0.181	18.3	47.0	1.51	0.049	5.0	8.5
AUG	31	0.18	0.01	4.29	0.138	23.4	110	2.14	0.069	11.7	31.2
SEP	30	0.03	0.00	0.14	0.005	5.3	23.2	0.08	0.003	2.9	6.4
OKT	31	0.04	0.00	0.28	0.009	7.1	47.2	0.14	0.005	3.6	21.9
NOV	30	0.11	0.00	4.88	0.163	43.1	257	0.91	0.030	8.0	51.8
DES	30	0.42	0.01	15.2	0.508	36.2	120	4.21	0.140	10.0	46.7
2007	277	1.29	0.00	32.8	0.119	25.5	257	10.0	0.036	7.8	51.8

Tabell 4.2b. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport i Malerød/ Eikedalsbekken 2008

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
JAN	31	0.62	0.02	15.5	0.501	25.0	45.2	0.62	0.036	1.8	10.0
FEB	29	0.33	0.01	8.52	0.294	26.0	47.2	0.33	0.049	4.3	46.2
MAR	31	0.32	0.01	6.01	0.194	18.6	62.1	0.32	0.048	4.6	18.5
APR	30	0.31	0.01	4.50	0.150	14.3	31.3	0.31	0.023	2.2	3.7
MAI	31	0.04	0.00	0.12	0.004	3.3	6.0	0.04	0.002	1.7	2.4
JUN	30	0.02	0.00	0.02	0.001	1.4	2.9	0.02	0.001	1.6	2.5
JUL	31	0.01	0.00	0.01	0.000	1.1	3.9	0.01	0.001	2.6	6.2
AUG	31	0.18	0.01	4.17	0.135	23.7	40.6	0.18	0.010	1.7	2.8
SEP	30	0.11	0.00	1.09	0.036	10.3	19.0	0.11	0.006	1.7	4.0
OKT	31	0.18	0.01	2.63	0.085	14.3	46.5	0.18	0.011	1.9	6.1
NOV	30	0.20	0.01	2.81	0.094	14.0	25.1	0.20	0.006	0.8	3.4
DES	22	0.10	0.00	1.36	0.062	13.1	29.0	0.10	0.014	2.9	5.7
2008	357	2.42	0.01	46.8	0.131	19.3	62.1	2.42	0.017	2.5	46.2

MALERØD 2007

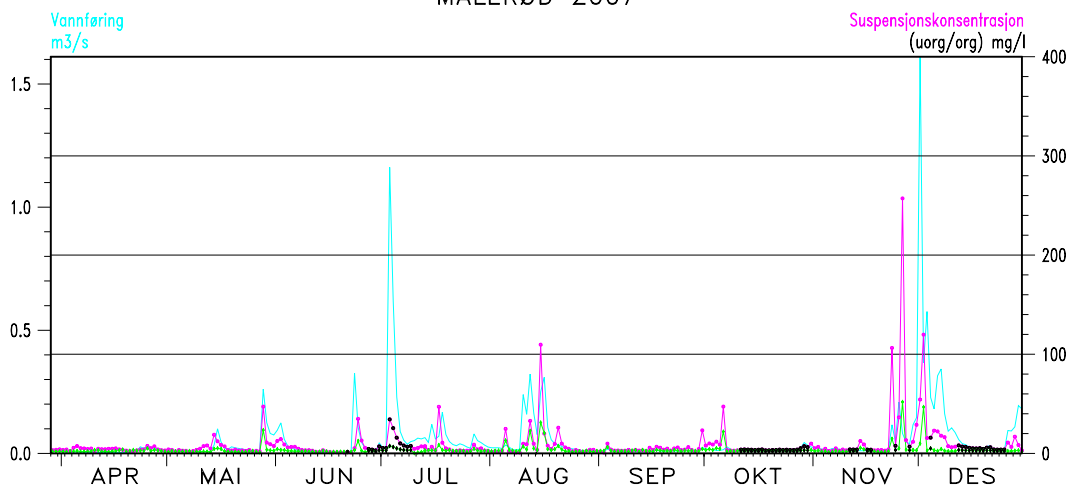
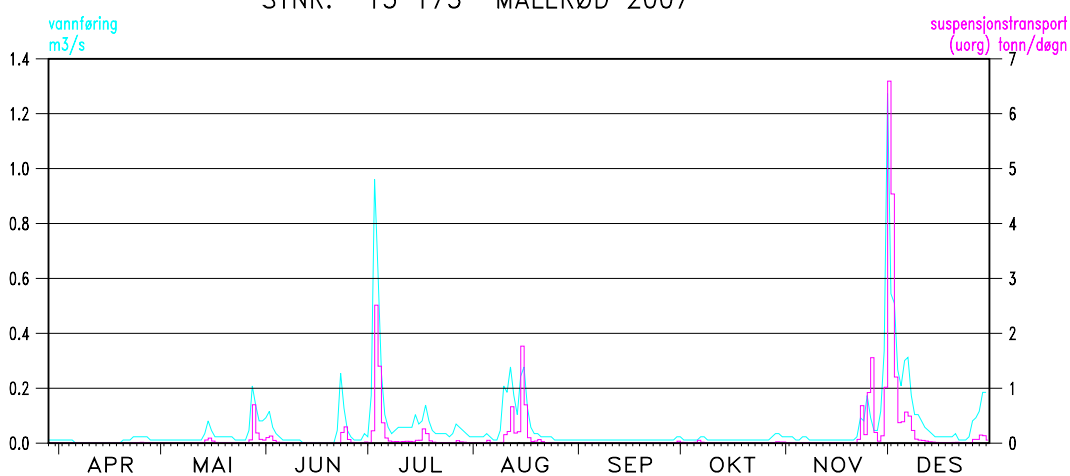


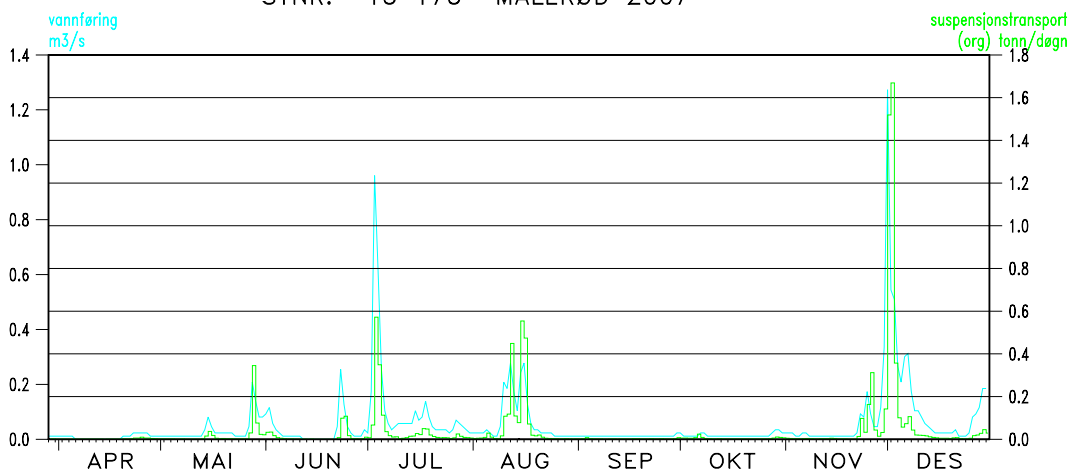
Fig 4.6. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Malerød/Eikedalsbekken i 2007. (Svarte markører er kompletterte verdier).

STNR. 15 173 MALERØD 2007



A

STNR. 15 173 MALERØD 2007



B

Fig 4.7A og 4.7B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Malerød/ Eikedalsbekken i 2007.

MALERØD 2008

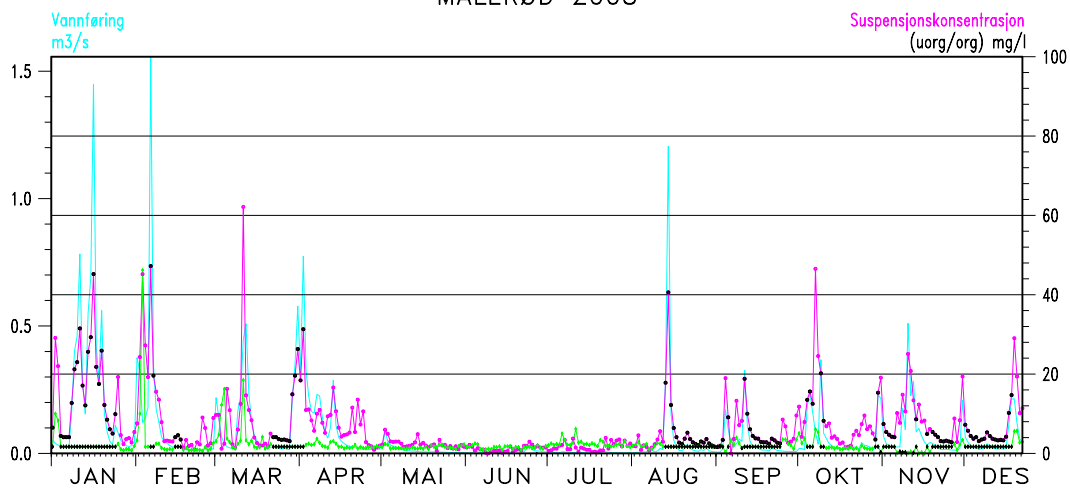
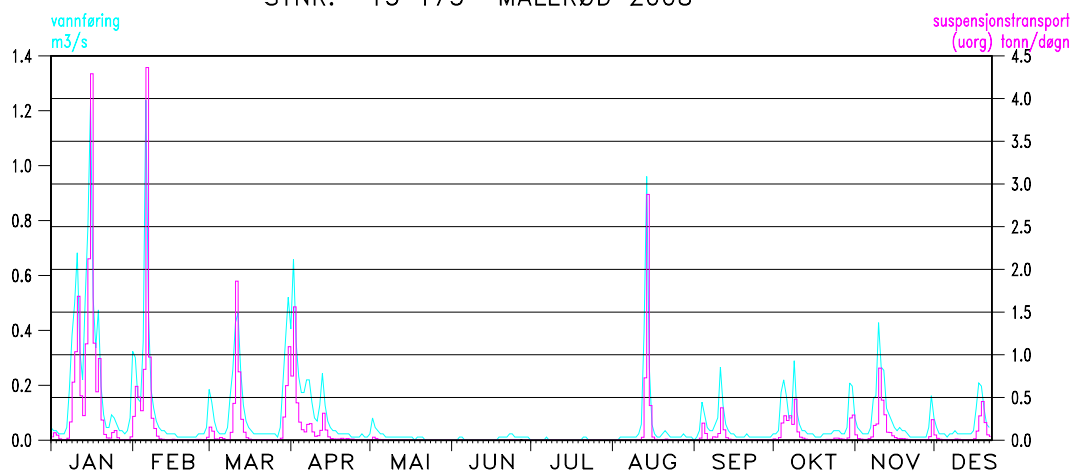


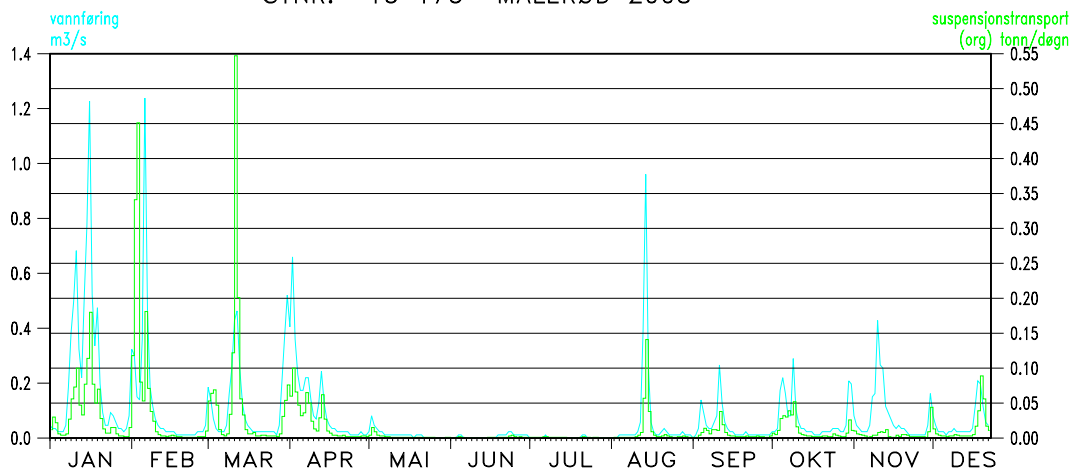
Fig 4.8. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Malerød/Eikedalsbekken i 2007. (Svarte markører er komplette verdier)

STNR. 15 173 MALERØD 2008



A

STNR. 15 173 MALERØD 2008



B

Fig 4.9A og 4.9B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Malerød/ Eikedalsbekken i 2008.

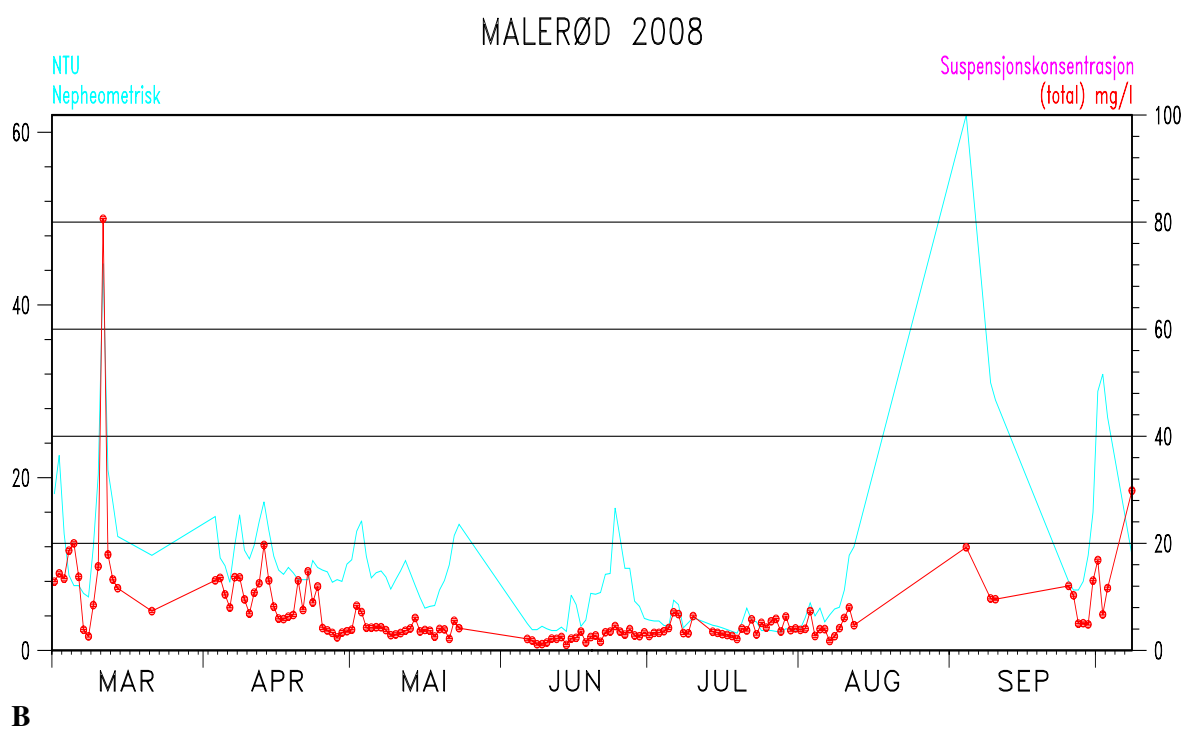
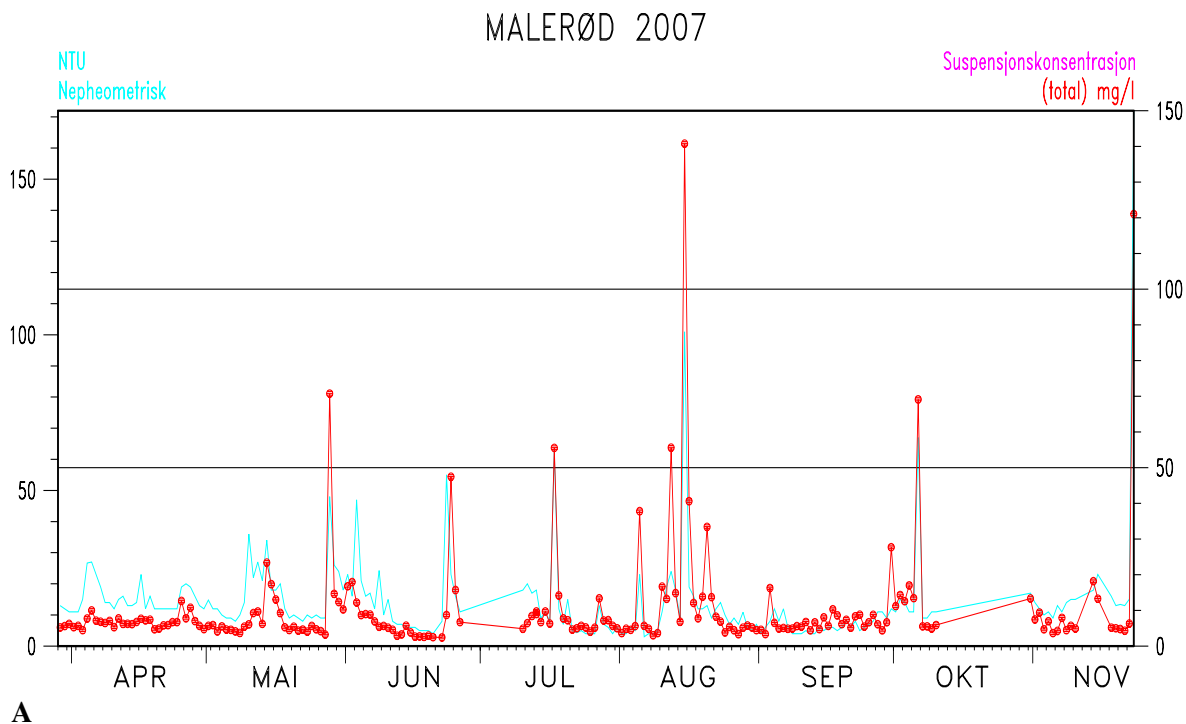


Fig 4.10A og 4.10B. Total suspensionskonsentrasjon (uorganisk og organisk) og NTU verider målt med spredningsturbidimeter i Malerød/ Eikedalsbekken i 2007 (A) og 2008 (B). Turbidimeter registreringer er gjengitt på samme klokkeslett som suspensjonsprøven, kl1200 hver dag.

4.3 Moland (referansefelt) 2007 og 2008

Vannføringene ved Moland er beregnet spesifikt fra målestasjonen i Eikedalsbekken. I perioder med manglende data i Eikedalsbekken er det beregnet spesifikke verdier fra Tveidalsbekken.

De høyeste konsentrasjonene ved Moland i 2007 ble målt i forbindelse med høye vannføringer, med ca. 35 mg/l uorganisk materiale (ca. 20 mg/l organisk materiale) i slutten av mai som et maksimum. I forbindelse med høyere vannføringer senere i sesongen forekommer det ikke like høye konsentrasjoner. Uorganiske og organiske suspensjonskonsentrasjoner for perioden 29. mars og fram til 31. desember er vist i fig. 4.11. Suspensjonstransport for samme periode er vist i henholdsvis fig. 4.12A og 4.12B. Den totale transporten i 2007 var på ca. 15 tonn uorganisk materiale og 9,6 tonn organisk materiale, se tabell 4.3a. Det meste av den totale transporten i 2007 er fordelt på fire episoder i løpet av sesongen, se fig 4.11.

I 2008 var målestasjonen i drift fra januar og fram til siste halvdel av desember. Lave temperaturer på vinterstid førte til perioder med driftstans pga. frost. Høyeste konsentrasjon i 2008 forekommer i en situasjon med relativt lav vannføring i august, 240 mg/l (ca. 68 mg/l organisk materiale). Dette inntreffer rett i etterkant av en episode med relativt høy vannføring, se fig 4.13. Det har sannsynligvis blitt frampreparert sedimenter i forbindelse med denne flommen, som deretter ble brakt i transport ved en påfølgende moderat vannføringsøkning. I påfølgende episode i begynnelsen av september ble det også registrert en relativt høy konsentrasjon, 60 mg/l. I forbindelse med høyere vannføringer ellers i sesongen forekommer det ikke like høye konsentrasjoner. Transporten er spredt på flere episoder i løpet av sesongen 2008 enn i 2007, se fig 4.14A og 4.14B. Det var liten avrenning og liten transport i perioden fra april til midten av august. Den totale transporten i 2008 var på ca. 27 tonn uorganisk materiale og 15 tonn organisk materiale, se tabell 4.3b.

Med unntak av enkelte maksimumskonsentrasjoner er det generelt lavere verdier ved Moland enn i Malerød/ Eikedalsbekken. Konsentrasjonene er svært mye lavere enn det som er målt i Tveidalsbekken. Under naturlige forhold ville det også vært forskjeller her, på grunn av innslag av marine og fluviale avsetninger i Tveidalen.

Tabell 4.3a. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport ved Moland 2007

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
MAR	3	0.00	0.00	0.00	0.001	0.8	1.1	0.01	0.004	2.4	3.2
APR	30	0.05	0.00	0.01	0.000	0.2	0.9	0.09	0.003	1.9	2.6
MAI	31	0.18	0.01	1.73	0.056	9.8	34.9	1.13	0.037	6.4	20.5
JUN	30	0.17	0.01	0.77	0.026	4.5	12.0	0.71	0.024	4.2	9.1
JUL	31	0.61	0.02	3.73	0.120	6.1	16.1	2.02	0.065	3.3	6.7
AUG	31	0.37	0.01	1.79	0.058	4.8	17.5	1.75	0.056	4.7	10.7
SEP	30	0.05	0.00	0.09	0.003	1.6	5.1	0.18	0.006	3.5	8.8
OKT	31	0.08	0.00	0.09	0.003	1.1	5.2	0.20	0.006	2.5	5.9
NOV	30	0.23	0.01	0.78	0.026	3.5	10.7	0.60	0.020	2.7	4.1
DES	30	0.85	0.03	5.80	0.193	6.8	19.5	2.86	0.095	3.4	9.0
2007	277	2.59	0.01	14.8	0.053	5.7	34.9	9.55	0.034	3.7	20.5

Tabell 4.3b. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport ved Moland 2008

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
JAN	31	1.25	0.04	5.12	0.165	4.1	8.2	3.21	0.104	2.6	4.0
FEB	29	0.66	0.02	2.35	0.081	3.6	9.7	1.62	0.056	2.5	4.1
MAR	31	0.65	0.02	4.02	0.130	6.2	33.2	3.02	0.097	4.6	23.3
APR	30	0.63	0.02	1.83	0.061	2.9	14.3	2.01	0.067	3.2	17.5
MAI	31	0.07	0.00	0.04	0.001	0.6	11.4	0.12	0.004	1.7	11.2
JUN	30	0.03	0.00	0.02	0.001	0.5	4.3	0.08	0.003	2.4	7.8
JUL	31	0.02	0.00	0.02	0.001	0.9	5.9	0.06	0.002	3.0	6.2
AUG	31	0.35	0.01	7.03	0.227	19.9	240	2.67	0.086	7.5	67.8
SEP	30	0.21	0.01	2.05	0.068	9.7	60.0	0.91	0.030	4.3	20.8
OKT	31	0.37	0.01	2.26	0.073	6.1	19.4	0.85	0.028	2.3	5.6
NOV	30	0.40	0.01	1.48	0.049	3.7	11.3	0.29	0.010	0.7	2.2
DES	21	0.20	0.01	0.45	0.022	2.3	5.1	0.46	0.022	2.3	4.6
2008	356	4.86	0.01	26.7	0.075	5.5	240	15.3	0.043	3.1	67.8

MOLAND 2007

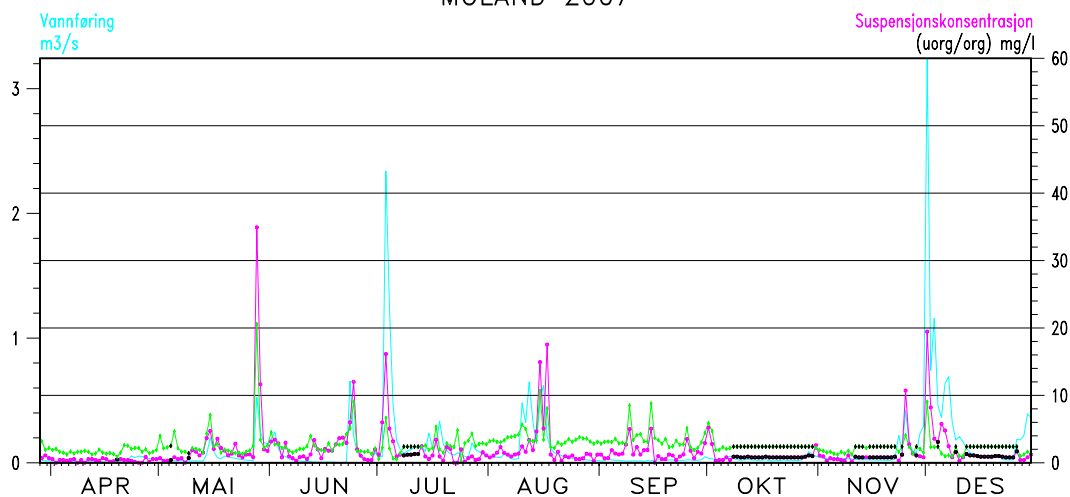
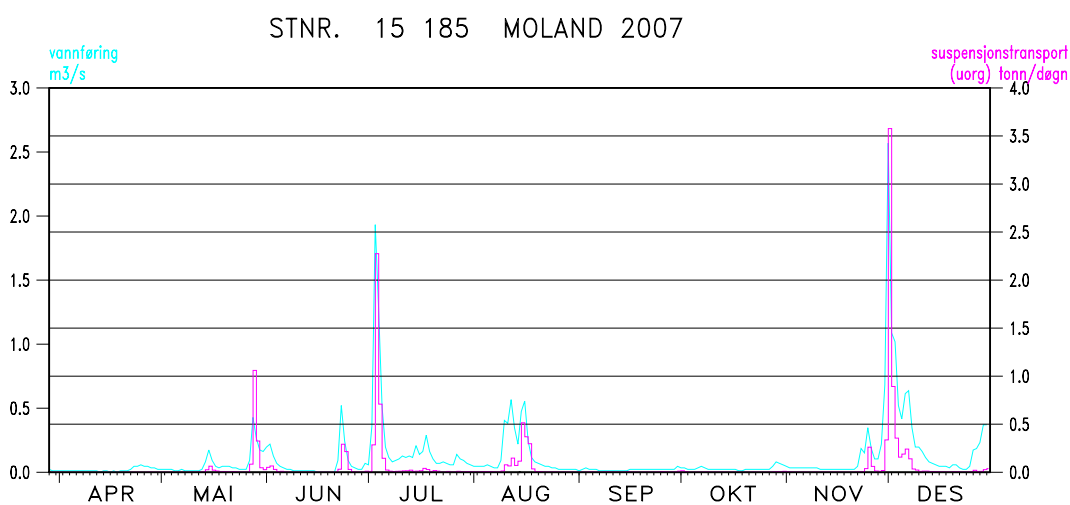
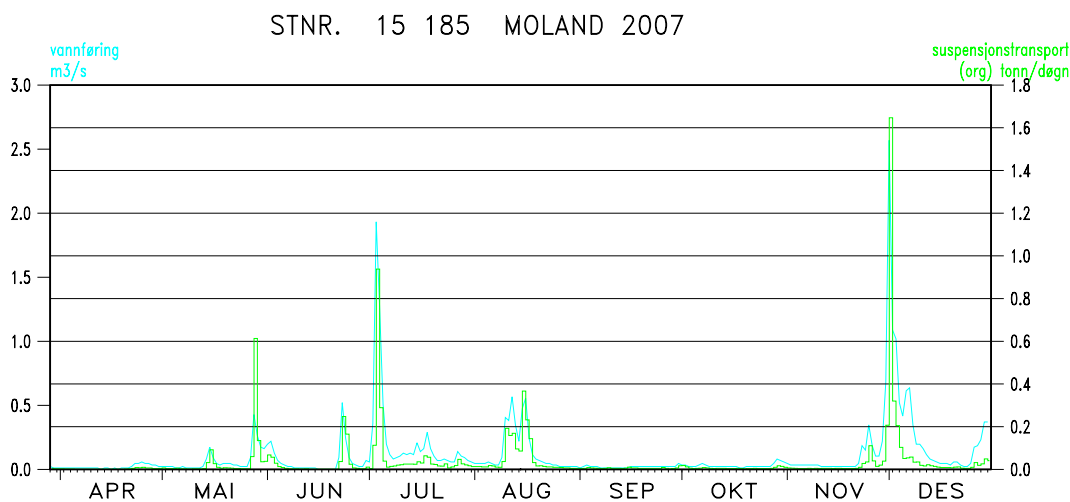


Fig 4.11. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring ved Moland i 2007. (Svarte markører er komplette verdier).



A



B

Fig 4.12A og 4.12B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring ved Moland i 2007.

MOLAND 2008

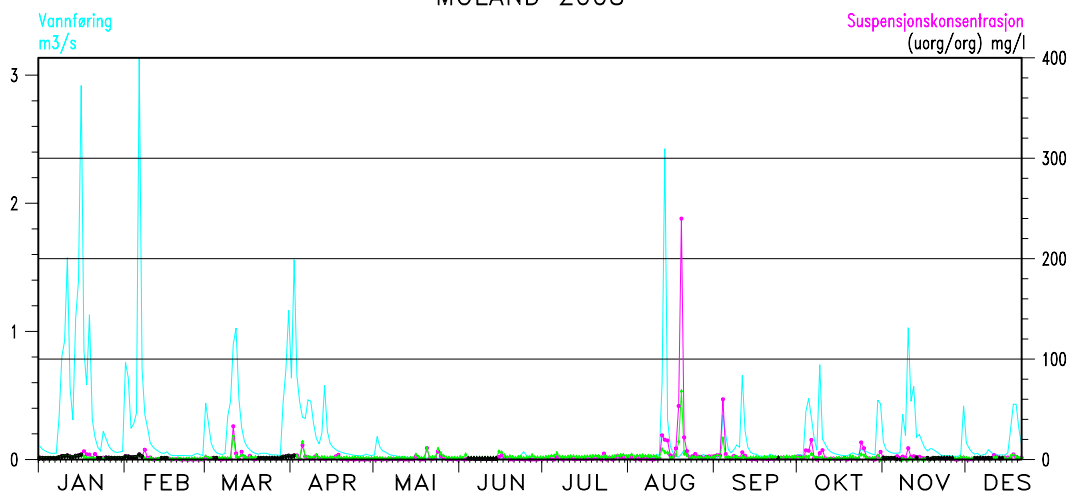
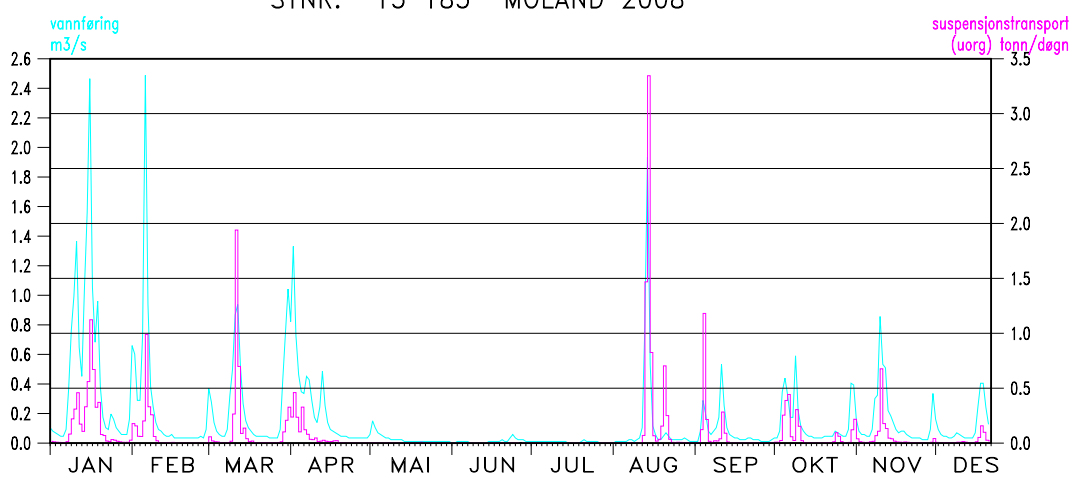


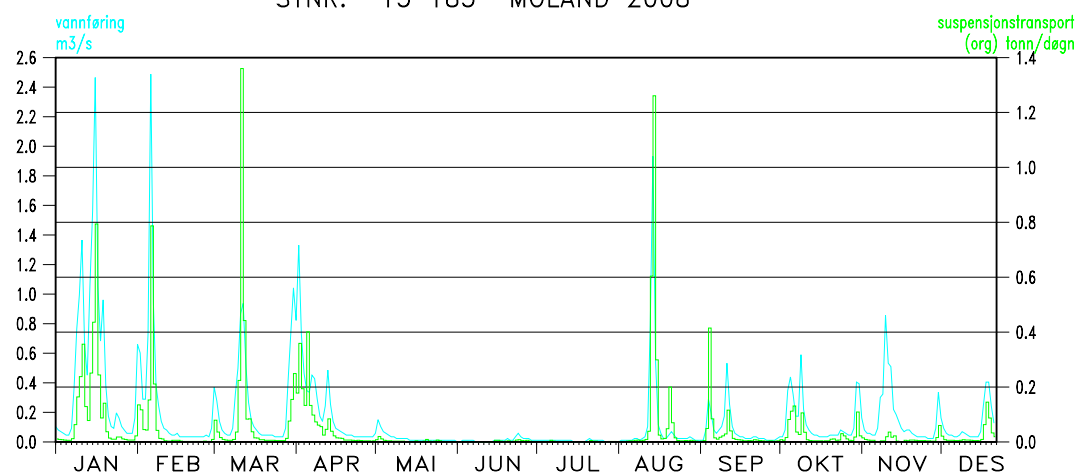
Fig 4.13. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring ved Moland i 2007. (Svarte markører er komplette verdier).

STNR. 15 185 MOLAND 2008



A

STNR. 15 185 MOLAND 2008



B

Fig 4.14A og 4.14B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring ved Moland i 2008.

4.4 Istreelva 2007 og 2008

Vannføringene i Istreelva er korrigert spesifikt for å representere målestedet for suspensjonstransport og turbiditetsmålinger. I perioden desember 2007 til juni 2008 er vannføringen beregnet med spesifikke verdier fra Tveidalsbekken.

De høyeste konsentrasjonene i Istreelva i 2007 ble målt i forbindelse med høye vannføringer. Maksimumskonsentrasjonen ble målt i forbindelse med en svært nedbørrik periode i månedsskiftet november desember, ca. 642 mg/l uorganisk materiale (100 mg/l organisk materiale). Uorganiske og organiske suspensjonskonsentrasjoner for perioden 29. mars og fram til 31. desember er vist i fig. 4.15. Suspensjonstransport for samme periode er vist i henholdsvis fig. 4.16A og 4.16B. Den totale transporten i måleperioden i 2007 var på 1087 tonn uorganisk materiale og 159 tonn organisk materiale, se tabell 4.4a. En vesentlig del (ca. 85 %) av den totale transporten i 2007 er fordelt på to episoder i løpet av sesongen, se fig 4.14.

I 2008 var målestasjonen i drift fra januar og fram til siste halvdel av desember. Lave temperaturer på vinterstid førte til perioder med noe driftstans. Høyeste målte konsentrasjon i 2008 ble registrert i juli (ca. 370 mg/l uorganisk materiale) i en periode med lav svakt stigende vannføring. De høyeste konsentrasjonene inntreffer imidlertid oftest i perioder med høy vannføring. I periodene fra januar til april og august til desember ble det registrert en rekke vannføringstopper. Enkelte av disse hadde suspensjons konsentrasjoner opp mot 300 mg/l uorganisk materiale. Høyeste konsentrasjon med organisk materiale ble målt under en episode i februar, 47 mg/l. Minimumskonsentrasjonen har en stigende trend fra juni og utover sommeren sammenlignet med perioden april til mai. Tidvis forekommer det pulser med store kortvarige utslag i konsentrasjon og turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring og små endringer i vannføringen. Prøvetakingsfrekvensen på en prøve pr døgn fanger ikke alltid opp slike variasjoner. De kontinuerlige målingene av turbiditet viser utslagene og varigheten på en bedre måte. Transporten er spredt på flere episoder i løpet av sesongen 2008 enn i 2007, se fig 4.18A og 4.18B. Den totale transporten i 2008 var på ca. 1897 tonn uorganisk materiale og 197 tonn organisk materiale, se tabell 4.4b.

Turbiditetsmålingene viser jevnt over sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten. De laveste målte minimumsverdiene ligger på ned mot 5 NTU, men er vanligvis noe høyere i perioder med liten aktivitet, mellom 10 NTU og 20 NTU. Endringer i vannføringen gir vanligvis raske og store utslag i turbiditeten, fra minimumsnivåene og opp mot 1000 NTU som et maksimum (se fig 7.3, kap. 7). I perioder med mye nedbør eller stor avrenning i forbindelse med snøsmelting, viser registreringene at turbiditeten ofte er vedvarende høy, eller varierer på et høyt nivå.

Tidvis forekommer det pulser med til dels store utslag i turbiditet, som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Pulsene er av kort varighet og turbiditeten går raskt tilbake til et lavt nivå. Tidvis er det tatt vannprøver i forbindelse med en slik turbiditetspuls, noe som bekrefter at endringene er reelle. Forekomster av driv og diverse rusk og rask i elva kan også gi kortvarige pulser i turbiditeten. Kontinuerlige registreringer av turbiditet og vannføring for 2007 og 2008 er vist i fig. 7.3 (kap. 7).

Sammenligninger mellom konsentrasjon fra vannprøver og turbiditet i 2007 og 2008 registrert ved prøvetakingstidspunktet er vist i fig.4.19A og 4.19B. Sammenligningen er foretatt med total konsentrasjon, dvs. summen av den uorganiske og organiske komponenten. Disse resultatene viser en god samvariasjon.

I Istreelva viser resultatene at konsentrasjonen fra vannprøvene i middel har en lavere verdi enn tilsvarende NTU. Dvs. at forholdet mellom parametrene ikke er 1 til 1, se fig 6.13. Dette har sannsynligvis sammenheng med at suspensjonsmaterialet ser ut til å ha mindre innslag av grove partikler (sand) enn det som er tilfelle i Tveidalsbekken og Eikedalsbekken, se fig 6.6. Forholdet er imidlertid motsatt ved enkelte prøver, men det forekommer ikke like ofte som i Tveidalsbekken og Malerød/ Eikedalsbekken.

Tabell 4.4a. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport i Istreelva 2007

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
MAR	3	0.04	0.01	1.39	0.462	39.0	56.5	0.13	0.043	3.6	4.7
APR	30	0.21	0.01	3.63	0.121	17.7	62.9	0.55	0.018	2.7	4.7
MAI	31	0.33	0.01	18.6	0.601	57.3	192	1.70	0.055	5.2	12.3
JUN	30	0.51	0.02	30.2	1.006	58.8	329.	2.84	0.095	5.5	11.7
JUL	31	3.37	0.11	150.4	4.851	44.7	109	21.2	0.684	6.3	14.1
AUG	31	0.34	0.01	8.8	0.283	25.6	64.0	1.35	0.044	4.0	8.5
SEP	30	0.22	0.01	6.8	0.227	30.4	57.1	0.79	0.026	3.5	7.9
OKT	31	0.32	0.01	7.6	0.245	23.6	81.7	0.80	0.026	2.5	4.9
NOV	30	1.08	0.04	98.5	3.282	91.1	255	13.3	0.442	12.3	10.9
DES	31	4.11	0.13	761.1	24.55	185.2	642	116.0	3.743	28.2	101
2007	278	10.53	0.04	1087	3.910	103.3	642	158.7	0.571	15.1	101

Tabell 4.4b. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport i Istreelva 2008

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
JAN	31	6.26	0.20	566.2	18.27	90.4	170	55.4	1.787	8.8	17.0
FEB	30	2.79	0.10	290.1	10.00	103.9	301	35.3	1.218	12.6	37.0
MAR	29	2.83	0.09	254.7	8.22	89.9	282	25.1	0.810	8.9	24.6
APR	30	2.53	0.08	153.0	5.10	60.5	150	14.3	0.478	5.7	10.2
MAI	31	0.28	0.01	3.50	0.11	12.5	34.1	0.69	0.022	2.5	5.2
JUN	30	0.48	0.02	37.5	1.25	78.0	232.	3.48	0.116	7.3	13.6
JUL	31	0.08	0.00	3.19	0.10	42.0	369	0.34	0.011	4.5	12.9
AUG	31	1.78	0.06	163.5	5.27	92.0	217	21.4	0.691	12.1	21.9
SEP	30	0.98	0.03	50.0	1.67	51.0	256	5.76	0.192	5.9	24.3
OKT	31	2.43	0.08	117.2	3.78	48.2	154	20.0	0.646	8.2	18.2
NOV	30	2.39	0.08	173.9	5.80	72.6	203	3.01	0.100	1.3	9.0
DES	24	1.47	0.06	84.5	3.52	57.4	159	11.8	0.491	8.0	17.0
2008	359	24.3	0.07	1897	5.29	78.0	369	196.7	0.548	8.1	37.0

ISTREELVA 2007

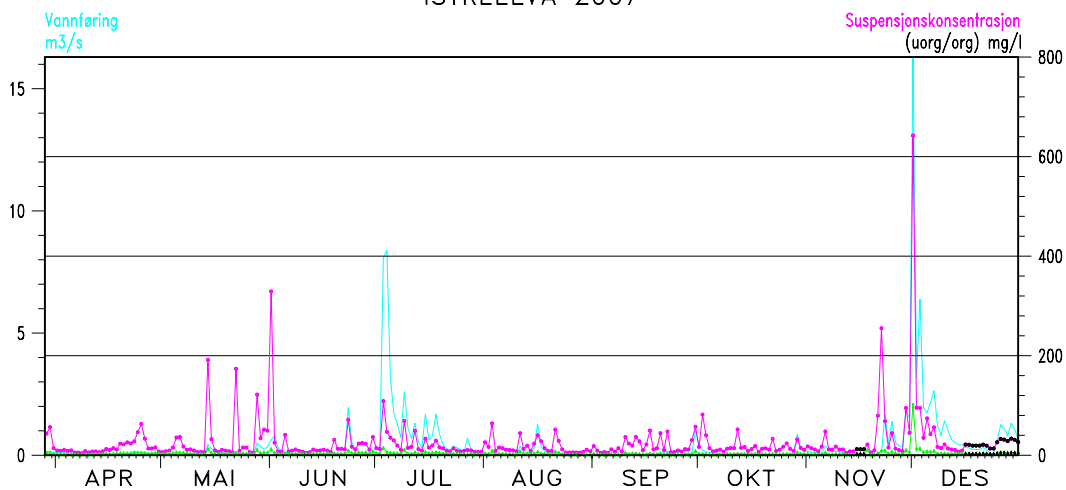
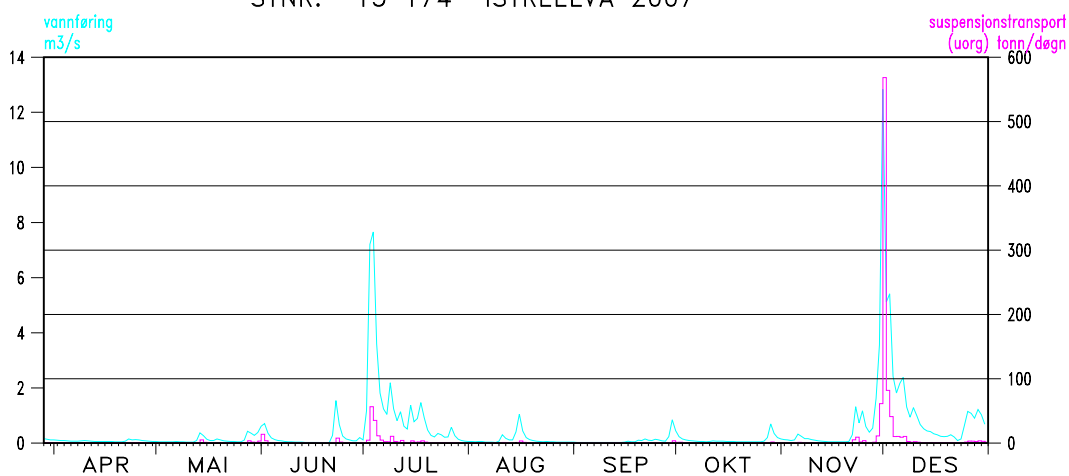


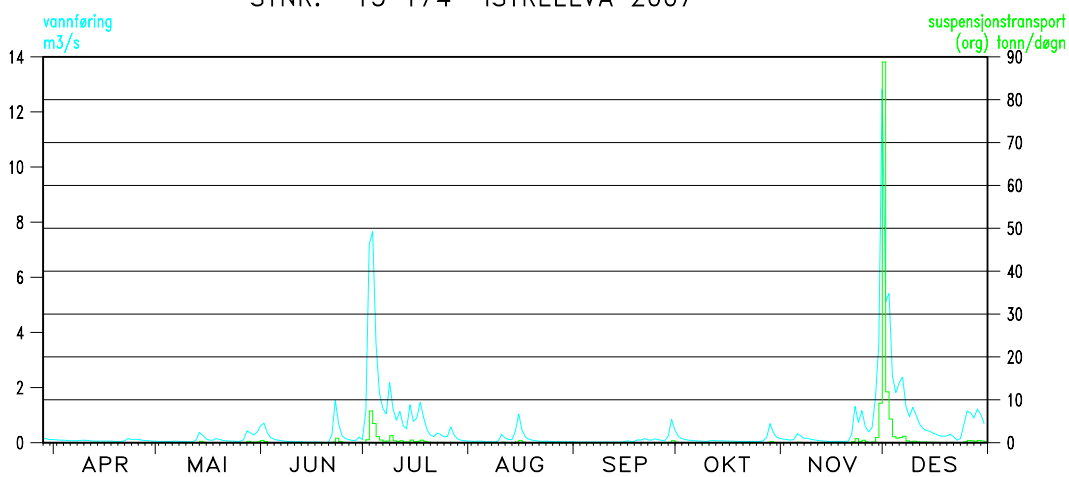
Fig 4.15. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Istreelva i 2007. (Svarte markører er kompletterte verdier).

STNR. 15 174 ISTREELVA 2007



A

STNR. 15 174 ISTREELVA 2007



B

Fig 4.16A og 4.16B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Istreelva i 2007.

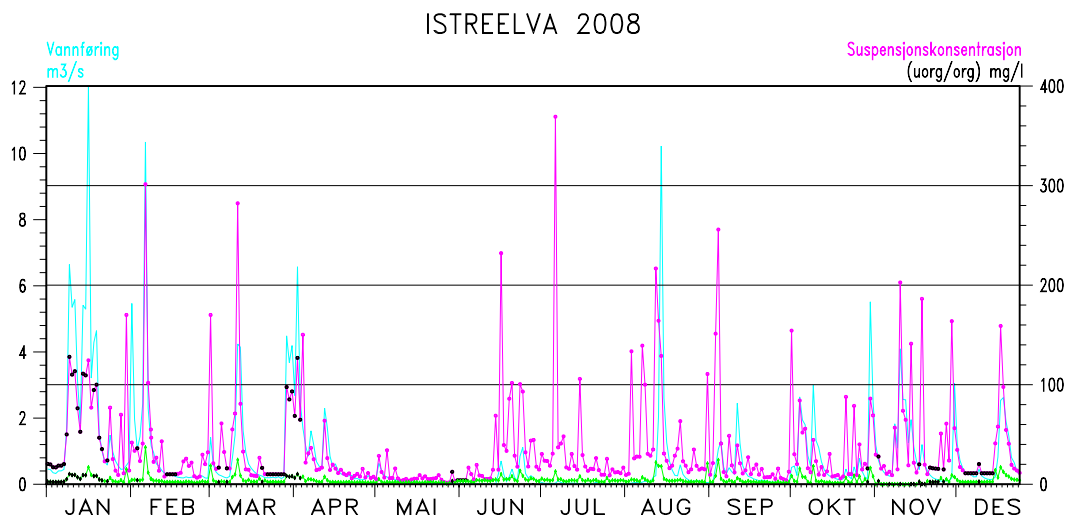
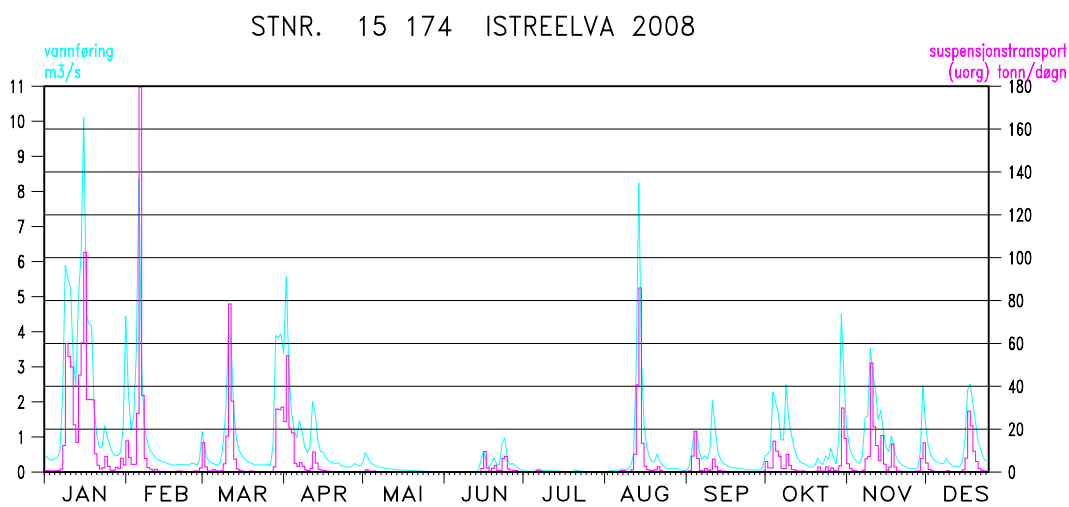
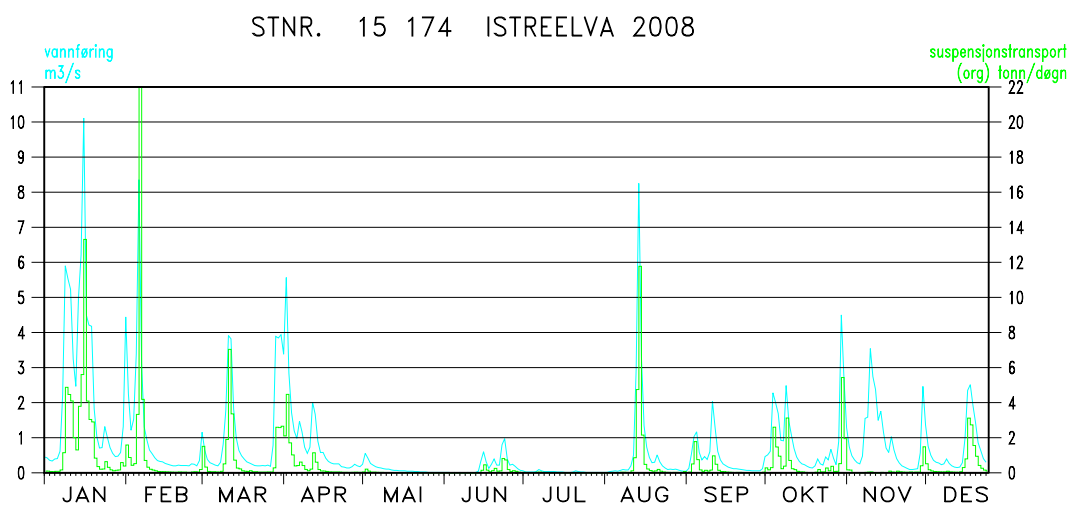


Fig 4.17. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Istreelva i 2008.
(Svarte markører er komplette verdier).



A



B

Fig 4.18A og 4.18B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Istreelva i 2007.

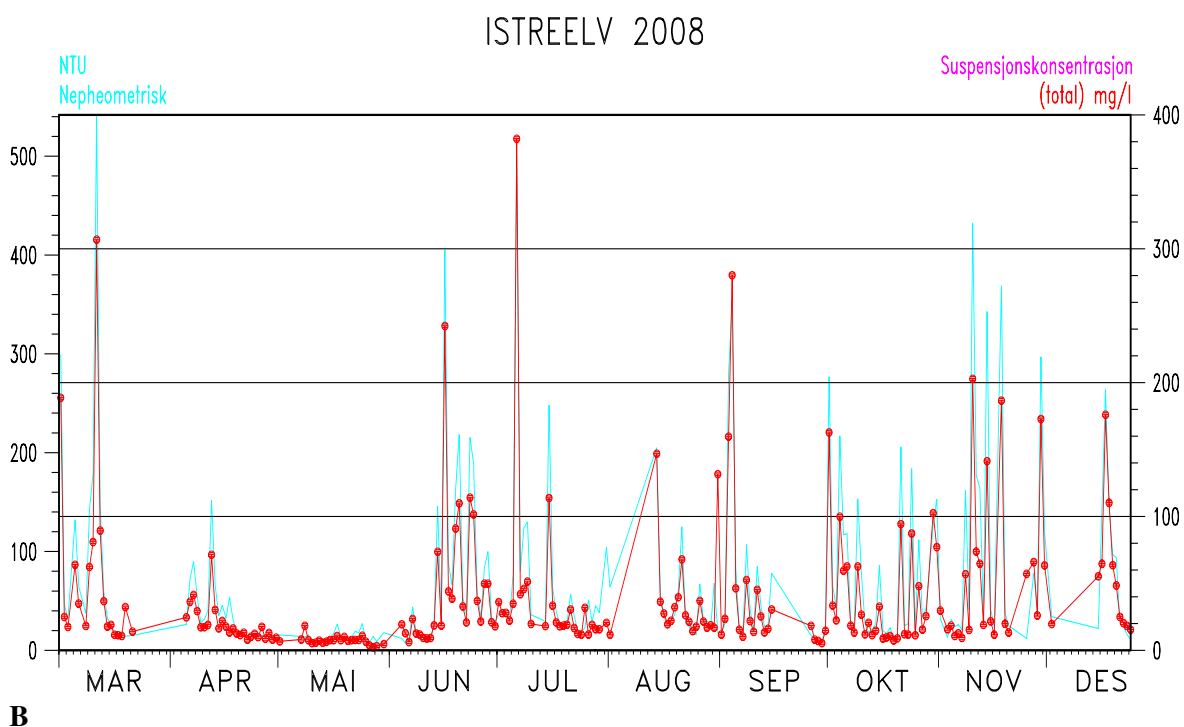
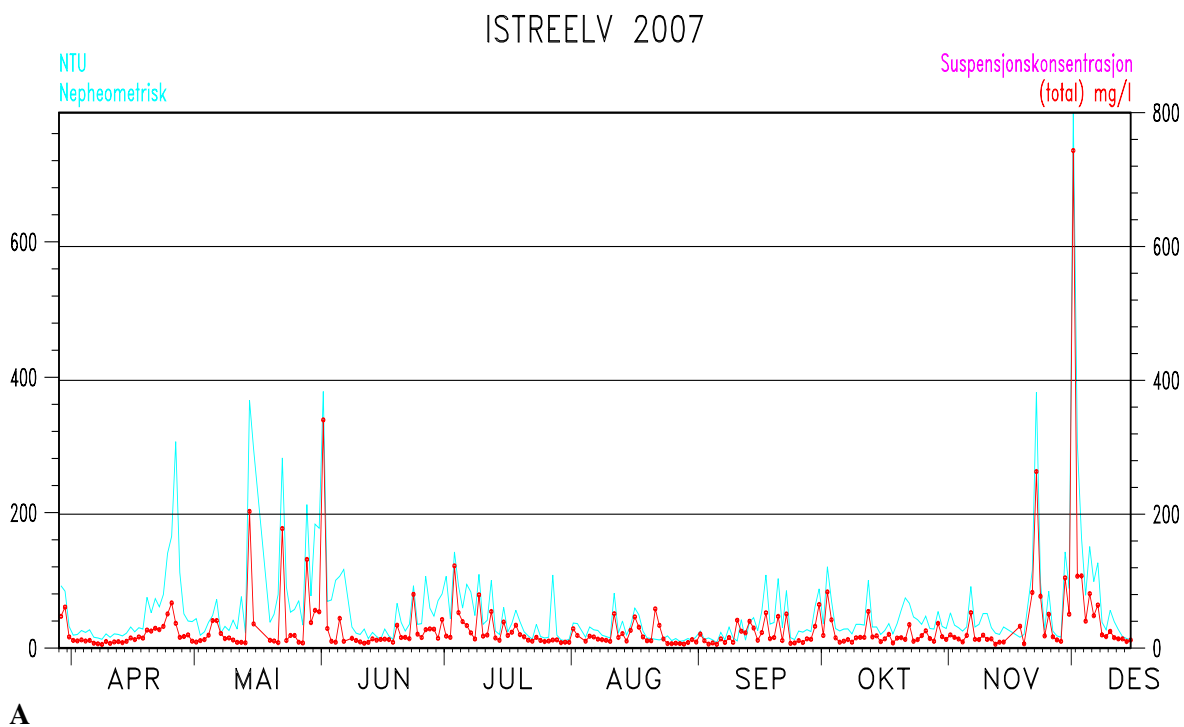


Fig 4.19A og 4.19B. Toatal suspensjonskonsentrasjon (uorganisk og organisk) og NTU verider målt med spredningsturbidimeter i Istreelva i 2007 (A) og 2008 (B). Turbidimeter registreringer er gjengitt på samme klokkeslett som suspensjonsprøven, kl1200 hver dag.

4.5 Marumsbekken (referansefelt) 2007 og 2008

Vannføringene i Marumsbekken er beregnet spesifikt fra målestasjonen i Istreelva. I perioder med manglende data i Istreelva er det som for Istreelva, beregnet spesifikke verdier basert på målingene i Tveidalsbekken.

De høyeste konsentrasjonene ved Marumsbekken i 2007 ble målt i forbindelse med høye vannføringer, med ca. 760 mg/l uorganisk materiale (105 mg/l organisk materiale) i begynnelsen av desember som et maksimum. Under flommen i juli 2007 var det dessverre driftsstans på grunn av at instrumentene ble satt under vann, noe som bare gir simulerte verdier i denne perioden. Målinger fra Istreelva i begge perioder viser imidlertid også et definert maksimum i desember, jf. fig 4.15. Uorganiske og organiske suspensjonskonsentrasjoner for perioden 29. mars og fram til 31. desember er vist i fig. 4.20. Suspensjonstransport for samme periode er vist i henholdsvis 4.21A 4.21B. Den totale transporten i måleperioden i 2007 var på 754 tonn uorganisk materiale og 127 tonn organisk materiale, se tabell 4.5. En vesentlig del av den totale transporten i 2007 er hovedsakelig fordelt på to episoder i løpet av sesongen, se fig 4.21.

I 2008 var målestasjonen i drift fra januar og fram til siste halvdel av desember. Lave temperaturer på vinterstid førte til perioder med noe driftstans. Sporadiske brudd ellers i året fører til en viss usikkerhet mhp maksimumskonsentrasjoner ved enkelte episoder ellers i året. Høyeste målte konsentrasjon i 2008 ble registrert i mars, ca. 370 mg/l uorganisk materiale og ca. 35 mg/l organisk materiale, se fig 4.22. Med unntak av en episode i midten av juni, var det liten avrenning og lite transport i perioden fra april til midten av august. Transporten er spredt på flere episoder i løpet av sesongen 2008 enn i 2007, se fig 4.23A og 4.23B. Den totale transporten i 2008 var på ca. 1329 tonn uorganisk materiale og 53 tonn organisk materiale, se tabell 4.5b.

Tabell 4.5a. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport ved Marumbekken 2007

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
MAR	3	0.02	0.01	1.17	0.388	56.2	131	0.06	0.021	3.1	5.1
APR	30	0.12	0.00	1.59	0.053	13.4	66.0	0.35	0.012	3.0	7.8
MAI	31	0.19	0.01	8.13	0.262	43.1	216	1.26	0.041	6.7	24.3
JUN	30	0.30	0.01	12.0	0.400	40.3	139	2.02	0.067	6.8	17.6
JUL	31	1.86	0.06	167.1	5.764	89.9	151	27.1	0.935	14.6	25.1
AUG	31	0.20	0.01	6.29	0.203	31.7	69.4	1.40	0.045	7.1	13.3
SEP	30	0.13	0.00	1.59	0.053	12.3	29.0	0.35	0.012	2.7	5.0
OKT	31	0.18	0.01	2.94	0.101	16.4	68.7	0.60	0.021	3.3	7.9
NOV	30	0.63	0.02	53.4	1.781	85.2	59.2	12.1	0.403	19.3	21.2
DES	31	2.39	0.08	499.9	16.13	209.0	759	81.6	2.631	34.1	105.4
2007	240	6.01	0.02	754.2	2.753	125.4	759	126.8	0.463	21.1	105.4

Tabell 4.5b. Avløp, uorganisk og organisk suspensjonstransport ved Marumbekken 2008

Mnd	Ant døgn	Avløp		Uorganisk Suspensjonstransport				Organisk Suspensjonstransport			
		Total Mill m ³	Pr. døgn mill m ³	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l	Total Tonn	Pr. døgn Tonn	Konsentrasjon mg/l	Maks Kons mg/l
JAN	31	3.63	0.12	546.4	17.63	150.3	453	11.8	0.381	3.3	12.1
FEB	29	1.62	0.06	208.2	7.179	128.5	360	4.15	0.143	2.7	14.1
MAR	31	1.64	0.05	173.0	5.581	105.3	368	13.4	0.432	8.1	35.2
APR	30	1.47	0.05	103.1	3.436	70.3	187	5.32	0.177	3.6	10.5
MAI	31	0.16	0.01	1.07	0.034	6.59	26.3	0.35	0.011	2.2	5.4
JUN	30	0.28	0.01	8.62	0.287	30.9	203	1.47	0.049	5.3	31.3
JUL	31	0.04	0.00	0.17	0.006	3.98	8.1	0.07	0.002	1.7	2.9
AUG	31	1.03	0.03	23.6	4.821	145.1	353	3.12	0.101	3.0	6.6
SEP	30	0.57	0.02	149.5	0.269	14.2	26.9	1.61	0.054	2.8	5.6
OKT	31	1.41	0.05	8.06	1.242	27.3	84.8	3.45	0.111	2.5	10.5
NOV	30	1.39	0.05	38.5	1.805	39.0	106	2.34	0.078	1.7	8.8
DES	22	0.82	0.04	54.1	1.740	46.7	99.3	5.90	0.268	7.2	14.5
2008	357	14.07	0.04	1329	3.723	94.5	453	53.0	0.148	3.8	35.2

MARUMSBEKKEN 2007

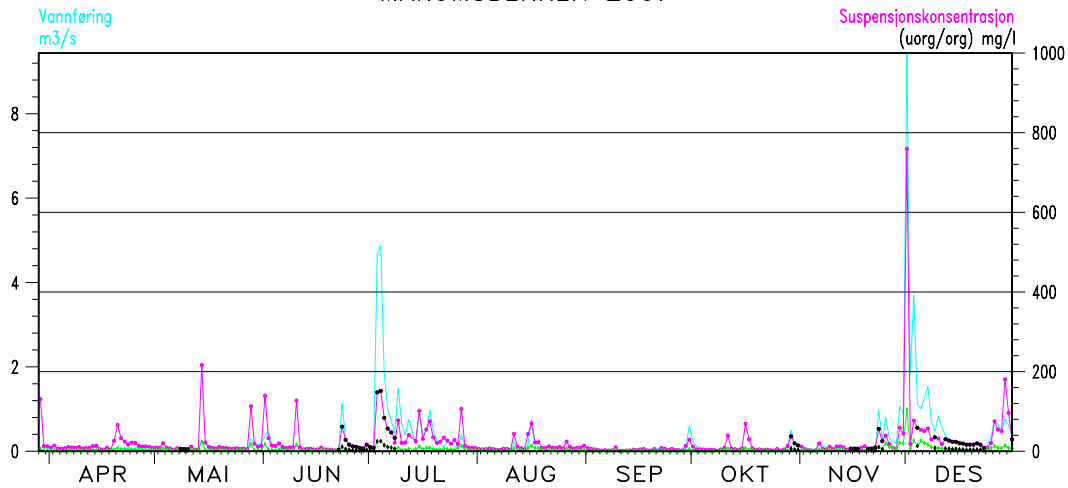
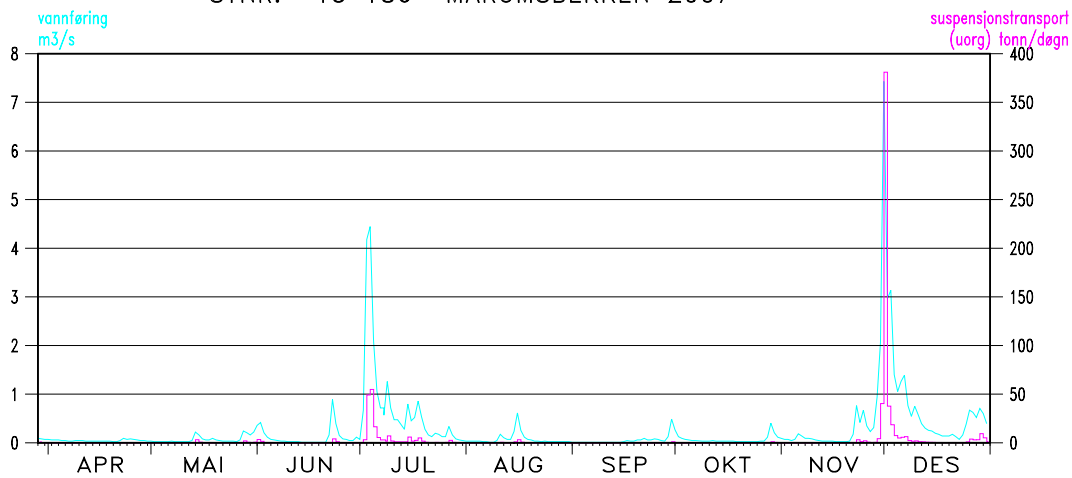


Fig 4.20. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Marumsbekken i 2007.

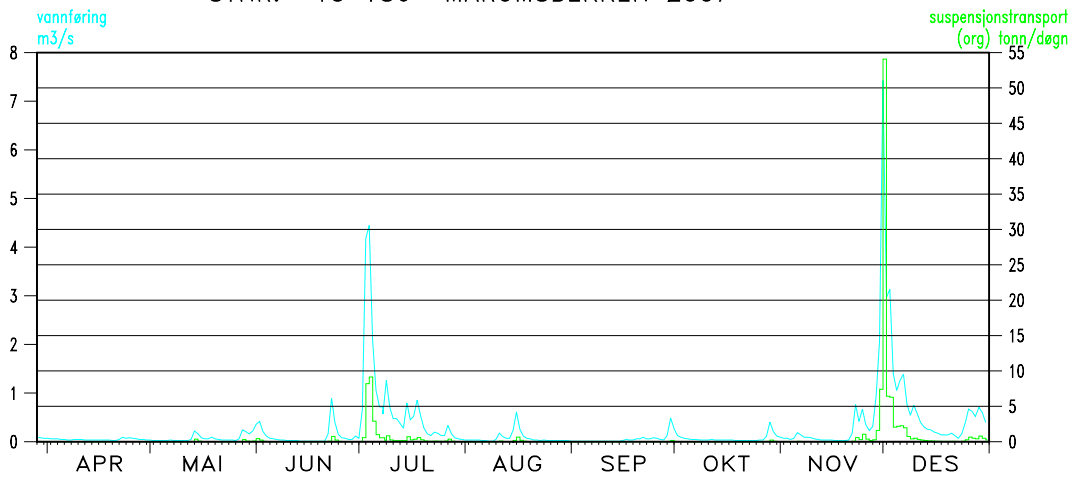
(Svarte markører er kompletterte verdier).

STNR. 15 186 MARUMSBEKKEN 2007



A

STNR. 15 186 MARUMSBEKKEN 2007



B

Fig 4.21A og 4.21B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Marumsbekken i 2007.

MARUMSBEKKEN 2008

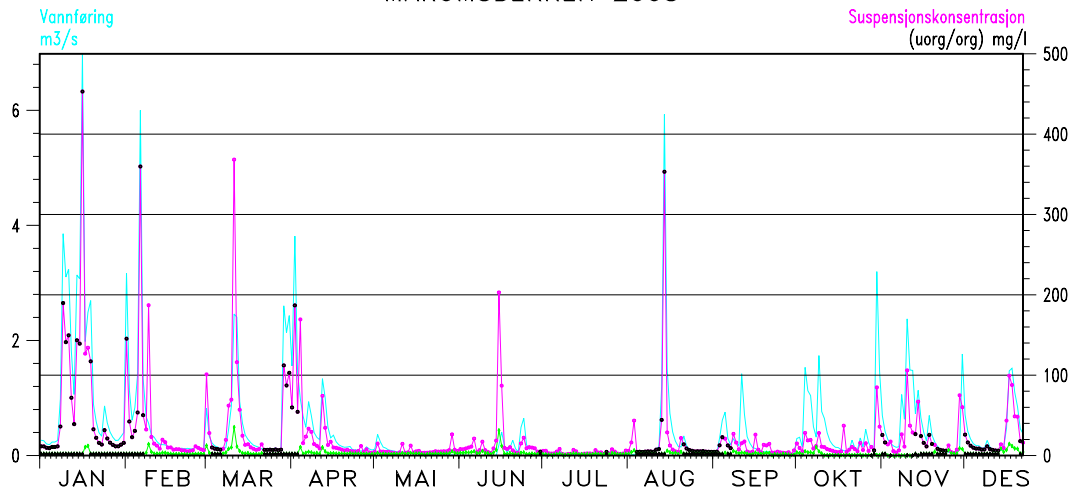
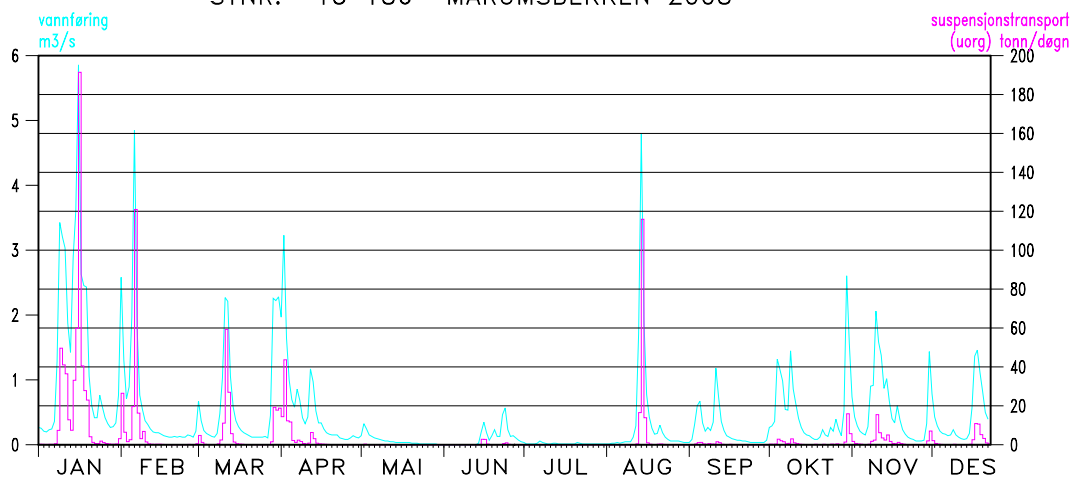


Fig 4.22. Konsentrasjon av uorganisk og organisk materiale og vannføring i Marumsbekken i 2008.

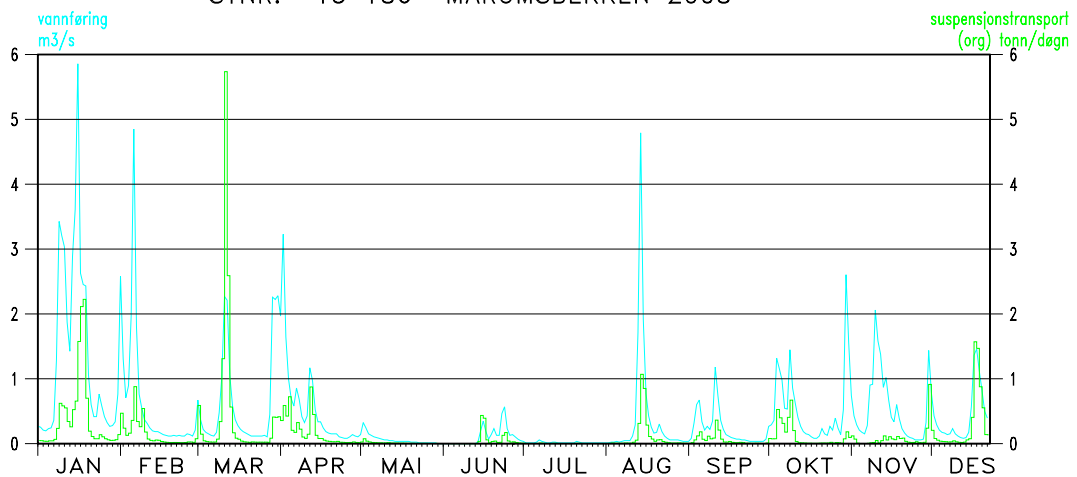
(Svarte markører er komplette verdier).

STNR. 15 186 MARUMSBEKKEN 2008



A

STNR. 15 186 MARUMSBEKKEN 2008



B

Fig 4.23A og 4.23B. Suspensjonstransport av uorganisk og organisk materiale og døgnmiddel vannføring i Marumsbekken i 2008.

5 Kornfordeling og mineral-analyser av suspensjons transporten

5.1 Mineralanalyser

For å få en bedre kjennskap til hvilke kilder (f.eks. jordbruk, skogbruk, steinbrudd eller naturlige kilder) som bidrar til partikkeltransporten i vassdragene er det tatt prøver som er analysert på mineralsammensetningen av suspensjonsmaterialet. Det ble tatt store vannprøver på inntil 40 liter pr. prøve for å få tilstrekkelig materiale til analysene. Prøvene er hentet fra fire forskjellige lokaliteter, målestasjonen i Tveidalsbekken, Moland (referanse), Istreelva og Marumsbekken (referanse).

Det ble funnet forekomster av følgende mineraler i prøvene:

- Smektitt (leirmineral)
- Illitt (leirmineral)
- Kloritt (mineral beslektet med leirmineraler)
- Kvarts (trolig fra løsmasser dannet under siste istid, forekommer i svært liten grad i larvikitt).
- Plagioklas (feltspat i lokalt berggrunnmateriale/larvikitt og løsmasser)
- Kalifeltspat (K-spat i berggrunnmateriale/larvikitt og løsmasser)
- Amfibol (i lokalt berggrunnsmateriale)

Resultatene viser forhøyede verdier av plagioklas i Tveidalen og Istreelva sammenlignet med Marumsbekken og Moland. Relativt høye verdier av plagioklas i Moland i forhold til Marumsbekken, kan ha sammenheng med tynt løsmassedekke utenom selve dalbunnen og relativt høyt bidrag fra berggrunnen (forvitring).

Løsmassedekket i Tveidalen er mektigere enn i Moland. Dette gjelder særlig forekomster av marin leire i de lavereliggende områdene i Tveidalen. Innsalg av illitt/smektitt (leirmineraler) i prøvematerialet fra Tveidalsbekken bekrefter dette. Illitt forekommer også i Marumsbekken og Istreelva. I Istreelva er det også innslag av smektitt. Dette er områder med mye marine avsetninger. Illitt forekommer i svært liten grad ved Moland.

Resultatene viser høye verdier av kvarts i Istreelva, Marumsbekken og Moland. Kvarts forekommer i svært liten grad i larvikitt som er den lokale berggrunnen i området. Det er derfor sannsynlig at kvarts stammer fra løsmassene i området. Stedvis tykke moreneavsetninger forekommer flere steder ved Moland, særlig i dalbunnen nær elveløpet. I Tjølling inneholder Raet løsmasser med mye kvarts i tillegg til evt bunnmorene som også kan være representert. Også marin leire inneholder kvarts.

Det er uvisst hvorvidt forskjellig prøvetakingstidspunkt, august/ september 2008 og januar 2009 kan ha hatt innvirkning på resultatene.

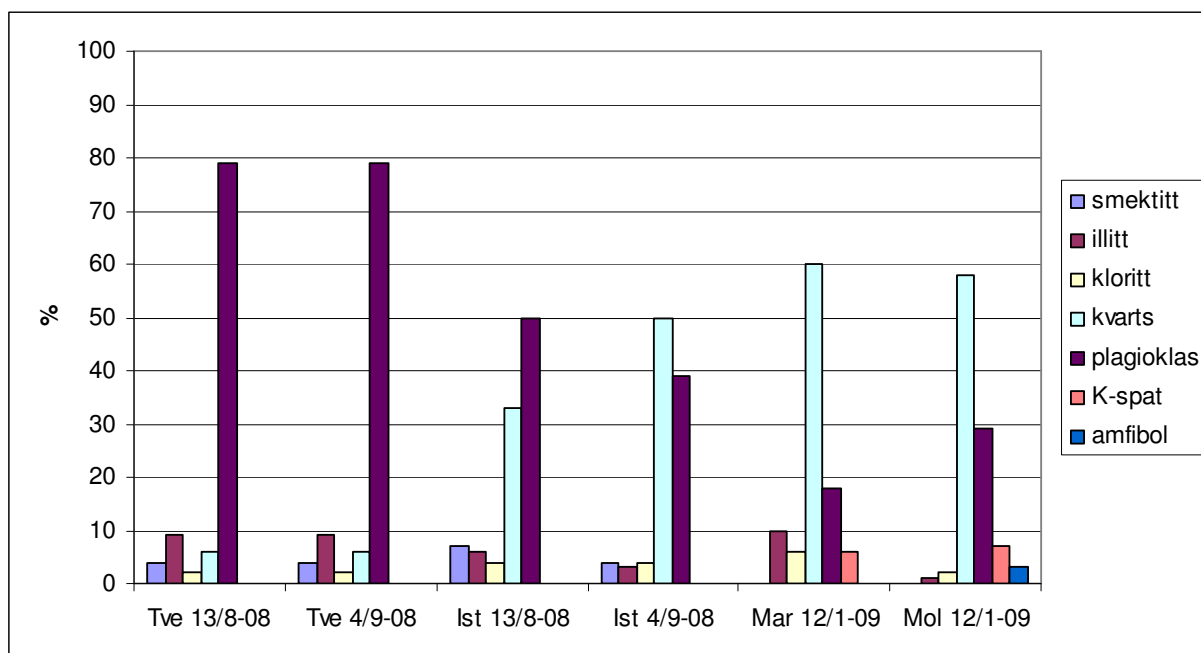


Fig. 5.1. Resultater fra mineralanalyse i Tveidalsbekken, Istreelva, Marumbekken og Moland 2008-2009.

Tabell 5.1. Resultater fra mineralanalyse i Tveidalsbekken, Istreelva, Marumbekken og Moland 2008-2009

%	Tveidalsbk 13/8-08	Tveidalsbk 4/9-08	Istreelva 13/8-08	Istreelva 4/9-08	Marumbk 12/1-09	Moland 12/1-09
Smektitt	4	4	7	4	-	-
Illitt	9	9	6	3	10	1
Kloritt	2	2	4	4	6	2
Kvarts	6	6	33	50	60	58
Plagioklas	79	79	50	39	18	29
Kaliofeltspat	-	-	-	-	6	7
Amfibol	-	-	-	-	-	3

5.2 Kornfordeling Tveidalsbekken 2007 og 2008

I 2007 varierte andelen partikler i leirfraksjonen¹ mellom 8,3% og 59,5 % i Tveidalsbekken. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-47,4 % og 36,9 %-84,3 %, se tabell 5.2a og fig 5.2. For denne perioden var det i middel 26,8 % leir, 63,8 % silt og 9,4 % sand.

Tabell 5.2a. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver i Tveidalsbekken i 2007.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
TVE01	11/1 1330		59.5	40.4	0.0
TVE02	16/2 1310		12.6	81.1	6.3
TVE03	19/4 1030	0.006	11.9	40.7	47.4
TVE04	10/5 1545	0.011	15.3	51.8	32.9
TVE05	31/5 1325	0.138	34.0	65.4	0.6
TVE06	21/6 1500	0.005	15.5	84.3	0.2
TVE07	13/7 1315	0.068	38.9	60.9	0.2
TVE08	3/8 1350	0.028	8.3	84.1	7.6
TVE09	24/8 0820	0.025	11.7	83.2	5.1
TVE10	14/9 1330	0.009	16.7	81.1	2.3
TVE11	8/10 1250	0.013	12.2	75.8	12.1
TVE12	31/10 1310	0.050	13.5	69.2	17.3
TVE13	23/11 1610	0.162	63.1	36.9	0.0
TVE14	12/12 1330	0.098	61.7	38.2	0.1
Middel			26.8	63.8	9.4

¹ Begrepet "leir" er her brukt om mineralkorn med effektiv diameter mindre enn 0,002 mm, mens "leire" er brukt om jordarten leire (løsmassen/avsetningen). En leire kan inneholde betydelige andeler av kornfraksjonene silt og sand.

I 2008 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 14,4 % og 72,7 %. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-28,7% og 16,7 %-81,5 %, se tabell 5.2b og fig 5.2. For denne perioden var det i middel 38,3 % leir. 54,9 % silt og 6,7 % sand.

Partikkelsammensetningen varierer svært mye i det datagrunnlaget som foreligger. Vannføringen ser ut til å ha liten innvirkning på variasjonen i Tveidalsbekken. Både det høyeste og laveste innholdet av leir er representert i prøver som er tatt under svært lav vannføring.

Tabell 5.2b. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver i Tveidalsbekken i 2008.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
TVE01	16/1 1350	1.362	25.0	57.7	17.3
TVE02	8/2 1250	0.189	27.5	70.0	2.5
TVE03	29/2 1545	0.026	72.7	27.3	0.0
TVE04	14/3 1255	0.155	47.4	52.6	0.0
TVE05	3/4 1250	0.360	26.5	69.3	4.2
TVE06	25/4 1340	0.023	58.9	41.1	0.1
TVE07	16/5 1130	0.013	83.2	16.7	0.1
TVE08	6/6 1245	0.001	18.9	55.9	25.3
TVE09	30/6 1215	0.011	17.6	77.8	4.6
TVE10	24/7 1115	0.011	14.4	57.0	28.7
TVE11	13/8 1300	1.053	32.5	65.9	1.6
TVE12	4/9 1245	1.022	30.7	60.2	9.2
TVE13	25/9 1120	0.011	63.8	36.2	0.0
TVE16	19/11 1620	0.048	17.7	81.5	0.8
Middel			38.3	54.9	6.7

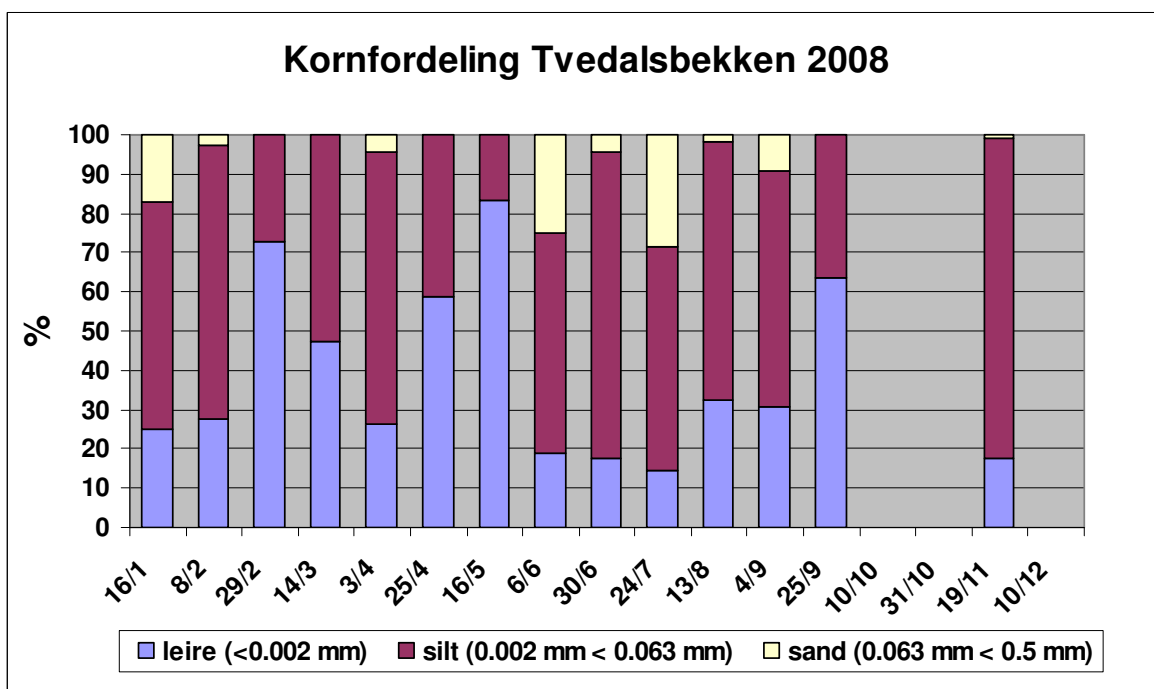
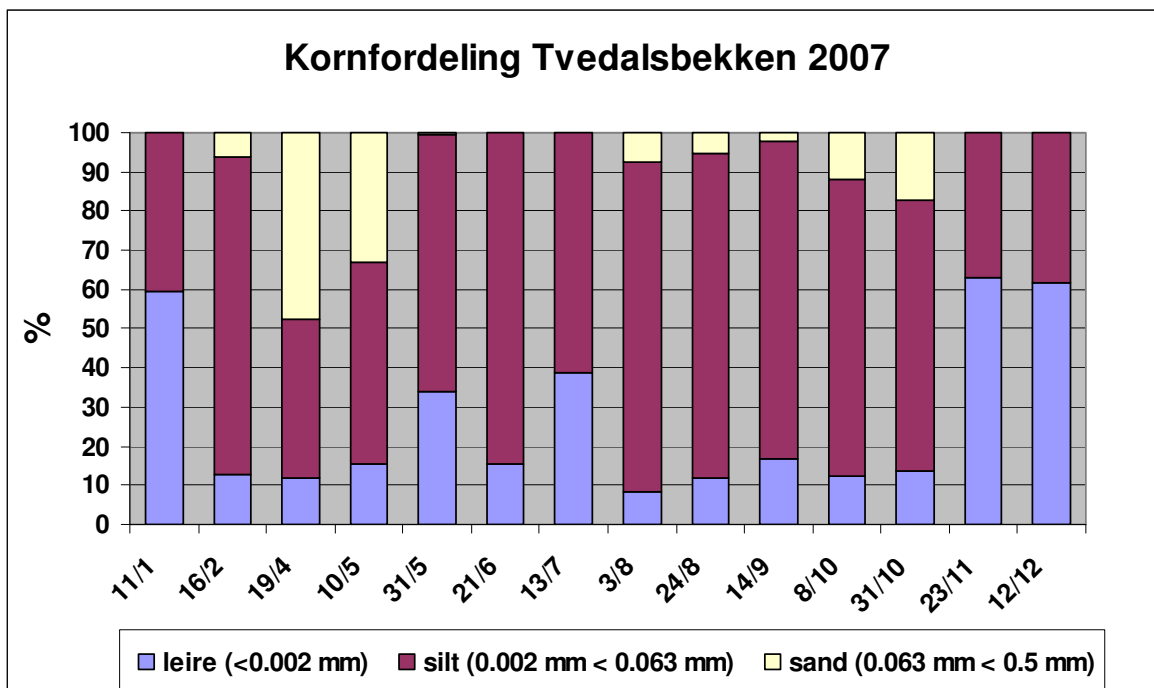


Fig. 5.2. Andel sand, silt og leir i suspensjonsmaterialet, Tvedalsbekken i perioden 2007 og 2008. Leir omfatter partikler mindre enn 0,002 mm (<0,002 mm), silt omfatter partikler mellom 0,002 mm og 0,063 mm (0,002 < 0,063 mm) og sand omfatter partikler større enn 0,063 mm (> 0,063 mm). Partikler med diameter > 0.5 mm siktes fra filtratet og defineres som partikler i transport langs bunnen (bunntransport).

5.3 Kornfordeling Malerød 2007 og 2008

I 2007 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 2,8 % og 24,6 % i Eikedalsbekken. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-40,3 % og 57,0–89,8 %, se tabell 5.3a, og fig. 5.3. For denne perioden var det i middel 8,8 % leir, 80,2 % silt og 11,1 % sand.

Tabell 5.3a. Leire, silt og sand i suspensjonsprøver i Malerød/ Eikedalsbekken i 2007.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
MAL01	11/1 1050	-	20.7	79.3	0.0
MAL02	16/2 1030	-	24.6	65.0	10.4
MAL03	19/4 1815	0.003	7.1	80.0	13.0
MAL04	10/5 1000	0.007	7.5	88.3	4.1
MAL05	31/5 0935	0.076	10.7	82.0	7.3
MAL06	21/6 1120	0.002	5.1	89.8	5.1
MAL07	13/7 1040	0.060	6.0	84.3	9.7
MAL08	3/8 1015	0.013	2.8	79.9	17.3
MAL09	24/8 1245	0.008	5.4	83.5	11.2
MAL10	14/9 1040	0.001	4.2	84.0	11.8
MAL11	8/10 1030	0.006	2.7	57.0	40.3
MAL12	31/10 1050	0.016	5.9	87.7	6.4
MAL13	23/11 1220	0.116	9.8	88.1	2.1
MAL14	12/12 1115	0.056	12.8	73.1	14.1
Middel			8.8	80.2	11.1

I 2008 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 6,2 % og 23,9 %. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0,3 %-48,8 % og 40,9 %-90,9 %, se tabell 5.3b og fig 5.3. For denne perioden var det i middel 12,2 % leir, 77,3 % silt og 10,5 % sand.

Vannføringen ser ut til å ha liten innvirkning på partikkelsammensetningen i suspensjonsmaterialet i Eikedalsbekken.

Tabell 5.3b. Leire, silt og sand i suspensjonsprøver i Malerød/ Eikedalsbekken i 2008.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
MAL01	16/1 1125	1.850	12.6	66.1	21.3
MAL02	8/2 1010	0.222	23.9	75.8	0.3
MAL03	29/2 1200	0.002	12.6	84.2	3.2
MAL04	14/3 1110	0.157	14.0	78.1	7.9
MAL05	3/4 1040	0.430	14.9	64.8	20.3
MAL06	25/4 1200	0.020	18.0	74.9	7.1
MAL07	16/5 0945	0.007	9.0	90.3	0.7
MAL08	6/6 1030	0.005	6.4	87.3	6.3
MAL09	30/6 0950	0.008	8.8	81.1	10.1
MAL10	24/7 0935	0.004	6.1	85.9	8.0
MAL11	13/8 1300	0.352	13.1	83.1	3.8
MAL12	4/9 1015	0.004	9.5	86.9	3.7
MAL13	25/9 0920	0.011	6.2	90.9	2.9
MAL14	10/10 1030	0.106	7.9	82.5	9.6
MAL15	31/10 0945	0.310	10.4	40.9	48.8
MAL16	19/11 1245	0.049	18.1	71.7	10.2
MAL17	10/12 1315	0.033	16.7	69.2	14.1
Middel			12.2	77.3	10.5

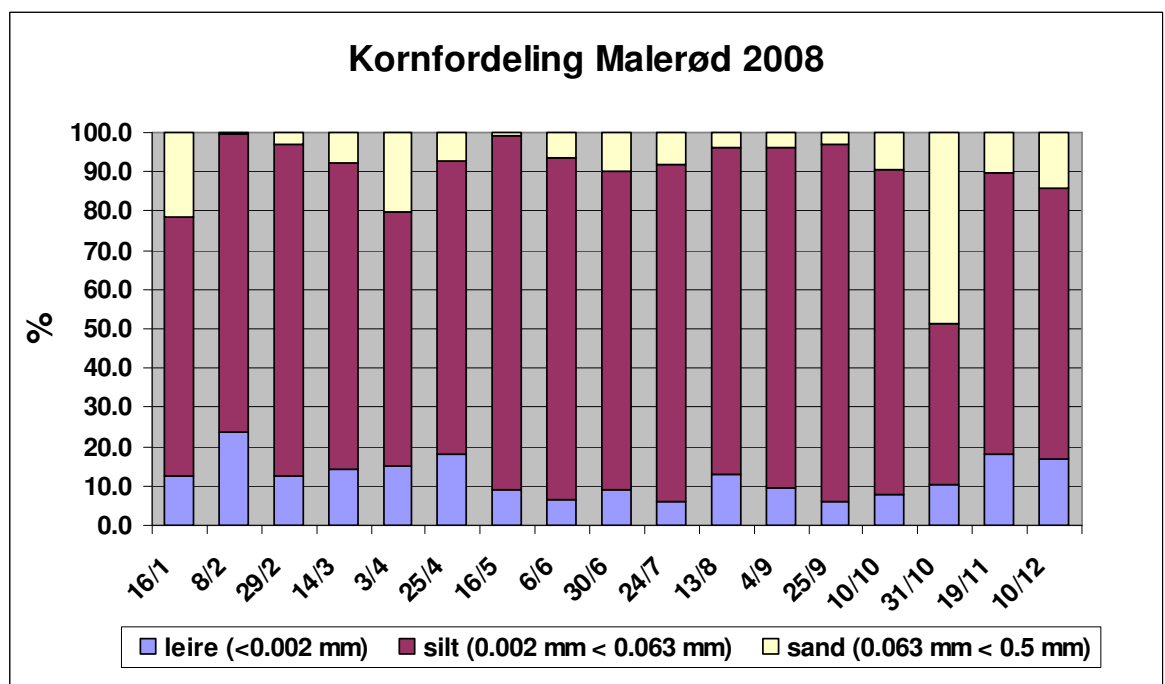
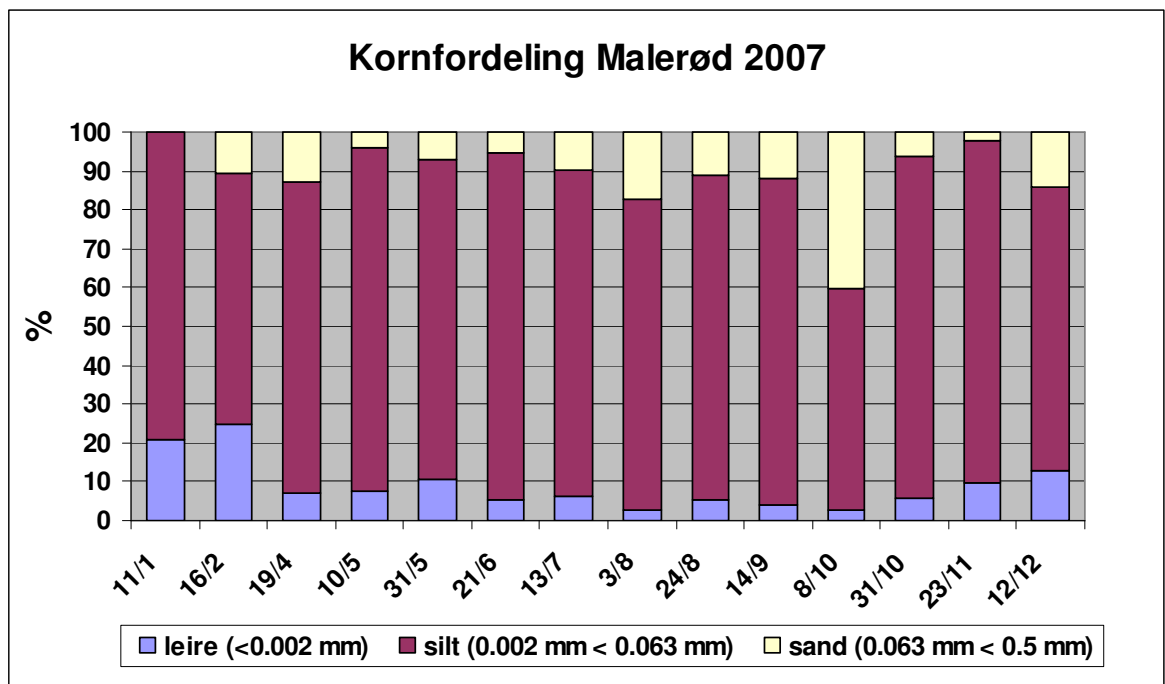


Fig. 5.3. Andel sand, silt og leir i suspensjonsmaterialet, Malerød i perioden 2007 og 2008. Leir omfatter partikler mindre enn 0,002 mm (<0,002 mm), silt omfatter partikler mellom 0,002 mm og 0,063 mm (0,002 < 0,063 mm) og sand omfatter partikler større enn 0,063 mm (> 0,063 mm). Partikler med diameter > 0.5 mm siktes fra filtratet og defineres som partikler i transport langs bunnen (bunntransport).

5.4 Kornfordeling Moland (referanse) 2007 og 2008

I 2007 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 2,5 % og 7,7 % ved Moland. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0,3 %-38,7 % og 56,5 %-94,8 %, se tabell 5.4a og fig. 5.4. For denne perioden var det i middel 4,5 % leir, 86,4 % silt og 9,2 % sand.

Tabell 5.4a. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver ved Moland i 2007. Vannføringer fra Malerød spesifikt korrigert.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
MOL01	11/1 1330	-			
MOL02	16/2 1110	-	7.7	78.0	14.3
MOL03	19/4 1740	0.016 (MAL)	2.9	81.1	16.0
MOL04	10/5 1145	0.015 (MAL)	5.3	90.0	4.8
MOL05	31/5 1055	0.153 (MAL)	4.8	56.5	38.7
MOL06	21/6 1230	0.003 (MAL)	2.4	88.3	9.3
MOL07	13/7 1130	0.130 (MAL)	5.4	90.8	3.8
MOL08	3/8 1140	0.045 (MAL)	2.5	94.8	2.7
MOL09	24/8 1120	0.039 (MAL)	2.3	87.4	10.3
MOL10	14/9 1130	0.018 (MAL)	2.0	91.0	7.1
MOL11	8/10 1130	0.034 (MAL)	3.7	93.1	3.2
MOL12	31/10 1150	0.052 (MAL)	5.8	91.8	2.4
MOL13	23/11 1430	0.219 (MAL)	7.6	92.2	0.3
MOL14	12/12 1210	0.112 (MAL)	5.9	87.7	6.4
Middel			4.5	86.4	9.2

I 2008 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 3,5 % og 13,7 %. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 1,3 %-31,3 % og 62,0 %-94,2 %, se tabell 5.4b og fig 5.4. For denne perioden var det i middel 7,1 % leire, 80,6 % silt og 12,4 % sand.

Vannføringen ser ut til å ha liten innvirkning på partikkelsammensetningen i suspensjonsmaterialet i Istreelva. En svak økning av sandandelen og tilsvarende reduksjon i silt, kan imidlertid spores ved økende vannføring, men er høyst usikkert. For leir er det en usystematisk sammenheng med vannføringen.

Tabell 5.4b. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver ved Moland i 2008. Vannføringer fra Malerød spesifikt korrigert.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%leire	%silt	%sand
MOL01	16/1 1230	2.840 (MAL)	6.7	62.0	31.3
MOL02	8/2 1140	0.344 (MAL)	9.0	74.1	16.9
MOL03	29/2 1445	0.034 (MAL)	9.3	82.2	8.5
MOL04	14/3 1150	0.252 (MAL)	3.5	84.3	12.2
MOL05	3/4 1130	0.652 (MAL)	5.9	71.4	22.7
MOL06	25/4 1235	0.031 (MAL)	7.0	75.5	17.5
MOL07	16/5 1035	0.011 (MAL)	4.1	87.1	8.8
MOL08	30/6 1050	0.013 (MAL)	6.1	92.6	1.3
MOL09	24/7 1015	0.006 (MAL)	6.8	90.4	2.8
MOL10	13/8 1215	0.560 (MAL)	10.7	70.3	19.0
MOL11	4/9 1050	0.136 (MAL)	13.7	78.2	8.1
MOL12	25/9 1005	0.018 (MAL)	4.4	94.2	1.5
MOL14	31/10 1045	0.495 (MAL)	5.4	85.3	9.4
MOL16	10/12 1430	0.054 (MAL)	6.5	80.4	13.2
Middel			7.1	80.6	12.4

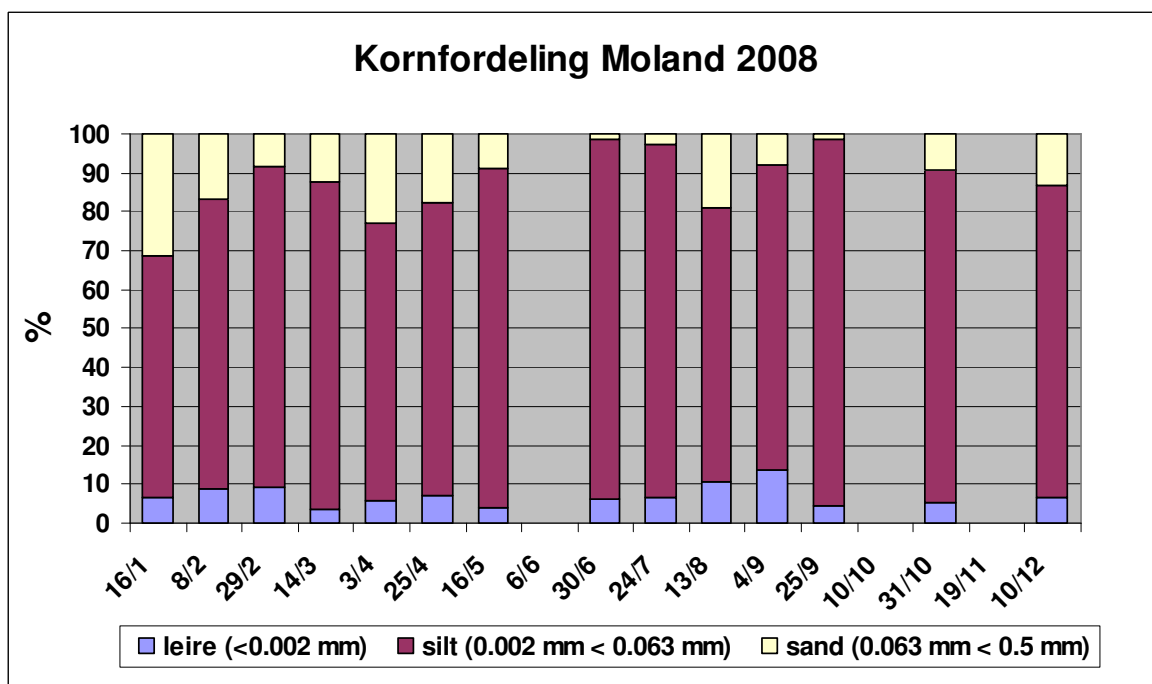
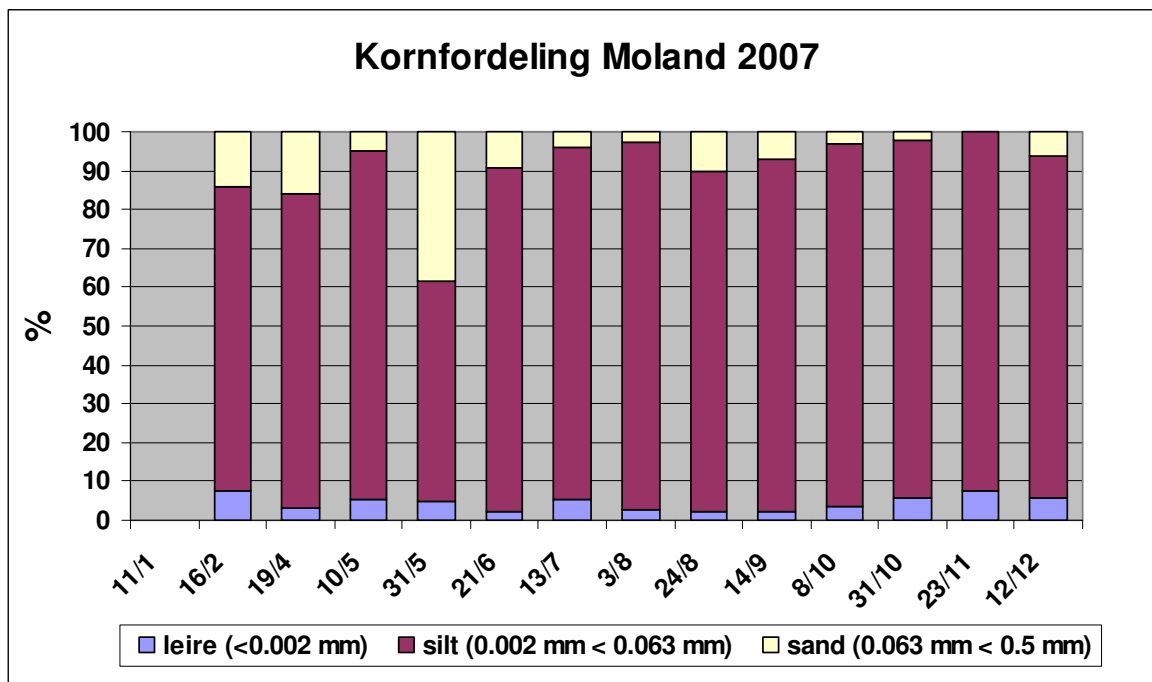


Fig. 5.4. Andel sand, silt og leir i suspensjonsmaterialet, Moland i perioden 2007 og 2008. Leir omfatter partikler mindre enn 0,002 mm (<0,002 mm), silt omfatter partikler mellom 0,002 mm og 0,063 mm (0,002 < 0,063 mm) og sand omfatter partikler større enn 0,063 mm (> 0,063 mm). Partikler med diameter > 0.5 mm siktes fra filtratet og defineres som partikler i transport langs bunnen (bunntransport).

5.5 Kornfordeling Istreelva 2007 og 2008

I 2007 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 7,5 % og 45,3 % i Istreelva. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-22,6 % og 51,3 %-81,5 %, se tabell 5.5a og fig 5.5. For denne perioden var det i middel 22,9 % leir, 71,8 % silt og 5,3 % sand.

Tabell 5.5a. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver i Istreelva i 2007.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
IST01	11/1 1330	-	32.0	68.0	0.0
IST02	16/2 1310	-	45.3	54.7	0.0
IST03	19/4 1030	0.053	21.2	78.1	0.7
IST04	10/5 1545	0.035	7.5	80.7	11.8
IST05	31/5 1325	0.341	40.0	60.0	0.0
IST06	21/6 1500	0.013	20.5	78.2	1.3
IST07	13/7 1315	0.542	17.0	78.4	4.6
IST08	3/8 1350	0.054	14.6	76.7	8.7
IST09	24/8 0820	0.054	13.3	80.3	6.5
IST10	14/9 1330	0.034	31.0	68.3	0.8
IST11	8/10 1410	0.059	11.6	81.5	6.9
IST12	31/10 1440	0.179	20.2	70.8	9.1
IST13	23/11 1725	1.247	26.2	51.3	22.6
IST14	12/12 1445	0.625 (TVE)	20.2	78.8	1.0
Middel			22.9	71.8	5.3

I 2008 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 18,0 % og 67,1 %. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-9,7 % og 32,9 %-80,8 %, se tabell 5.5b og fig 5.5. For denne perioden var det i middel 34,2 % leir, 64,0 % silt og 1,8 % sand.

Vannføringen ser ut til å ha liten innvirkning på partikkelsammensetningen i suspensjonsmaterialet i Istreelva. En svak økning av leirandelen og tilsvarende reduksjon i silt kan imidlertid spores ved økende vannføring, men er høyst usikkert. For sand er det en usystematisk sammenheng med vannføringen.

Tabell 5.5b. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver i Istreelva i 2008.

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
IST01	16/1 1450	7.200 (TVE)	43.5	56.5	0.0
IST02	8/2 1435	1.147 (TVE)	42.9	57.1	0.1
IST03	29/2 1715	0.174 (TVE)	41.7	58.3	0.1
IST04	14/3 1415	0.894 (TVE)	44.9	55.1	0.0
IST05	3/4 1430	2.587 (TVE)	46.0	54.0	0.0
IST06	25/4 1450	0.150 (TVE)	18.0	80.8	1.2
IST07	16/5 1305	0.055 (TVE)	19.0	73.3	7.7
IST08	6/6 1430	0.007 (TVE)	19.5	78.2	2.3
IST09	30/6 1345	0.087 (TVE)	22.9	70.4	6.7
IST10	24/7 1245	0.018	18.8	71.5	9.7
IST11	13/8 1400	2.255	38.3	61.5	0.2
IST12	25/9 1200	0.067	20.4	78.1	1.5
IST13	10/10 1345	1.293	46.2	53.8	0.0
IST14	31/10 1415	2.238	67.1	32.9	0.0
IST15	19/11 1540	0.581	36.5	63.5	0.0
IST16	10/12 1700	0.230	21.3	78.7	0.0
Middel			34.2	64.0	1.8

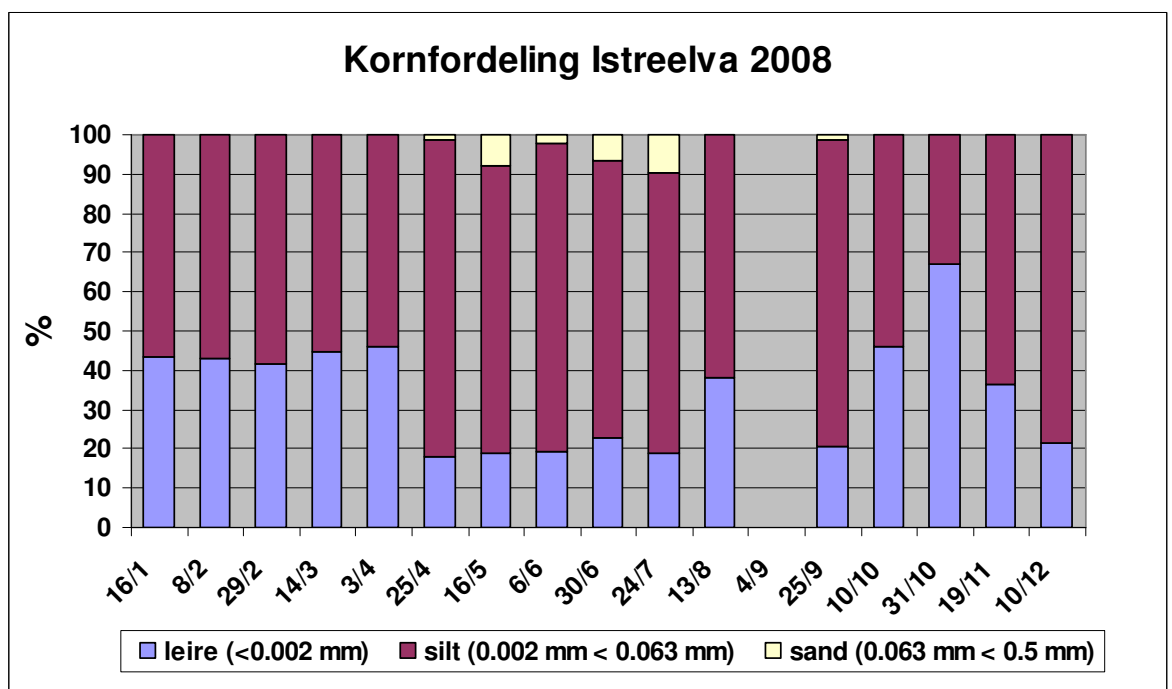
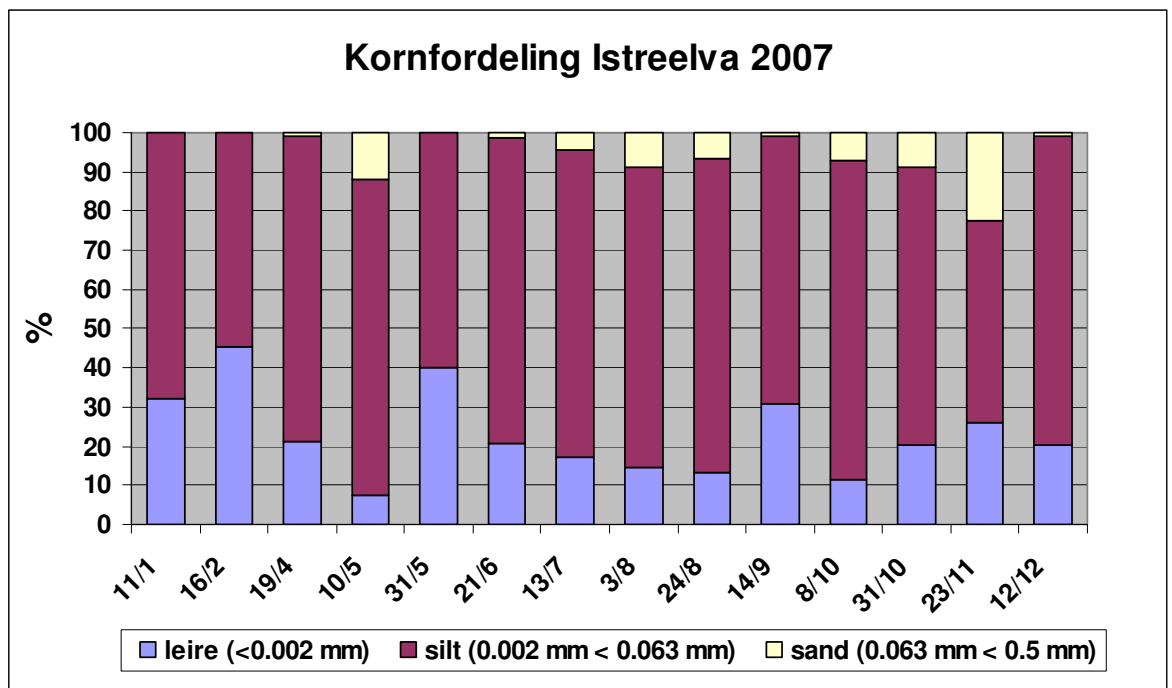


Fig. 5.5 Andel sand, silt og leir i suspensjonsmaterialet, Istreelva i perioden 2007 og 2008. Leir omfatter partikler mindre enn 0,002 mm (<0,002 mm), silt omfatter partikler mellom 0,002 mm og 0,063 mm (0,002 < 0,063 mm) og sand omfatter partikler større enn 0,063 mm (> 0,063 mm). Partikler med diameter > 0.5 mm siktes fra filtratet og defineres som partikler i transport langs bunnen (bunntransport).

5.6 Kornfordeling Marumsbekken (referanse) 2007 og 2008

I 2007 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 14,0 % og 70,0 % i Marumsbekken. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-12,1 % og 30,0 %-83,7 %, se tabell 5.6a og fig. 5.6. For denne perioden var det i middel 28,9 % leir, 66,9 % silt og 4,2 % sand.

Tabell 5.6. *Leir, silt og sand i suspensjonsprøver i Marumsbekken i 2007. Vannføringer fra Istreelva spesifikt korrigert*

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
MAR01	11/1 1330	-	29.4	70.5	0.0
MAR02	16/2 1310	-	14.0	83.7	2.3
MAR03	19/4 1030	0.031 (IST)	70.0	30.0	0.0
MAR04	10/5 1545	0.020 (IST)	14.8	74.6	10.6
MAR05	31/5 1325	0.198 (IST)	43.1	54.1	2.8
MAR06	21/6 1500	0.007 (IST)	14.0	73.9	12.1
MAR07	13/7 1315	0.314 (IST)	38.8	49.4	11.8
MAR08	3/8 1350	0.032 (IST)	16.2	80.9	2.9
MAR09	24/8 0820	0.032 (IST)	46.1	52.8	1.2
MAR10	14/9 1410	0.022 (IST)	15.4	78.8	5.8
MAR11	8/10 1455	0.034 (IST)	14.0	79.4	6.6
MAR12	31/10 1500	0.104 (IST)	20.0	79.0	1.0
MAR13	23/11 1850	0.666 (IST)	29.3	69.8	0.9
MAR14	12/12 1515	0.367 (TVE)	39.7	60.0	0.3
Middel			28.9	66.9	4.2

I 2008 varierte andelen partikler i leirfraksjonen mellom 7,1 % og 54,9 %. Sand og silt i samme periode varierer mellom henholdsvis 0 %-37,6% og 45,1 %-80,7 %, se tabell 5.6b og fig 5.6. For denne perioden var det i middel 30,7 % leir, 63,5 % silt og 5,9 % sand.

Vannføringen ser ut til å ha liten innvirkning på partikkelsammensetningen i suspensjonsmaterialet i Marumbekken. En svak økning av leirandelen og tilsvarende reduksjon i silt kan imidlertid spores ved økende vannføring, men er høyst usikkert. For sand er det en usystematisk sammenheng med vannføringen.

Tabell 5.6. Leir, silt og sand i suspensjonsprøver i Marumbekken i 2008. Vannføringer fra Istreelva spesifikt korrigert

ID	Dato kl	Vannføring m ³ /s	%-leir	%-silt	%-sand
MAR01	16/1 1600	3.855 (TVE)	31.8	63.8	4.4
MAR02	8/2 1500	0.670 (TVE)	48.1	51.9	0.0
MAR03	29/2 1815	0.106 (TVE)	30.0	69.7	0.3
MAR04	14/3 1450	0.519 (TVE)	54.9	45.1	0.0
MAR05	3/4 1515	1.491 (TVE)	42.1	57.8	0.1
MAR06	25/4 1520	0.087 (TVE)	26.2	73.8	0.0
MAR07	16/5 1345	0.032 (TVE)	24.6	75.4	0.0
MAR09	30/6 1430	0.041 (TVE)	21.2	70.8	8.0
MAR10	24/7 1340	0.010 (IST)	10.6	62.0	27.4
MAR11	13/8 1500	1.290 (IST)	38.6	59.4	2.1
MAR12	4/9 1505	2.462 (IST)	39.0	58.8	2.2
MAR13	25/9 1400	0.035 (IST)	13.4	80.7	5.9
MAR14	10/10 1425	0.738 (IST)	29.4	70.6	0.0
MAR15	31/10 1525	1.206 (IST)	43.0	57.0	0.0
MAR17	10/12 1700	0.134 (IST)	7.1	55.4	37.6
Middel			30.7	63.5	5.9

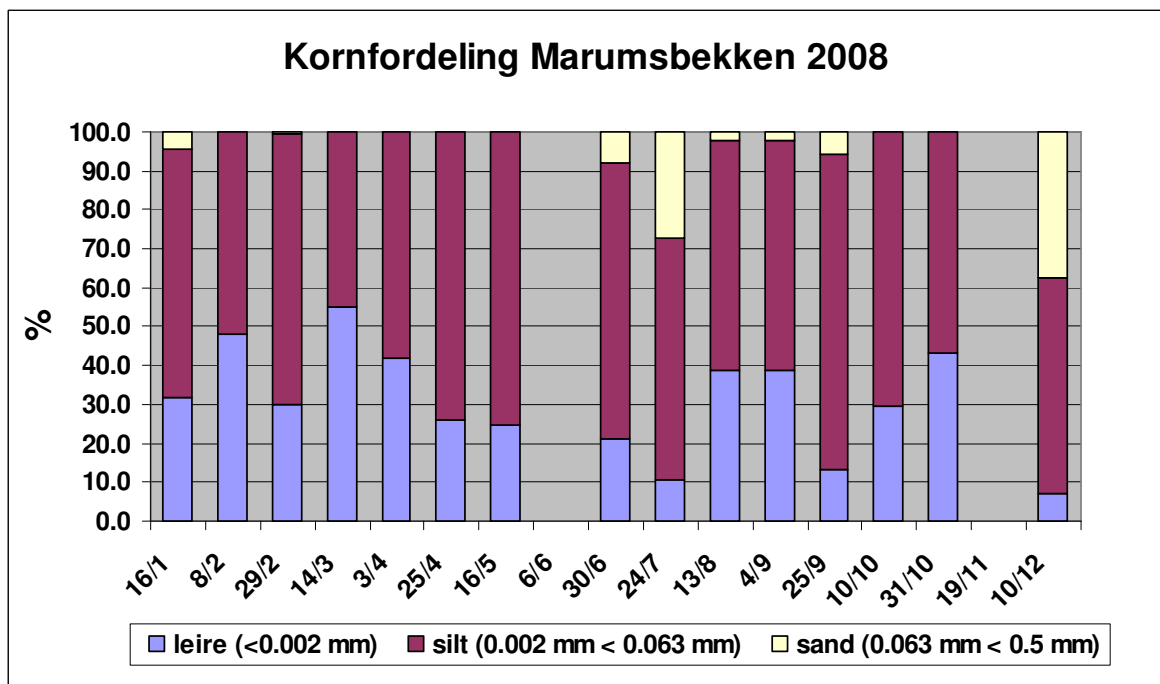
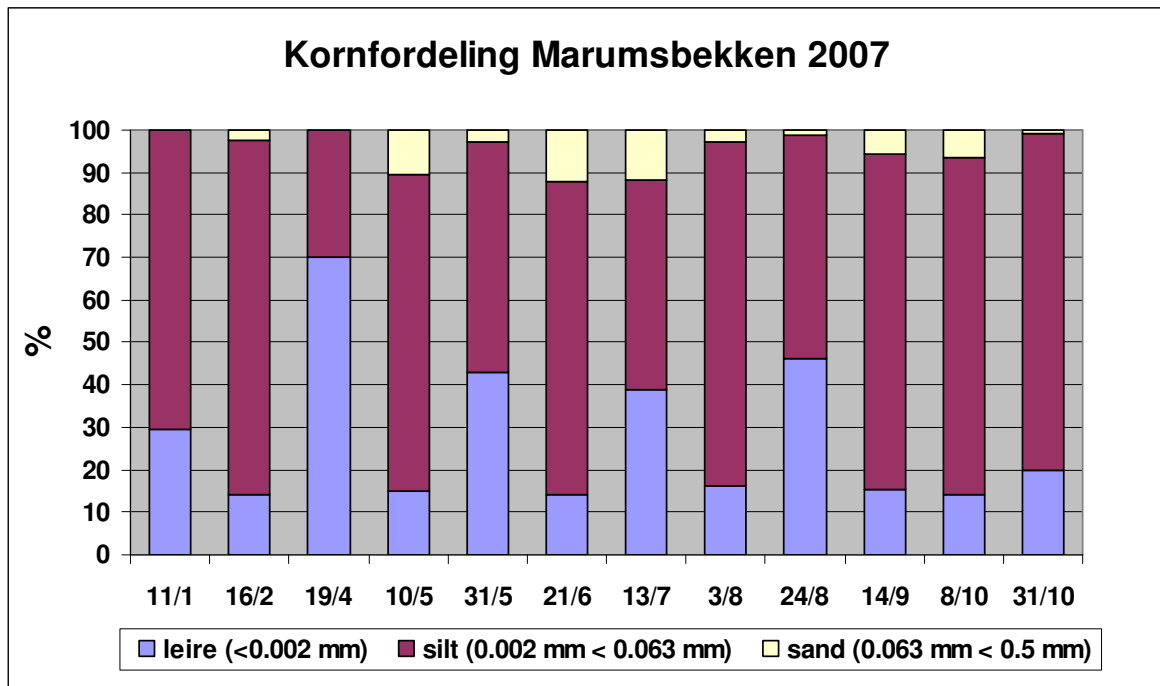


Fig. 5.6 Andel sand, silt og leir i suspensjonsmaterialet, Marumsbekken i perioden 2007 og 2008. Leir omfatter partikler mindre enn 0,002 mm (<0,002 mm), silt omfatter partikler mellom 0,002 mm og 0,063 mm (0,002 < 0,063 mm) og sand omfatter partikler større enn 0,063 mm (> 0,063 mm). Partikler med diameter > 0.5 mm siktes fra filtratet og defineres som partikler i transport langs bunnen (bunntransport).

6 Diskusjon og konklusjon

6.1 Diskusjon Tjølling

Spesifikk transport for Istreelva og Marumsbekken (referanse) fra måned til måned, og for hele måleperioden (2007-2008), er vist i henholdsvis fig. 6.1b, fig 6.2b og fig. 6.3. Resultatene viser at begge disse målestasjonene har verdier innenfor samme størrelsesorden, Spesifikk uorganisk suspensjonstransport i perioden 2007 til 2008 ble målt til mellom 55 og 70 tonn/km², hvor referansemålingene i Marumsbekken var noe høyere enn i Istreelva. Andelen organisk materiale utgjør 12% til 14% av totaltransporten i henholdsvis Istreelva og Marumsbekken i 2007. Noe lavere i 2008, 9% og 4%, se fig. 6.4ab.

Suspensjonskonsentrasjonene ved disse målestasjonene er også i samme størrelsesorden. Maksimumskonsentrasjonene under flomforhold i desember 2007 var på 640 mg/l og 760 mg/l uorganisk materiale i henholdsvis Istreelva og Marumsbekken.

Minimumskonsentrasjonene ligger langt under 10 mg/l begge steder. I 2008 er det i perioder observert et mer uryddig bilde i Istreelva. I perioder med lav vannføring har minimumskonsentrasjonen en stigende trend fra juni og utover sommeren sammenlignet med perioden april til mai. Konsentrasjonene hadde også i perioder et mer pulserende forløp enn det som ble observert i Marumsbekken og i forhold til observasjoner i 2007, ref fig 4.15, fig 4.17, fig 4.20, fig 4.22. Dette er pulser som følges av til dels store utslag i turbiditet, og som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Pulsene er ofte av kort varighet og turbiditeten går raskt tilbake til et lavt nivå. Tidvis er det tatt vannprøver i forbindelse med en slik turbiditetspuls, noe som bekrefter at endringene er reelle, se fig 6.10. Forekomster av driv og diverse rusk og rask i elva kan også gi kortvarige pulser i turbiditeten. Målte maksimumskonsentrasjoner i forbindelse med høye vannføringer var i samme størrelsesorden ved begge målestasjonene i 2008, ca. 370 mg/l i Istreelva og 360 mg/l i Marumsbekken.

Turbiditetsmålingene i Istreelva viser jevnt over sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten. De laveste målte minimumsverdiene ligger på ned mot 5 NTU, men er vanligvis noe høyere i perioder med liten aktivitet, mellom 10 NTU og 20 NTU. Endringer i vannføringen gir vanligvis raske og store utslag i turbiditeten, fra minimumsnivåene og opp mot 1000 NTU som et maksimum (se fig 7.3). I perioder med mye nedbør eller stor avrenning i forbindelse med snøsmelting, viser registreringene at turbiditeten ofte er vedvarende høy, eller varierer på et høyt nivå.

I Istreelva og Marumsbekken var det henholdsvis 22,9 % og 28,9 % leir i 2007 og 34,2 % og 30,7 % i 2008. Se fordeling av de andre fraksjonene i fig. 6.6. En viss andel av det fineste materialet vil kunne passere gjennom filtrene. Dette forekommer først og fremst ved lave konsentrasjoner. Ved høyere konsentrasjon i vannprøven vil det være en effekt av klogging eller tetting av vevet i filtrene, slik at mindre materiale vil kunne passere.

6.2 Diskusjon Brunlanes

I Malerød/ Eikedalsbekken og Moland (referanse) utgjør den organiske andelen henholdsvis 23 % og 39 % i 2007 og 12 % og 36 % i 2008, se fig. 6.4ab. Spesifikk

transport i Malerød/ Eikedalsbekken er imidlertid høyere enn ved Moland, henholdsvis ca 20 tonn/km² og 5 tonn/km², se fig. 6.1a, fig 6.2a og fig. 6.3.

Maksimumskonsentrasjonene ligger også noe høyere i Malerød/ Eikedalsbekken enn ved Moland, med unntak for noen enkeltepisoder hvor konsentrasjonen var høyere ved Moland. I Malerød/ Eikedalsbekken er det målt maksimumskonsentrasjoner på ca. 250 mg/l under flomforhold i desember 2007. Ved Moland er det ikke målt konsentrasjoner høyere enn 35 mg/l. Minimumskonsentrasjonene er lave ved begge stasjoner, men ligger noe lavere ved Moland enn i Malerød/ Eikedalsbekken. Høyeste konsentrasjon ved Moland i 2008 forekommer i en situasjon med relativt lav vannføring, 240 mg/l. Høyeste konsentrasjon i Malerød/ Eikedalsbekken i 2008 ble målt under forhold med høy vannføring, ca. 60 mg/l. Turbiditetsmålingene viser sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten. Minimumsverdiene ligger på ca. 4-5 NTU. Endringer i vannføringen gir vanligvis raske og store utslag i turbiditeten, fra minimumsnivåene og opp mot 400 NTU som et maksimum (se fig 7.2). I Malerød/ Eikedalsbekken er det også registrert pulser med til dels store utslag i turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i vannføringen. Pulsene er ofte av kort varighet før turbiditeten igjen er tilbake på et minimum. Det kan forekomme feilregistreringer som følge av rusk og rask eller at bevegelse i bunnsedimentene innvirker på instrumentet. Det å skille mellom reelle pulser og støy kan i perioder være umulig. Turbiditetssensorene registrerer den totale turbiditeten og skiller ikke mellom organisk og minerogent materiale. Dette er viktig å være oppmerksom på i forbindelse med tolkning av turbiditetsdata.

I Tveidalsbekken ble det målt konsentrasjoner opp mot 700 mg/l som et maksimum i 2007. Maksimumskonsentrasjonene i forbindelse med høye vannføringer gjennom sesongen ligger mellom 200 mg/l og 700 mg/l. Minimumskonsentrasjonene er lave også her, fra ca. 2 mg/l til ca. 10 mg/l. I 2008 ble det målt konsentrasjoner opp mot 1000 mg/l under forhold med høy vannføring. Turbiditetsmålingene viser jevnt over sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten. De laveste målte minimumsverdiene ligger på ned mot 5 NTU, men er vanligvis noe høyere i perioder med liten aktivitet, mellom 10 NTU og 20 NTU. Endringer i vannføringen gir vanligvis raske og store utslag i turbiditeten, fra minimumsnivåene og opp mot 1000 NTU som et maksimum (se fig 7.1). I perioder med mye nedbør eller stor avrenning i forbindelse med snøsmelting, viser registreringene at turbiditeten ofte er vedvarende høy, eller varierer på et høyt nivå.

Spesifikk transport av uorganisk materiale er høyere enn det som er målt ved de andre målestasjonene, ca 90 tonn/km², se fig. 6.1a, fig 6.2a og fig. 6.3. I Tveidalsbekken utgjør den organiske andelen omkring 5%, som er betydelig lavere enn ved de andre målestasjonene i området, se fig. 6.4ab.

Kornfordelingsanalyser av suspensjonsmaterialet viser at Moland og Eikedalsbekken har de laveste andelene med finfordelt materiale. I resultatene for 2007 ble det funnet en andel i leirfraksjonen på henholdsvis 4,5 % og 8,8 %. I 2008 viste resultatene 7,1 % og 12,2 % som et middel, se fig 6.6. De høyeste andelene med finfraksjoner ble funnet i Tveidalsbekken, i middel ca. 27 % leir i 2007 og 38,3 % i 2008. Variasjonene er imidlertid store i løpet av måleperioden. I enkeltprøver varierer leirinholdet fra 8,3 % som et minimum, og opp i over 80 % som et maksimum.

Resultatene fra Tveidalselva viser sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten/ konsentrasjonen, se fig 6.7 og fig 6.11. Tidvis forekommer det pulser med til dels store utslag i turbiditet, som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Slike signifikante endringer i turbiditet og konsentrasjon, ofte som påfølgende pulser, ble registret ved flere tilfeller i løpet av måleperioden, men er mest synlig i 2008. Pulsene kan være av så vidt kort varighet at opp til flere kan passere i løpet av et døgn. Dvs. at turbiditeten kan stige fra et minimum til et maksimumsnivå og tilbake flere ganger mellom hvert prøvetakingstidspunkt for suspensjonskonsentrasjon, se fig 6.8. Tidvis er det tatt vannprøver for konsentrasjonsanalyser i forbindelse med en slik turbiditetspuls, noe som bekrefter at endringene er reelle, se fig 6.9. I mai 2008 ble det også tatt en kornfordelingsprøve i en slik periode som viste en andel på over 80% i leirfraksjonen. Dette er den høyeste andelen finfordelt materiale som er målt i Tveidalsbekken. Forekomster av driv og diverse rusk og rask i elva kan også gi kortvarige pulser i turbiditeten. Høye konsentrasjoner/ turbiditet ved lav vannføring vises gjerne med en tydelig farge på elvevannet, men det er allikevel ikke de største mengdene sedimenter som er i transport under slike forhold. Over 80% av den totale transporten i Tveidalsbekken i 2007 ble målt i forbindelse med fire flomepisoder. I 2008 var totaltransporten fordelt over flere episoder.

6.3 Konklusjon

Istreelva (steinbruddpåvirket) og Marumsbekken (referanse uten steinbrudd i nedbørfeltet) i Tjølling, kjennetegnes ved at de ligger i et område med relativt like fysiografiske egenskaper. Isterelva og Marumsbekken har (til tross for ulik bruksaktivitet i nedbørfeltet) relativt like stor spesifikk suspensjonstransport, se fig 6.1b, fig 6.2b og fig. 6.3. Sediment konsentrasjoner er av samme størrelsesorden og samvarierer ved begge stasjonene. Maksimumsverdiene under flom er også forholdsvis like. Når materialet spyles ut fra mange forskjellige områder, betyr dette at bidrag fra steinbruddene ikke er dominerende. Steinbruddandelen i Istreelva utgjør heller ikke mer enn 3% av arealet. Det er heller ikke store forskjeller i fordelingen mellom organisk og uorganisk materiale, se fig 6.4ab. Kornfordelingen av suspensjonsmaterialet er også svært like i de to elvene, se fig 6.6. Innslag av en viss pulsering i turbiditet/ konsentrasjon er imidlertid registret i Istreelva, spesielt i 2008. Målestasjonens nærhet til Haslebekken med avløpsvann fra Klåstadbruddet kan ha betydning for disse registreringene, fordi tilførselsbekken derfra tidvis er synlig blakket. Tidligere registreringer av turbiditet i Haslebekken viser også tidvis forhøyede verdier, (Østgård 2000). Dette er forhold som ikke er registrert i konsentrasjonsmålingene i Marumsbekken.

Undersøkelsesfeltene i Brunlanes er også innbyrdes relativt like når det gjelder fysiografiske egenskaper. Innslag av marine sedimenter i de lavest liggende deler av Tveidalen er imidlertid en viktig forskjell i forhold til Moland (referanse) og Malerød.

Det kan konkluderes med at det er forholdsvis god samvariasjon i konsentrasjonsforløpet i Tveidalen, Malerød (steinbruddspåvirkede) og Moland (referanse) i Brunlanes er forholdsvis like. Maksimumsverdiene i den sterkt påvirkede Tveidalsbekken er imidlertid mye høyere enn ved Malerød. Maksimumsverdiene i referansefeltet Moland er lavere enn i feltene med steinindustri. De høye maksimumskonsentrasjonene i Tveidalsbekken reflekterer at dette feltet er sterkt påvirket. Under lav vannføring er situasjonen tidvis

annerledes. Materialet som tilføres med prosessvannet kan føre til et pulserende konsentrasjonsforløp i Malerød og særlig i Tveidalen. Dette er et konsentrasjonsforløp som vanligvis ikke inntreffer på naturlig måte under lav vannføring. Resultatene viser at Tveidalsbekken har en betydelig høyere spesifikk suspensjonstransport enn ved Moland og Malerød, se fig 6.1a, fig 6.2a og fig 6.3. Maksimumskonsentrasjonene er svært mye høyere enn i Moland og Malerød. Innslag av organisk materiale utgjør en langt mindre andel enn de andre nærliggende bekkene, ca. 5%, mens andelen organisk materiale ved Moland ligger mellom 35% og 40%. Ved Malerød viser resultatene en andel på mellom 10% og 20%. Det er også større innslag av finfordelt materiale i Tveidalsbekken enn ved Moland og Malerød, se fig 6.6.

Mineralanalyser av suspensjonsmaterialet viser at det i Tveidalsbekken og ved Moland var henholdsvis 79% og 29% plagioklas/ feltspat i enkeltprøver. Plagioklas forekommer i berggrunnen, men kan også stamme fra løsmasser, spesielt morenemateriale. For Tveidalsbekken kan det bety at opp mot 80% av transporten består av partikler som samlet kan ha opprinnelse fra berggrunnen og morenedekket. Ved Moland som er uberørt av steinindustri utgjør den samme andelen ca. 30%. I Istreelva ble det målt 50% og 39% plagioklas, og 18 % i Marumsbekken.

Disse undersøkelsene er basert på øyeblikksprøver og representerer situasjonen slik den var på prøvetakingstidspunktet. Prøvene i Tveidalsbekken/ Istreelva og Moland/ Marumsbekken er dessuten tatt under forskjellige situasjoner, både tidspunkt og vannføring. I Tveidalen og Istreelva var det relativt høy vannføring da begge prøvene ble tatt, mens det i Moland og Marumsbekken var lav vintervannføring. Under flommer og situasjoner med mye nedbør vil flere kilder bidra til sedimenttransporten. Prøvene i referansevassdragen ble tatt under lav vannføring uten nedbør. Det er sannsynlig at sammensetningen av partikler kan være en annen i en flomsituasjon med flere aktive kilder i feltet.

Elveløpserosjon er en viktig kilde for sedimenttransporten, særlig i områder med marine sedimenter. Utvasking av sedimenter fra elveløpet skjer særlig i forbindelse med høye vannføringer, men det kan også være en viss tilførsel fra elvekant erosjon i lavvannsperioder (f.eks. som følge av ras og utglidninger). Høye vannføringer er med unntak av snøsmelting knyttet til nedbør. I slike situasjoner vil det også være tilførsel av materiale fra kilder som ikke ligger i direkte kontakt med elveløpet. Dette kan være naturlige kilder, jordbruksarealer og steinbruddområder. Produksjonsrester, steinstøv og annet som ikke siger ut i forbindelse med sageprosessen, vil vaskes ut i forbindelse med nedbør. Maksimumskonsentrasjonene ved alle målestedene ble målt i forbindelse med slike episoder.

Prosessvann fra steinindustrien vil tidvis bidra med tilsig til vassdraget. Noe av vannet drenerer til oppsamlingsreservoarer før det kommer ut i vassdraget. I situasjoner med høy vannføring vil bidrag fra disse komme sammen med materiale fra andre kilder i feltet. I situasjoner med lav vannføring og høy turbiditet er det sannsynlig at det er prosessvann fra aktivitet i bruddene som i større grad dominerer, spesielt i Tveidalen hvor steinindustrien er mest omfattende. Lav vannføring fører imidlertid til at den totale mengden som transporteres ut ofte er liten, selv om partikkelskonsentrasjonen (turbiditeten) er høy.

6.4 Forslag til overvåking

For en eventuell videre overvåking vil det være mulig å opprettholde turbidimeter registreringen ved utvalgte allerede operative måle stasjoner. Denne vil kontinuerlig kunne overvåke variasjoner i turbiditetsforholdene og rapportere disse i sanntid. Kombinert med registrering av vannføring vil det være mulig å knytte turbiditetsvariasjonene til nedbørforhold eller aktivitet i steinbruddene. Det vil være mulig å få direkte tilbakemeldinger på aktiviteter som fører til spesielt høye konsentrasjoner ved lav vannføring. Målingene kan vise hvordan partikkelkonsentrasjonene og transporten utvikles over tid, etter hvert som tiltak blir bygd ut. Overvåkingen vil også vise hvordan renseanleggene virker og registrere omfanget av suspendert materiale som transporteres ut i resipientene.

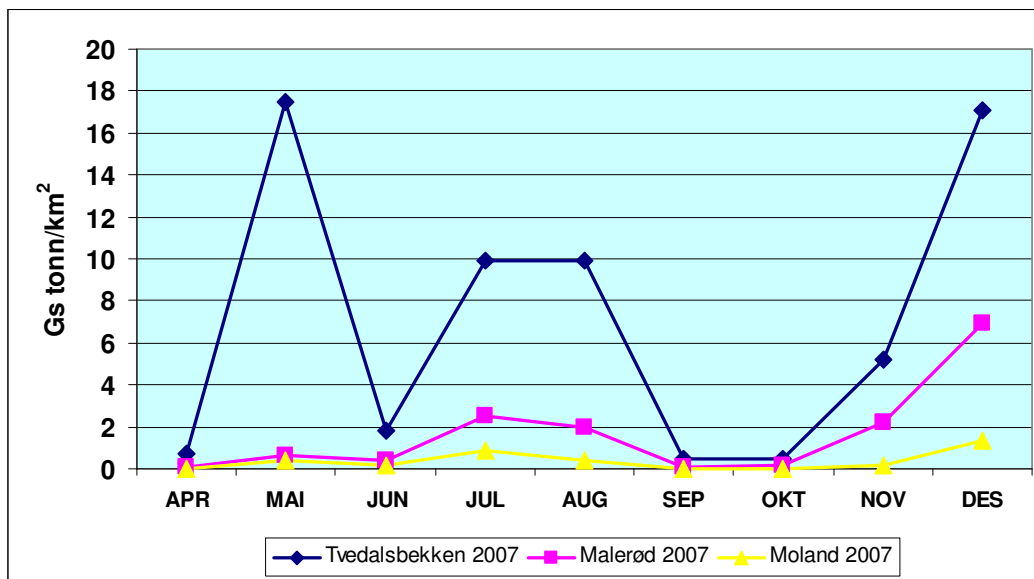


Fig. 6.1a. Spesifik uorganisk månedlig suspensjonstransport i Tvedalsbekken, Malerød/ Eikedalsbekken og ved Moland i 2007.

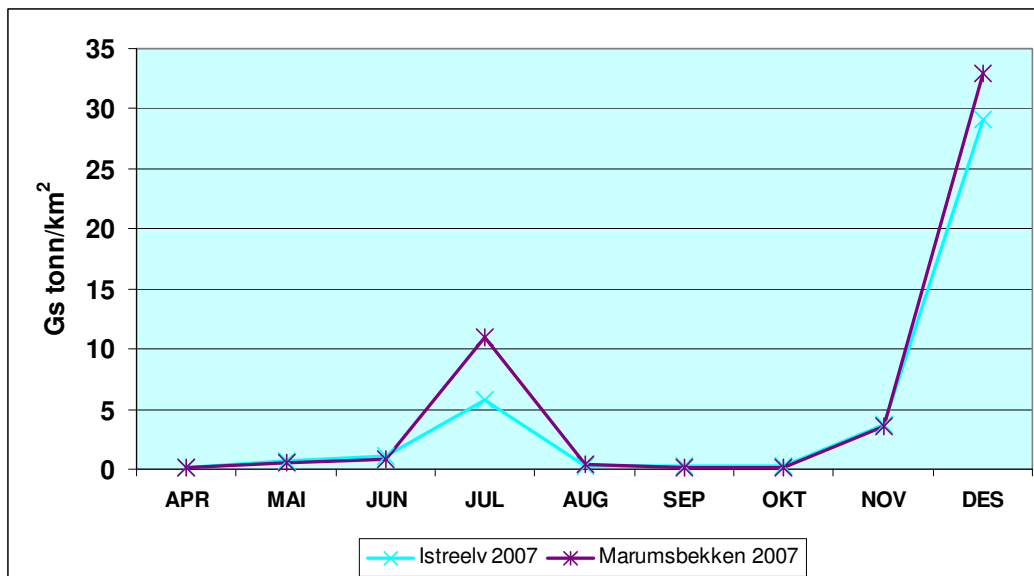


Fig. 6.1b. Spesifik uorganisk månedlig suspensjonstransport i Istreelva og Marumsbekken i 2007.

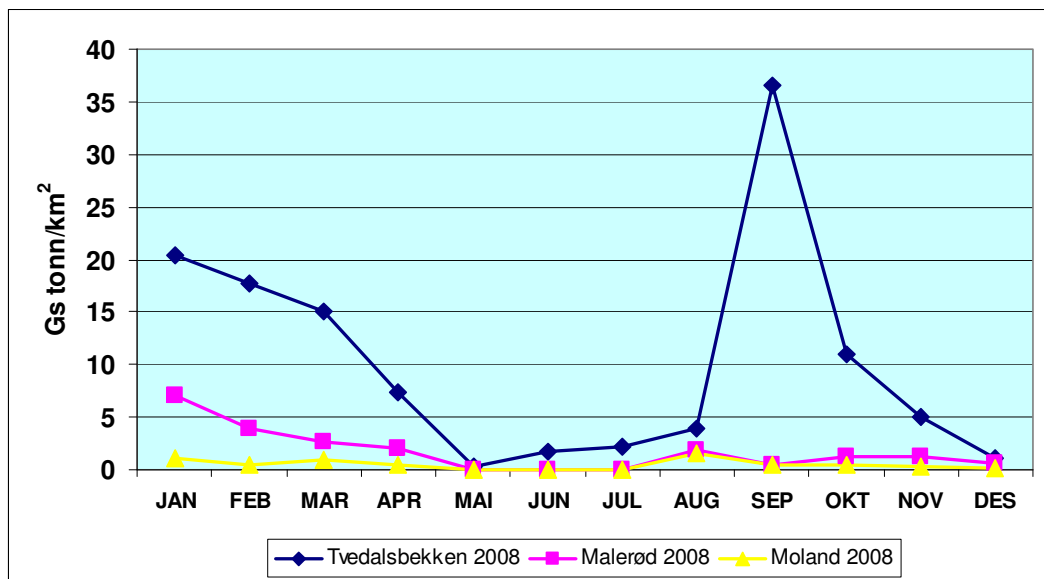


Fig. 6.2a. Spesifik uorganisk månedlig suspensjonstransport i Tveidalsbekken, Malerød/ Eikedalsbekken og ved Moland i 2008.

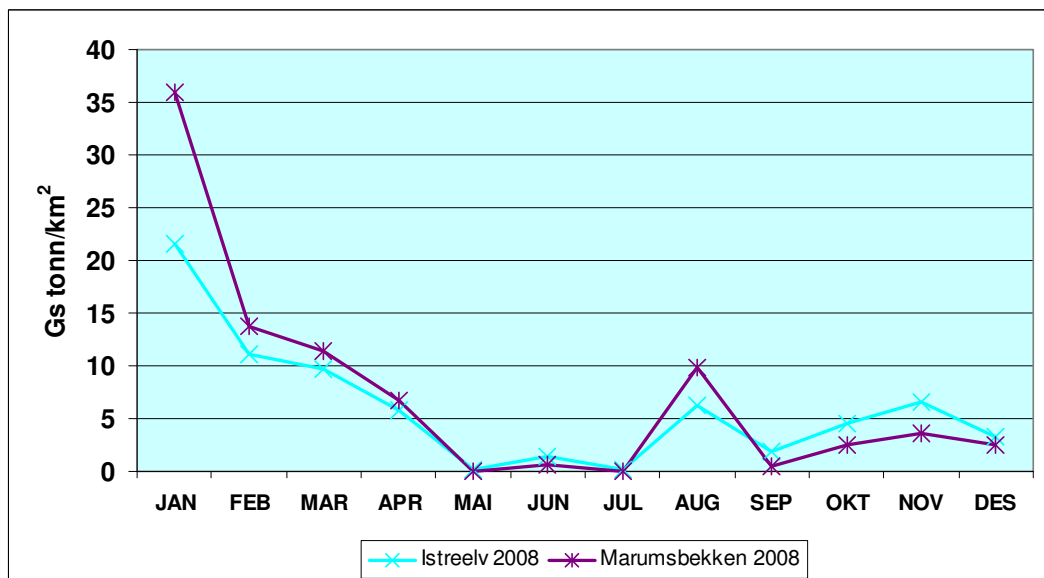


Fig. 6.2b. Spesifik uorganisk månedlig suspensjonstransport i Istreelva og Marumsbekken i 2008.

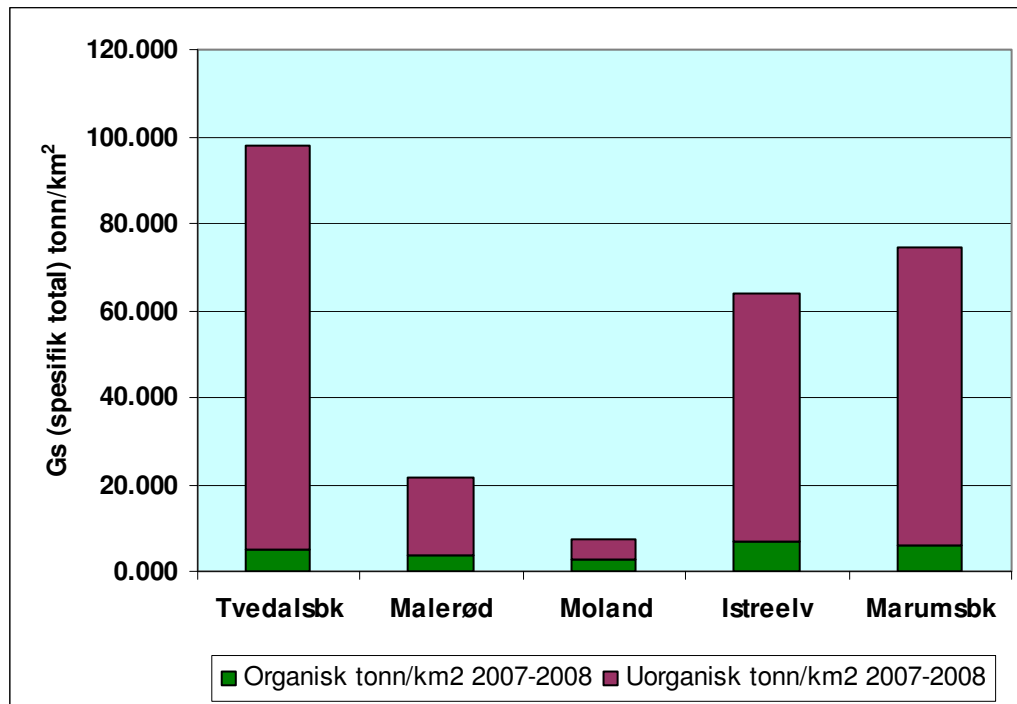


Fig. 6.3. Total spesifik suspensjonstransport i 2007-2008.

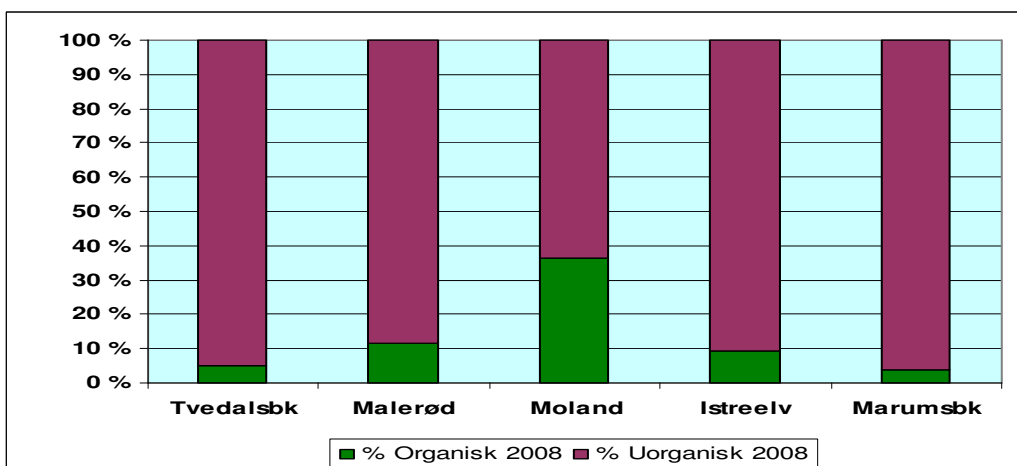
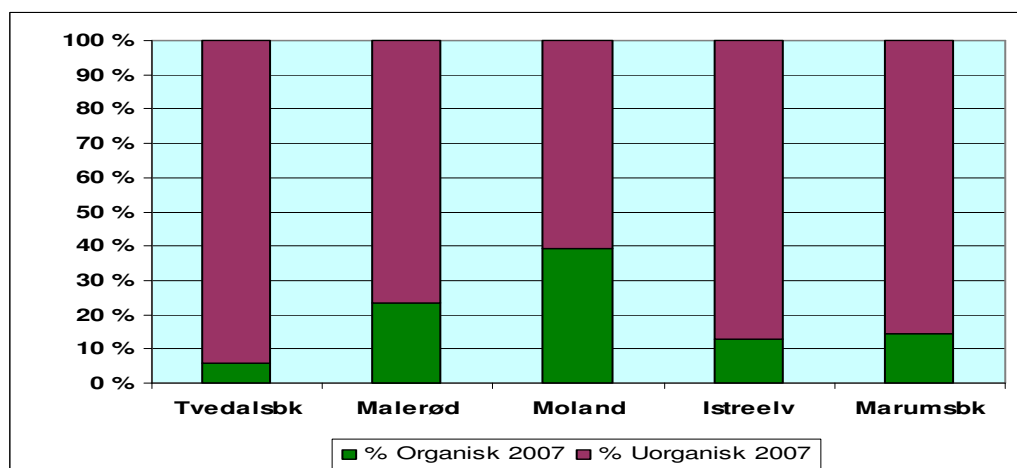


Fig. 6.4ab. Fordeling mellom uorganisk og organisk suspensjonstransport i 2007 og 2008.

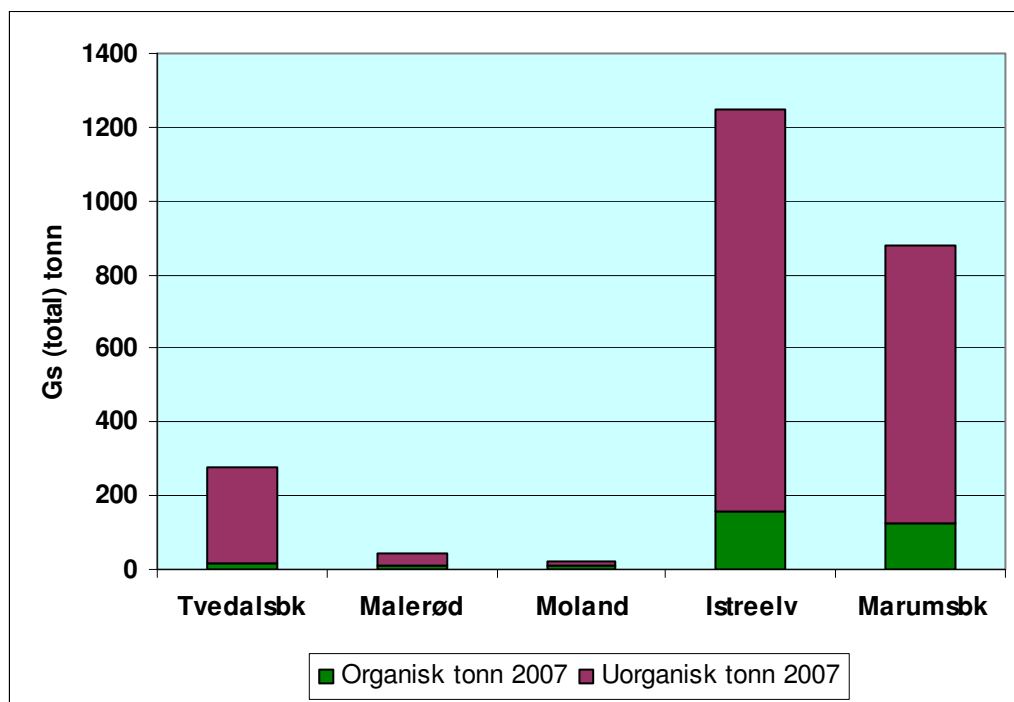


Fig. 6.5a. Total suspensjonstransport i 2007, april til desember.

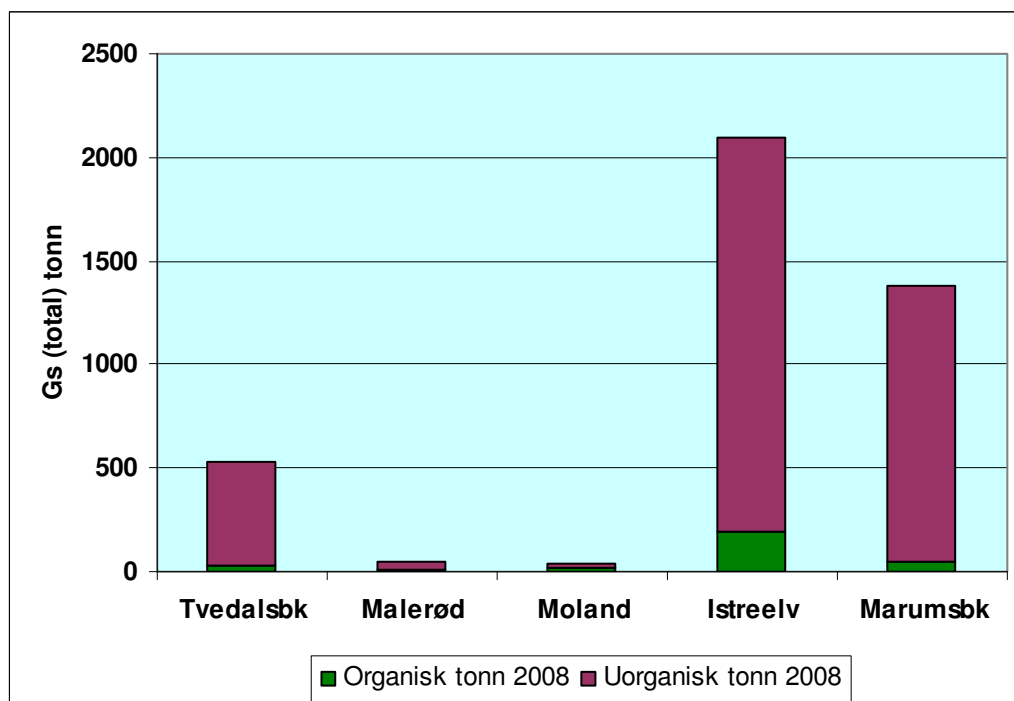


Fig. 6.5b. Total suspensjonstransport i 2008, januar til desember.

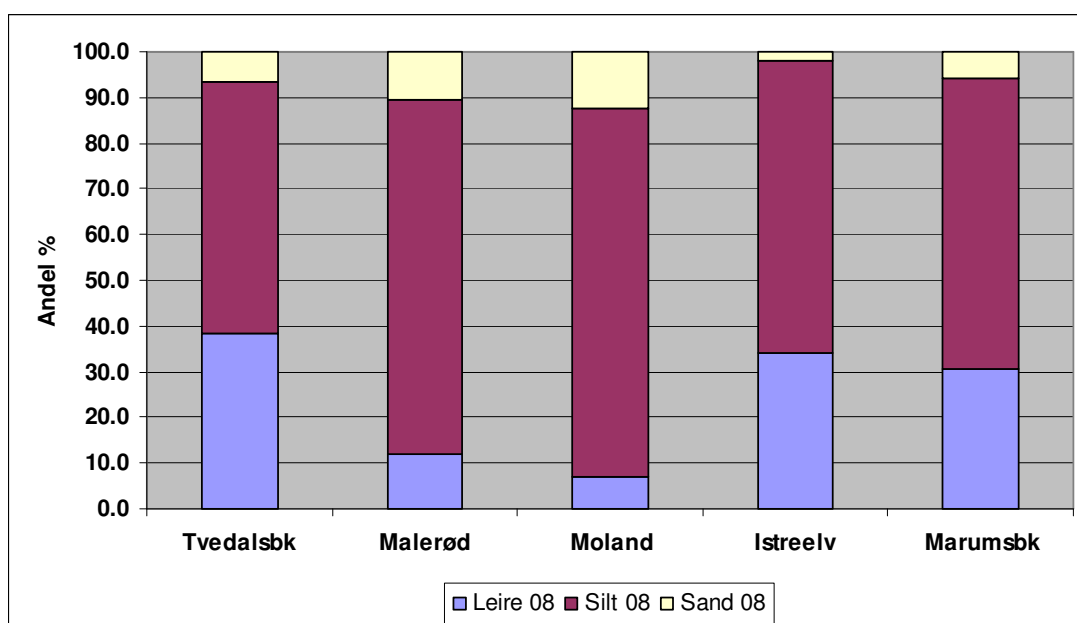
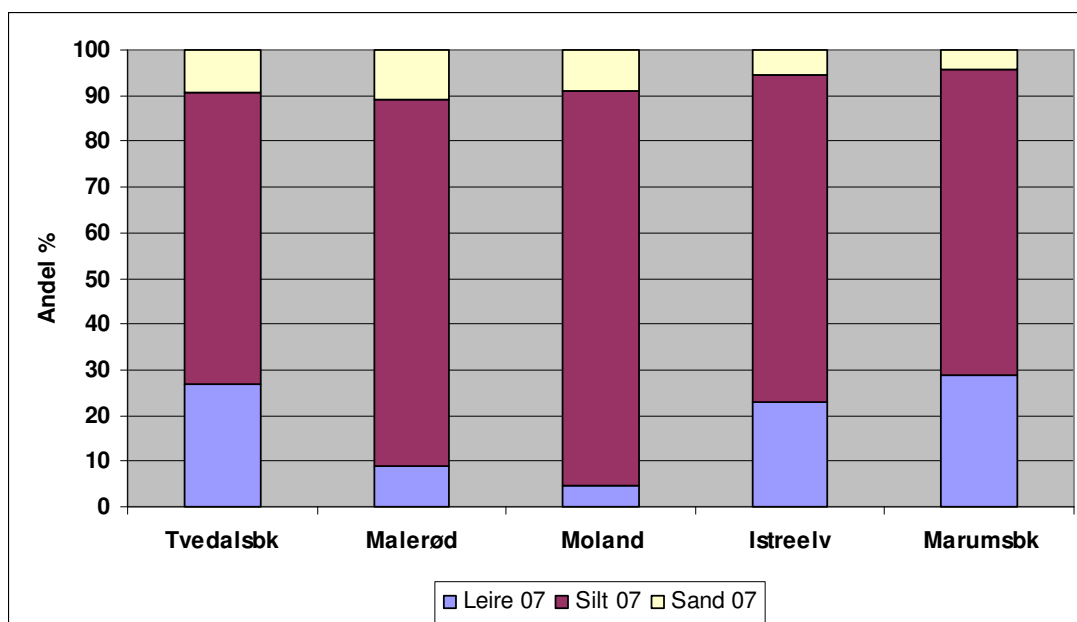


Fig. 6.6. Midlere fordeling av leire, silt og sand i suspensjonsmaterialet i 2007 og 2008.

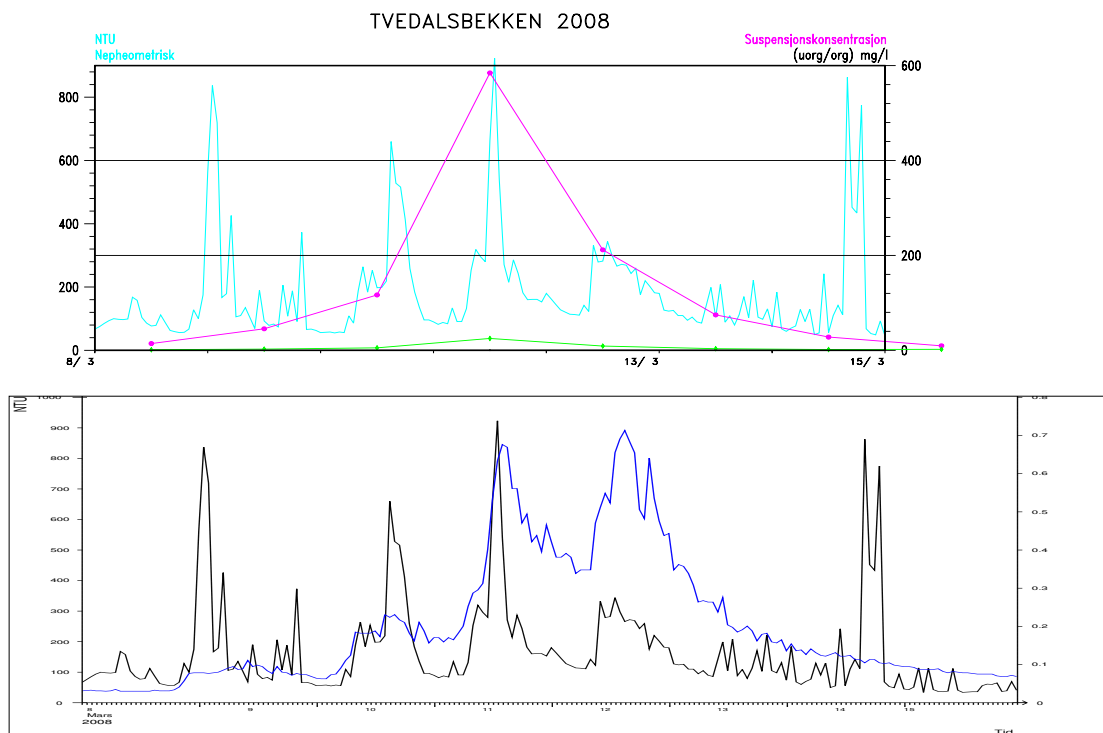


Fig. 6.7. Sammenheng mellom endringer i vannføringen og endringer i turbiditeten/ konsentrasjonen. Øvre diagram, rosa og grønn: konsentrasjon, lys blå: turbiditet. Nedre diagram, blå: vannføring, sort turbiditet.

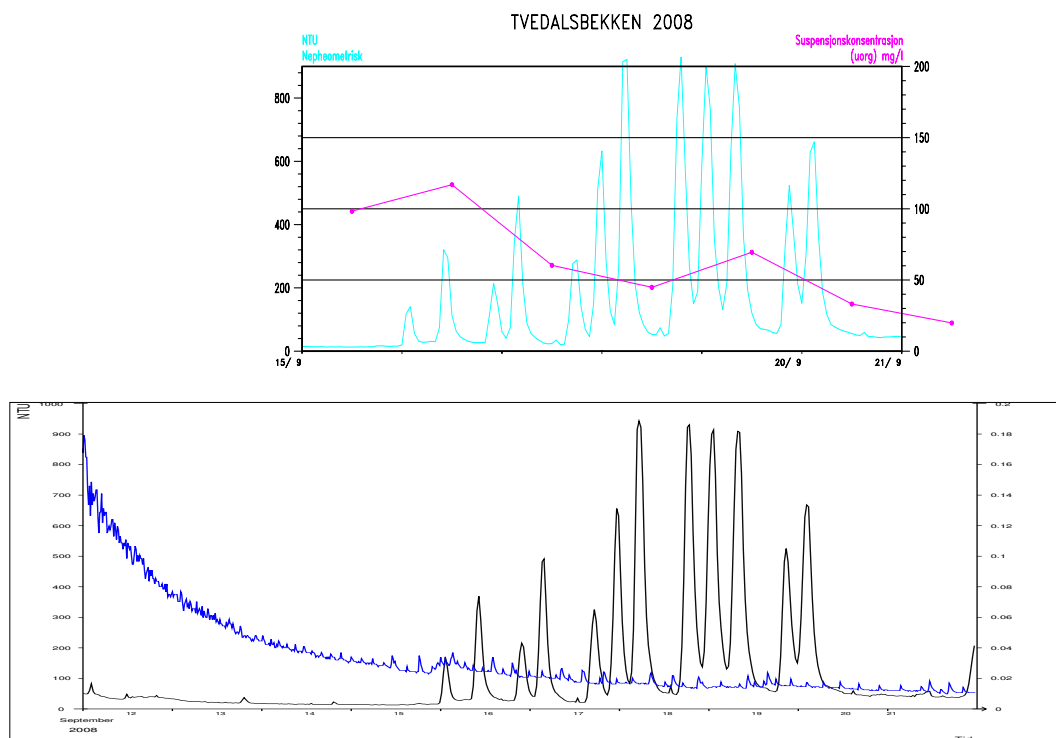


Fig. 6.8. Tidvis forekommer det pulser med til dels store utslag i turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Pulsene kan være av så vidt kort varighet at opp til flere kan passere i løpet av et døgn. Øvre diagram, rosa: konsentrasjon, lys blå: turbiditet. Nedre diagram, blå: vannføring, sort turbiditet.

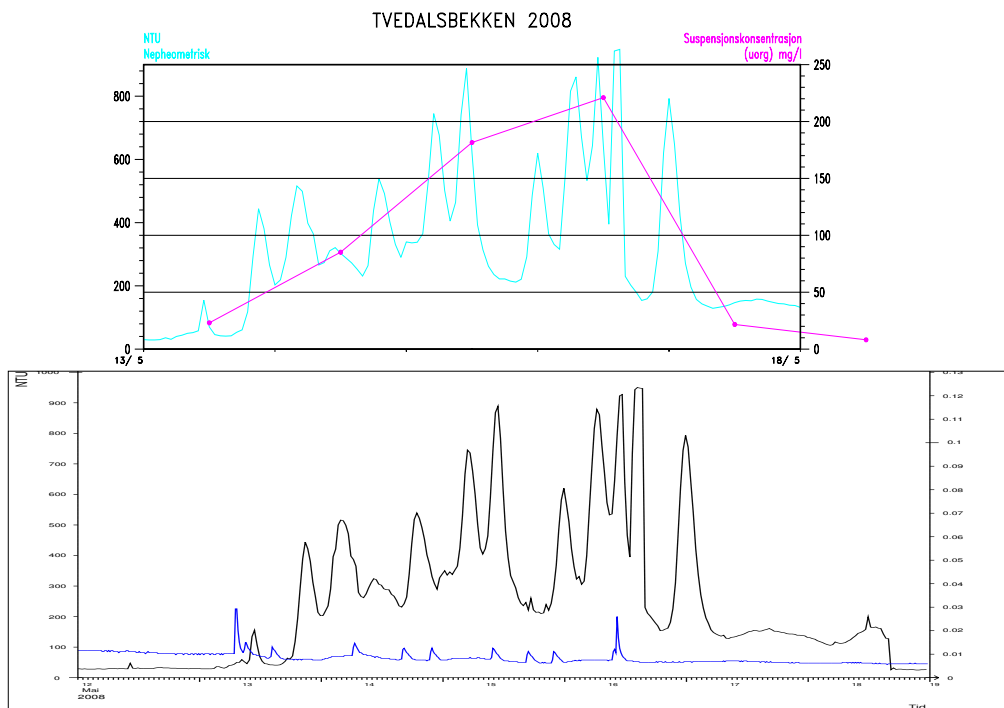


Fig. 6.9. Pulser med til dels store utslag i turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Tidvis er det også målt konsentrasjon i forbindelse med en slik turbiditetspuls, noe som bekrefter at endringene er reelle. Øvre diagram, rosa: konsentrasjon, lys blå: turbiditet. Nedre diagram, blå: vannføring, sort turbiditet.

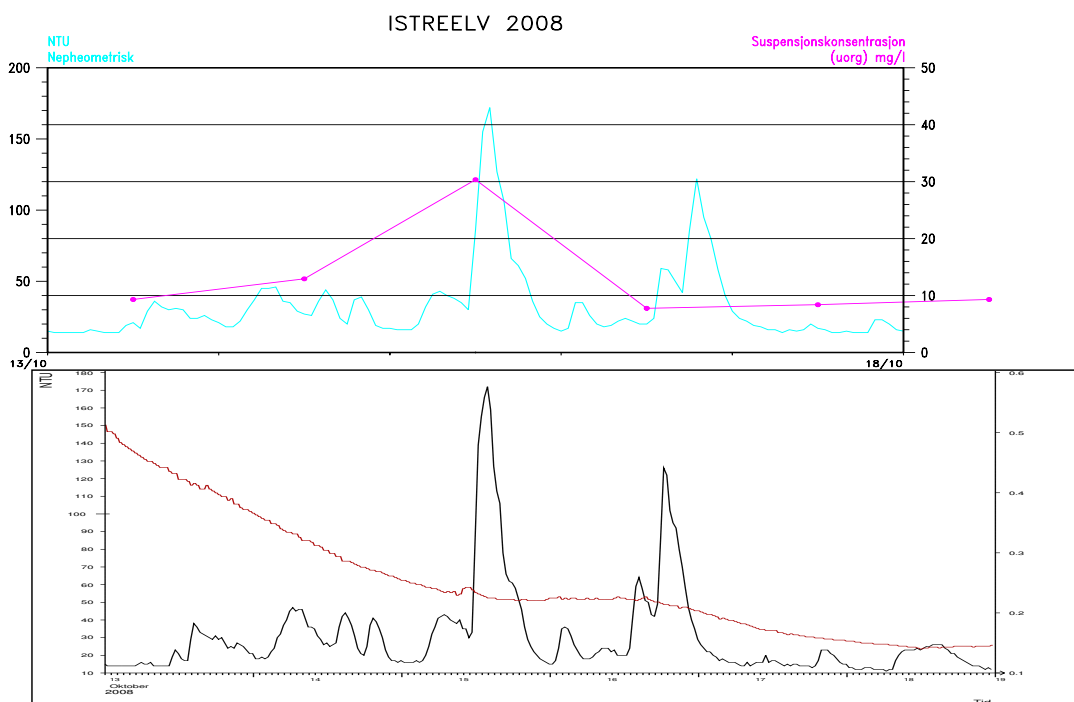


Fig. 6.10. Pulser med til dels store utslag i turbiditet som inntreffer i perioder med lav vannføring eller ved liten endring i den lave vannføringen. Tidvis er det også målt konsentrasjon i forbindelse med en slik turbiditetspuls, noe som bekrefter at endringene er reelle. Øvre diagram, rosa: konsentrasjon, lys blå: turbiditet. Nedre diagram, rød: vannstand, sort turbiditet.

TVEDALSBEKKEN 2007–2008

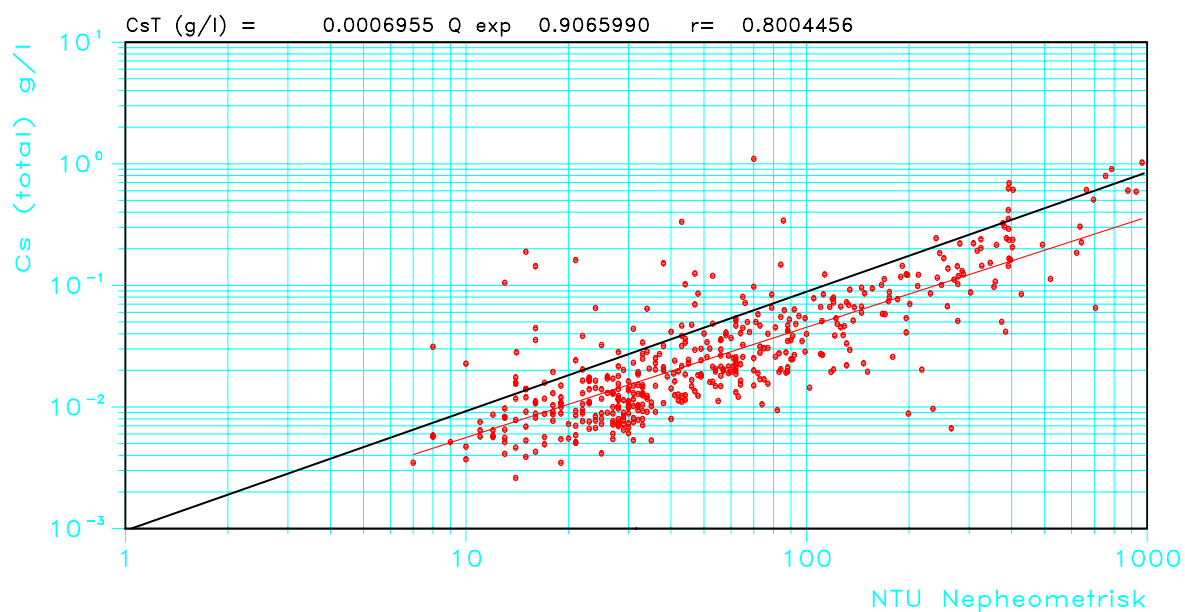


Fig 6.11. Sammenhengen mellom total suspensjonskonsentrasjon og turbiditet i Tvedalsbekken i 2007 og 2008. (Sort linje indikerer forholdet 1 til 1).

MALERØD 2007–2008

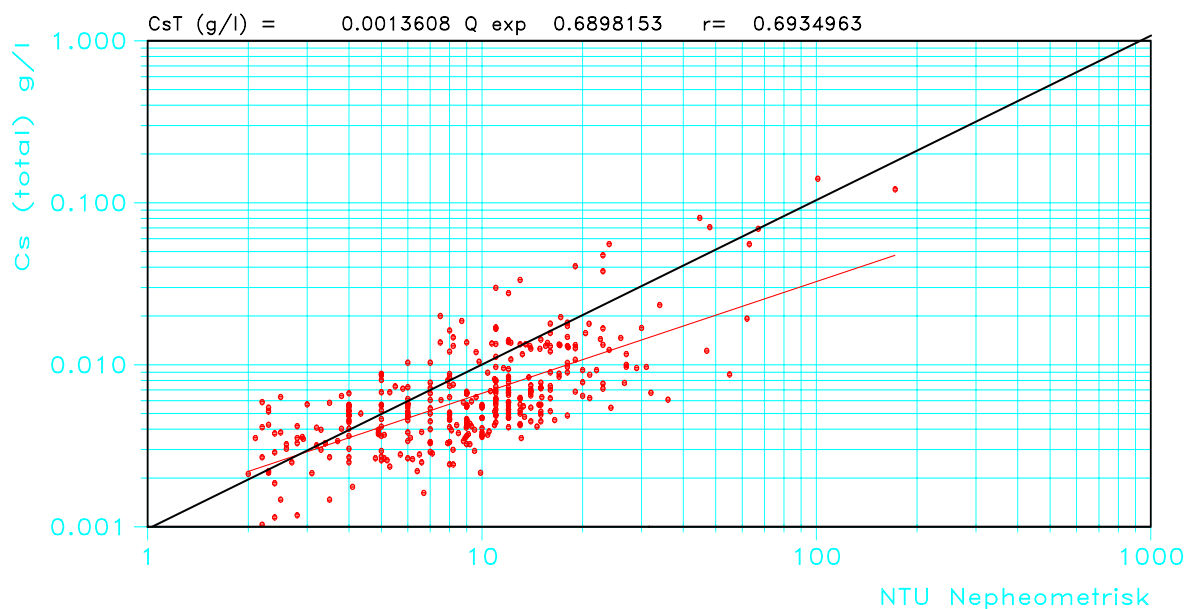


Fig 6.12. Sammenhengen mellom total suspensjonskonsentrasjon og turbiditet i Eikedalsbekken (Malerød) i 2007 og 2008. (Sort linje indikerer forholdet 1 til 1).

ISTREELV 2007 –2008

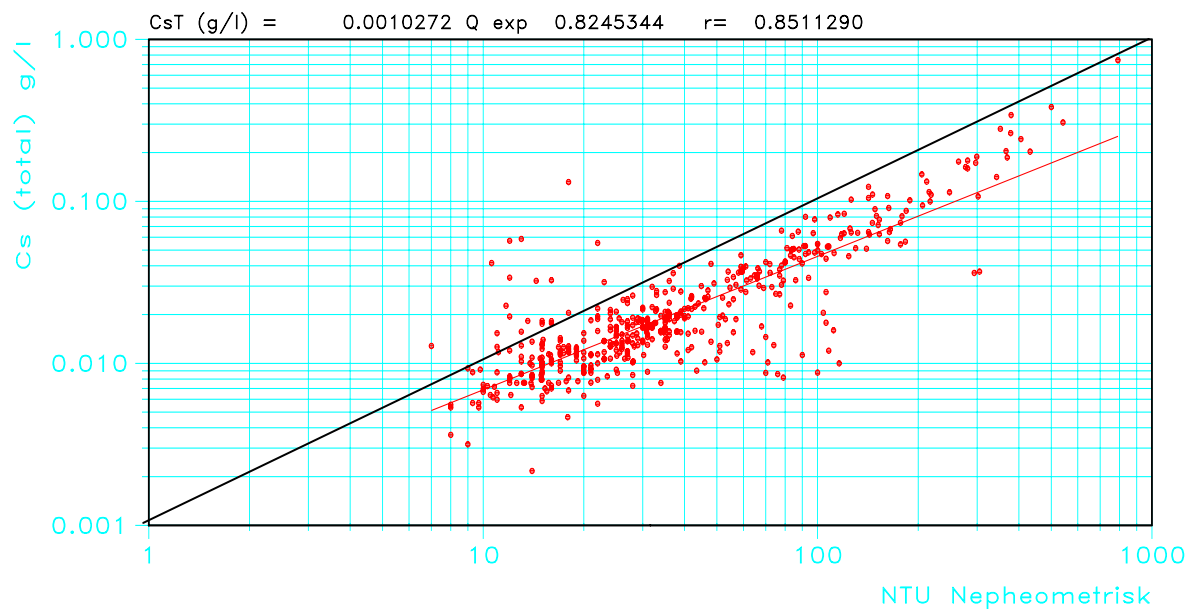
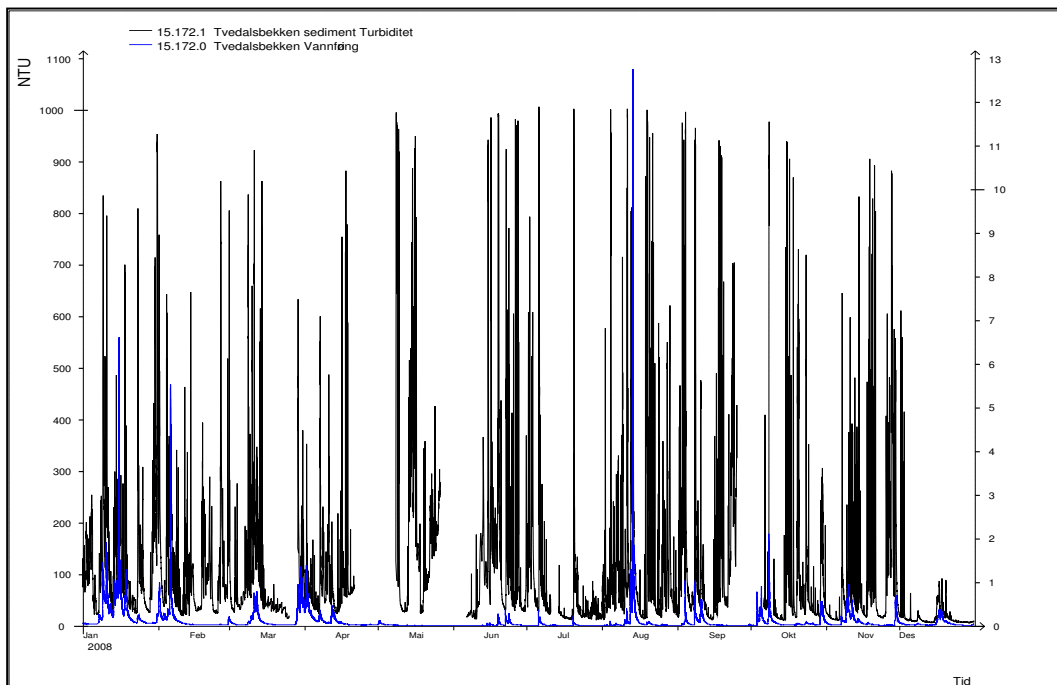


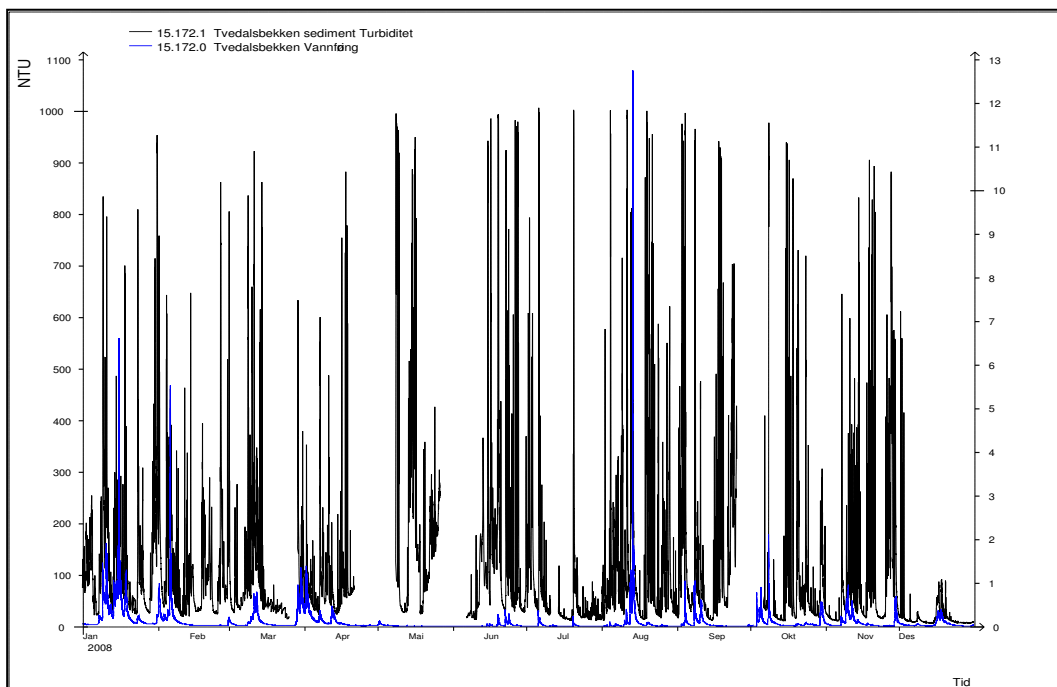
Fig 613. Sammenhemgen mellom total suspensjonskonsentrasjon og turbiditet i Istreelva i 2007 og 2008. (Sort linje indikerer forholdet 1 til 1).

7 Tillegg

7.1 Turbiditetsmålinger

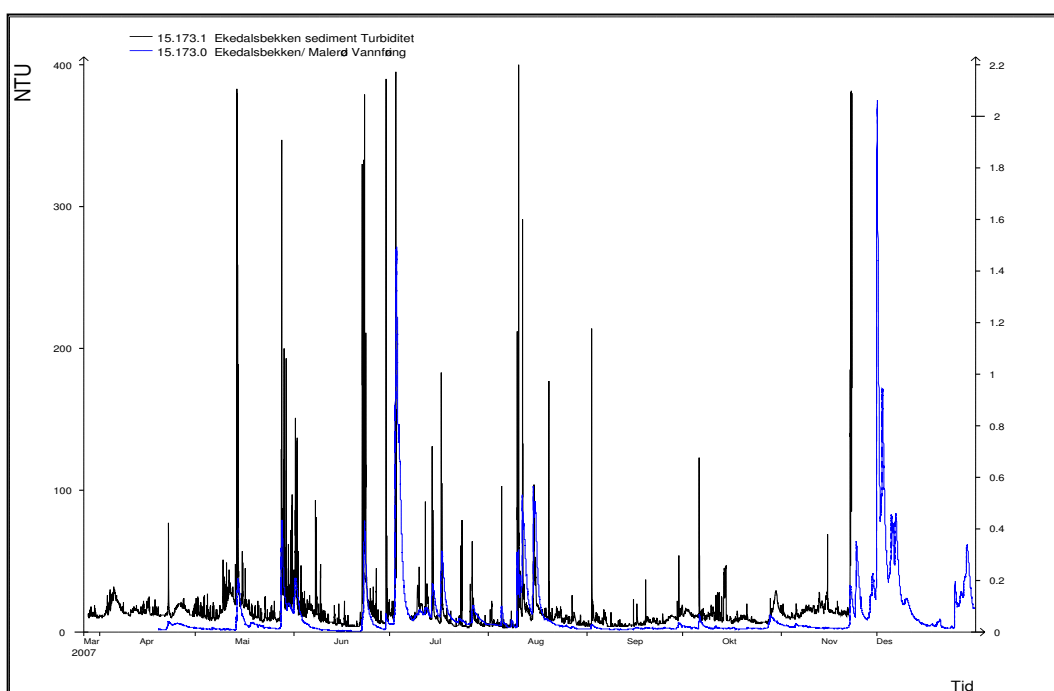


A

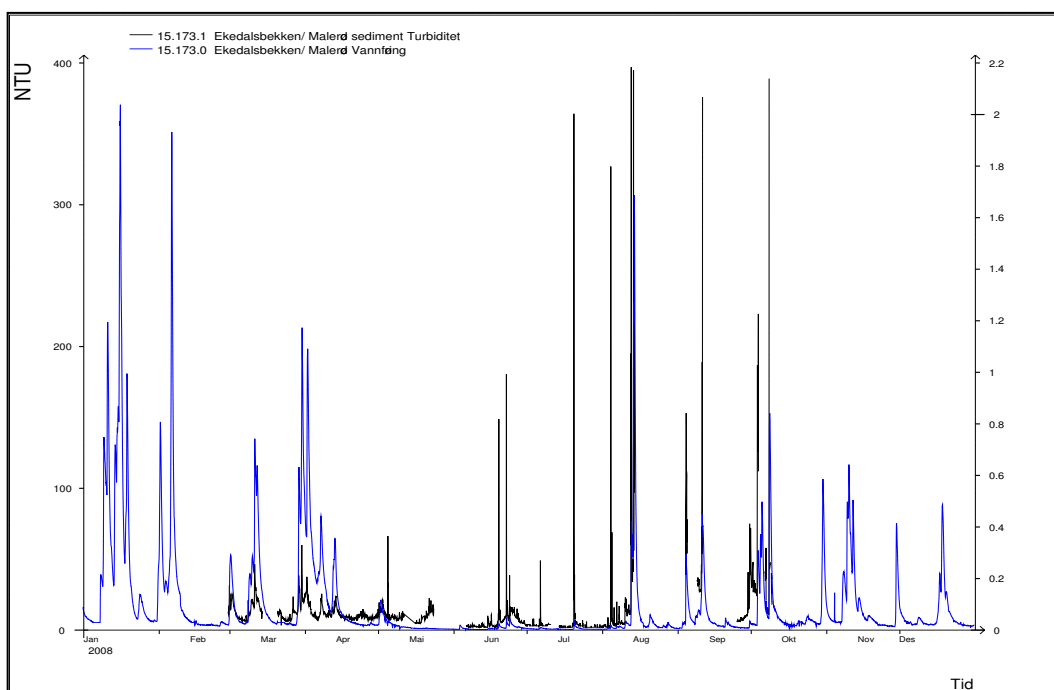


B

Fig. 7.1. Turbiditet og vannføring i Tvedalsbekken i A: 2007 og B: 2008. Middelverdier for hver halve time.

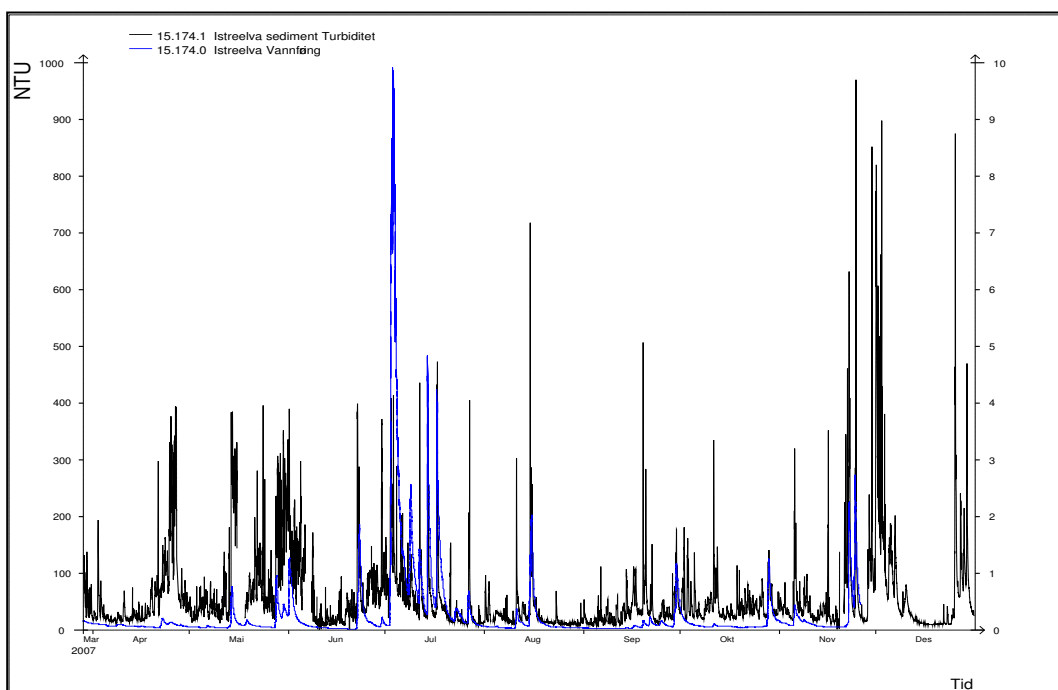


A

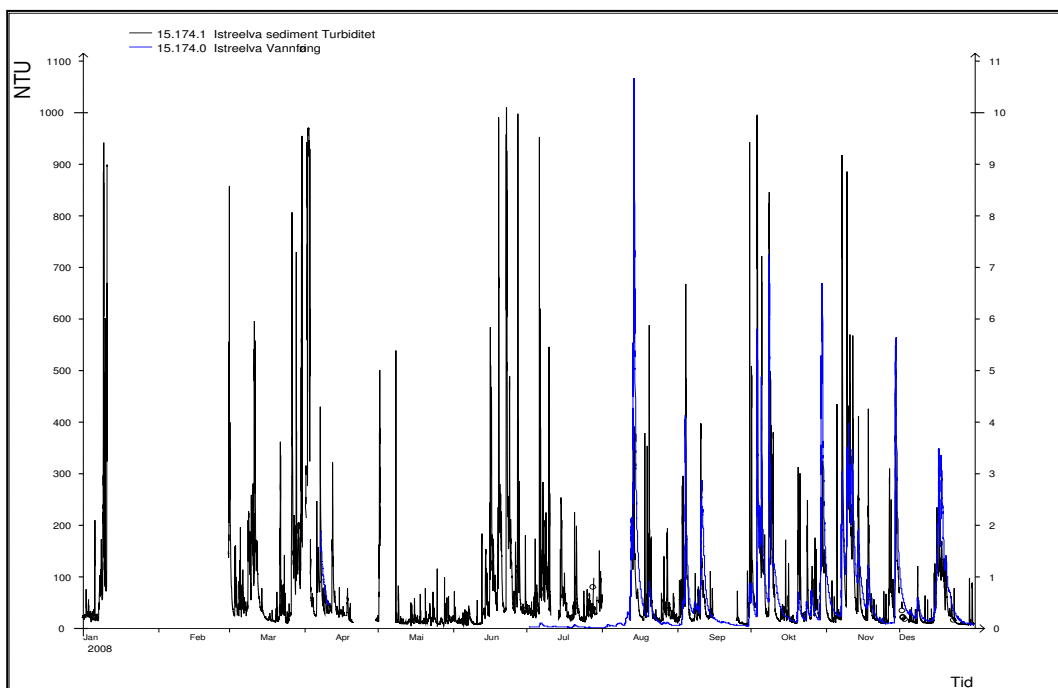


B

Fig. 7.2. Turbiditet og vannføring i Malerød/ Eikedalsbekken i A: 2007 og B: 2008. Middelverdier for hver halve time.



A



B

Fig. 7.3. Turbiditet og vannføring i Istreelva i A: 2007 og B: 2008. Middelerverdier for hver halve time.

8 Referanser

- Bogen, J. 1988 A monitoring programme of sediment transport in Norwegian rivers.
p. 149 - 159 in: M.P. Bordas & D.E. Walling (eds).Sediment Budgets, IAHS
publ. no 174,
- Gottschalk, L., J. Lundager Jensen, D. Lundquist, R. Solantie og A. Tollan (1979):
Hydrologic regions in the Nordic countries, Nordic Hydrology 10, 273-286.
- Østgård, J. 2000 Undersøkelser av turbiditet I prosessvann fra steinbrudd og steinindustri.
Larvik kommune. Notat til Larvikittprodusentenes forening.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie B i 2009

- Nr. 1 Bjarne Kjølmoen, Ånund Kvambekk: Hydrologiske undersøkelser ved Maurangervassdraget. Årsrapport 2008 (17 s.)
- Nr. 2 Bjarne Kjølmoen (red.): Hydrologiske undersøkelser i Leirdøla og Jostedøla. Årsrapport 2008 (42 s.)
- Nr. 3 Deborah Lawrence, Ingjerd Haddeland: Climate change and its potential impacts on hydrology in southeastern Europe: Results of a brief literature search (20 s.)
- Nr. 4 Truls Erik Bønsnes, Jim Bogen, Fred Wenger: Sedimenttransport i vassdrag påvirket av steinbrudd-virksomhet i Larvik kommune (90 s.)