



Program for økt sikkerhet mot leirskred

# Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen

Forslag til tiltak

*Eirik Traae*

2  
2005



D  
O  
K  
U  
M  
E  
N  
T

# **Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen**

**Forslag til tiltak**

**Dokument nr 2- 2005**

**Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen – forslag til tiltak**

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Eirik Traae

Forfatter: Eirik Traae

Trykk:

Opplag: 40

Forsidefoto: Fjellanger Widerøe

Sammendrag: Oppsummerende rapport etter gjennomføring av supplerende undersøkelser, ” Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen”

Emneord: Flom, erosjon, skred, kvikkleire

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthuns gate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Februar 2005

# Forord

I år 2000 startet NVE opp ”**Programmet for økt sikkerhet mot leirskred** ” som skal bidra til tryggere lokalsamfunn ved å redusere risikoen for tap av menneskeliv og verdier som følge av leirskred. Kunnskapen om områder med kvikkleire skal bli bedre og mer tilgjengelig, og skredfarlige områder skal kunne vurderes samlet. Dette vil bidra til at utbygging og arealplanlegging kan ta mer hensyn til skredfare, og til en bedre prioritering av sikringstiltakene.

Denne rapporten presenterer resultatene fra risikoklassifisering, stabilitetsvurdering og forslag til sikringstiltak for sonen Bragernes i Drammen kommune.

Oslo, februar 2005

Are Mobæk  
avdelingsdirektør for  
vannressursavdelingen

Einar Beheim  
regionsjef

# Sammendrag

NVE arbeider for å bedre sikkerheten mot kvikkleireskred utløst av flom eller erosjon i vassdrag. I mai 2005 la NVE frem rapport med kart over "Risiko for kvikkleireskred i Drammen kommune". Kartet omfattet totalt 7 kvikkleiresoner fordelt på følgende måte:

En sone i risikoklasse	5 (Høy risiko)
To soner i risikoklasse	3 (middels risiko)
Fire soner i risikoklasse	2 (lav risiko)

Klassifiseringen er utført med grunnlag i tidligere undersøkelser i områdene. Sonen Bragernes skilte seg klart ut som en høyriskosone. Drammen kommune og NVE satte straks i gang omfattende supplerende undersøkelser for Bragernes. Undersøkelsene omfattet grunnboringer inkludert opptak av blokkprøver, montering av poretryksmålere, omfattende laboratoriums forsøk og oppmåling av nytt bunnkotekart. Hensikten var å kunne bestemme stabilitetsforholdene med best mulig nøyaktighet og vurdere behov for eventuelle sikringstiltak.

## **Undersøkelsene av kvikkleiresonen Bragernes har avdekket følgende:**

- Delsone I har god sikkerhet. Anleggsvirksomhet forventes ikke å medføre kritisk områdestabilitet. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om sikker byggegrøp og sikring av nabobygg.
- Delsone II har tilfredsstillende sikkerhet under dagens forhold. Forverring av sikkerheten må imidlertid unngås. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om en viss forbedring av sikkerheten i alle faser av utbyggingen så vel som permanent.
- Delsone III har utilstrekkelig sikkerhet ut mot elven. Det anbefales utlagt en stabiliserende fylling ute i elven. Ny byggevirksomhet bør ikke tillates før sikkerheten er bedret. Etter utlegging av motfylling, vil delsonen III inngå i delsonen I.

Sammenligning av bunnkotekartene viser at det, ved store flommer, pågår erosjon utenfor sone III.

For sone III planlegges det å legge ut en stabiliserende steinfylling i elven for å bedre sikkerheten og hindre videre erosjon. Fyllingen plasseres utenfor Nedre Strandgate fra Bybroen til Børresens gate. Den blir 220 m lang, 30 - 40 m bred og vil inneholde anslagsvis 25 000 m<sup>3</sup> steinmasse til en kostnad på ca 17 mill. kroner.

NVE anbefaler at sikringsarbeidene gies høy prioritet.

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>6</b>
	1.1 Generelt.....	6
	1.2 Resultat av risikoklassifiseringen for Drammen kommune.....	8
	1.3 Videre arbeid .....	9
<b>2</b>	<b>Grunnlagsdata.....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Flom - erosjon.....</b>	<b>11</b>
	3.1 Generelt .....	11
	3.2 Vannhastigheter .....	11
	3.3 Historiske flommer .....	12
	3.4 Bunnkotekart .....	14
	3.5 Konklusjon.....	14
<b>4</b>	<b>Geotekniske vurderinger - stabilitetsberøringer.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Tiltak og kostnadsoverslag.....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Virkninger og planbehandling av tiltaket.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Gjennomføring.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Finansiering.....</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	<b>Beredskap .....</b>	<b>19</b>
<b>10</b>	<b>Erfaringer fra prosjektet.....</b>	<b>20</b>
	<b>VEDLEGG.....</b>	<b>21</b>

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Generelt

Skred i leirområder har gjentatte ganger tatt liv og eiendom. Statistisk sett skjer det et større leirskred hvert fjerde år. Etter Rissaraset i 1978 har Statens kartverk med bistand fra Norges geotekniske institutt (NGI) og Norges geologiske undersøkelser (NGU) kartlagt kvikkleireområder med potensiell skredfare. Dette arbeidet har avdekket 1500 potensielt skredfarlige områder i Sør-Norge og Trøndelag med et samlet areal på 500 km<sup>2</sup>. Resultatene finnes i form av såkalte faresonekart. Kartene viser utstrekningen av soner med kvikkleire der det kan gå skred. Sonene er ikke gradert etter risiko.

De fleste kvikkleireskred som grenser mot vassdrag utløses av flom og erosjon. NVE har gjennom flere år gitt bistand til sikringstiltak langs vassdrag og har nå utarbeidet et verktøy for overordnet prioritering av forebyggende tiltak.

**Program for økt sikkerhet mot leirskred** skal bidra til tryggere lokalsamfunn. Kunnskapen om områder med kvikkleire skal bli mer tilgjengelig og skredfarlige områder skal kunne vurderes samlet. Kunnskapen skal også bidra til at kommuner og andre tar mer hensyn til den potensielle skredfaren ved arealdisponering og utbygging. Dette vil kunne redusere faren for utløsning av større skred som følge av flom og erosjon langs vassdrag.

Programmet for økt sikkerhet mot leirskred ble startet i år 2000. I 2001 ble NGI sin metode for å klassifisere sonene i 5 ulike risikoklasser tatt i bruk der klasse 1 er lavest risiko og klasse 5 høyest risiko.

## Hvilken kunnskap er det vi nå har som vi ikke har hatt tidligere ?

Det er ikke noe nytt at det er leire – kvikkleire i Drammen. Det har mer eller mindre vært kjent siden en begynte å bygge i Drammen.. Opp gjennom årene har det vært utført mye grunnundersøkelser i forbindelse med ulike byggeprosjekter på Bragernes. I tillegg har det også vært lagt ut flere motfyllinger for å stabilisere området, for eksempel en betydelig utfylling på utsiden av Strandveien og utfyllinger oppstrøms Bybrua. Vi har hatt tilgang til de fleste opplysningene og det gir oss en god oversikt over grunnforholdene i området.

Den ”nye måten” å klassifisere dataene på er i korte trekk:

- Fokus på konsekvensene dersom det skulle gå et stort skred. Det vil si at nå skiller en klart mellom ubebodde områder og by områder.
- Fokus på faregraden, dvs. den rent geotekniske sannsynligheten for at det skal gå et skred – bare knyttet opp mot grunnforholdene.
- $\text{Konsekvens} \times \text{sannsynlighet} = \text{Risiko}$
- Viktigst er at nå ser en på områdestabiliteten for hele kvikkleiresonen. Tidligere har en hovedsakelig bare sett på lokalstabiliteten i forbindelse med enkelte byggeprosjekter.

Ved å sette i system eksisterende opplysninger på denne måten skaffer vi oss et meget bra hjelpemiddel til å skille ut høyrisikozonene. På grunnlag av dette kan en nå prioritere en målrettet innsats på de riktige stedene.



## 1.2 Resultat av risikoklassifiseringen for Drammen kommune

Resultatet ble presentert for Drammen kommune i flere møter i løpet av april og mai 2004.

I tabellen under er resultatene listet opp. For mer detaljer vises det til NGI rapport 20001008 datert 11 mai 2004 ;”Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred – Drammen kommune”.

<b>Sone</b>	<b>Faregradsklasse</b>	<b>Konsekvensklasse</b>	<b>Risikoklasse</b>
Drammen travbane	Lav	alvorlig	3
Myhre	Lav	Meget alvorlig	3
<b>Bragernes</b>	<b>Middels</b>	<b>Meget alvorlig</b>	<b>5</b>
Kobbervikdalen nord	Lav	Mindre alvorlig	2
Kobbervikdalen syd	Lav	Alvorlig	2
Eik	Lav	Mindre alvorlig	2
Solum	Lav	Mindre alvorlig	2

Den sonen som helt klart er nødvendig å se nærmere på er Bragernes som har faregrad middels, konsekvensklasse meget alvorlig og høyeste risikoklasse.

## 1.3 Videre arbeid - prosess

NVE og Drammen kommune ble enige om å straks sette i gang supplerende grunnundersøkelser for å fremskaffe mer informasjon om sonen Bragernes.

NVE utarbeidet ”Prosjektbeskrivelse for gjennomføring av grunnundersøkelser og bunnkotekartlegging på Bragernes i Drammen” datert 08.07.2004.

Arbeidene omfattet:

- Grunnundersøkelser for å bestemme skjærfastheten i leiren.
- Spesialprøver – blokkprøver – avanserte laboratoriumforsøk.
- Poretrykksmålere for å kartlegge poretrykket i området.
- Kartlegging av elvebunnen på strekningen fra Holmen og til oppstrøms Øvre Sund.

Vi har hatt tilgang til det meste av det som finnes av tidligere relevante undersøkelser på Bragernes. Gjennom risikoklassifiseringen, med grunnlag i eksisterende data, var konklusjonen at Bragernes ikke hadde tilfredsstillende sikkerhet. En av de store utfordringene innenfor geoteknikken er å finne så riktige jordartsparemetere som mulig. I de siste årene har det utviklet seg nye og bedre metoder når det gjelder å finne så riktige jordartsparemetere som mulig. Det er i stor grad disse metodene som er tatt i bruk i de supplerende undersøkelsene som nå er gjennomført.

Arbeidene hadde en total kostnadsramme på 1.7 mill inkl. mva. NVE og Drammen kommune inngikk en avtale om fordeling av kostnadene med 80 % på NVE og 20 % på Drammen kommune. Arbeidene ble startet opp umiddelbart sommeren 2004 og resultatene foreligger nå i denne rapporten, med underrapporter.

## 2 Grunnlagsdata

Følgende grunnlagsdata er benyttet:

- Dybdekart fra 1992 oppmålt av Blom på oppdrag fra Statens Vegvesen.
- Dybdekart fra 1997 oppmålt av Drammen kommune
- Dybdekart fra 2004 oppmålt av Blom Maritim på oppdrag fra NVE og Drammen kommune.
- NVE dokument 8 - 2001 "Flomberegning for Drammenselva".
- Store deler av grunnundersøkelsene som er utført i området opp i gjennom årene, i forbindelse med all byggeaktiviteten i området.
- NGI rapport 20001008 datert 11 mai 2004 ;"Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred – Drammen kommune".
- NVE's Oppdragsrapport A - 9 -2005: "Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune – Grunnundersøkelser – datarapport" datert februar 2005
- NVE's oppdragsrapport A – 8 – 2005: "Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune – Stabilitetsanalyser – forslag til sikringstiltak" datert februar 2005.
- NVE's "Prosjektbeskrivelse – Grunnundersøkelser og bunnkotekartlegging i Drammen" datert 08.07.2004.
- Data fra de opprinnelige undersøkelsene vedrørende kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred.
- Kwartærgeologiske kart over området.

## 3 Flom - erosjon

### 3.1 Generelt

Flom og erosjon er ofte utløsende faktorer ved skred i vassdrag.

I alle større vassdrag er det normalt en betydelig massetransport, dvs en avlagring i perioder med normale vannføringer og erosjon i flomperioder.

Erosjonen styres av vannhastigheten og grunnforholdene.

Som grunnlag for å vurdere erosjonen i Drammenselva har vi tatt utgangspunkt i registrering av vannhastigheter, historiske flommer og bunnkotecart.

### 3.2 Vannhastigheter

Fra Øvre sund og til Bybrua er Drammenselva relativt smal og dyp. Det er relativt store vannhastigheter i flom. Våren 2004 var det en vannføring på 1165 m<sup>3</sup>/s og da målte NVE vannhastighetene i 3 tverrprofiler mellom Øvre Sund og Bybrua og i to tverrprofiler nedstrøms Bybrua, se vedlagte plott.

Tabell. 3.2 Viser vannhastigheten under flommen i mai 2004. Vannføringen på måletidspunktet var 1165 m<sup>3</sup>/s.

Strekning	Maksimal vannhastighet ved overflaten	Maksimal vannhastighet ved bunnen
Øvre Sund - Bybrua	3m/s	2 m/s
Nedstrøms Bybrua	2 m/s	1 - 1,5 m/s

Normalt er det et saltvannslag på bunnen som ligger relativt rolig mens ferskvannet renner oppå.

I flom når saltvannslaget presses ut vil det kunne oppstå erosjon. Hvor stor vannføring som er nødvendig for at saltvannslaget skal presses ut er avhengig av flere forhold men det viktigste er vannstanden i Drammensfjorden.

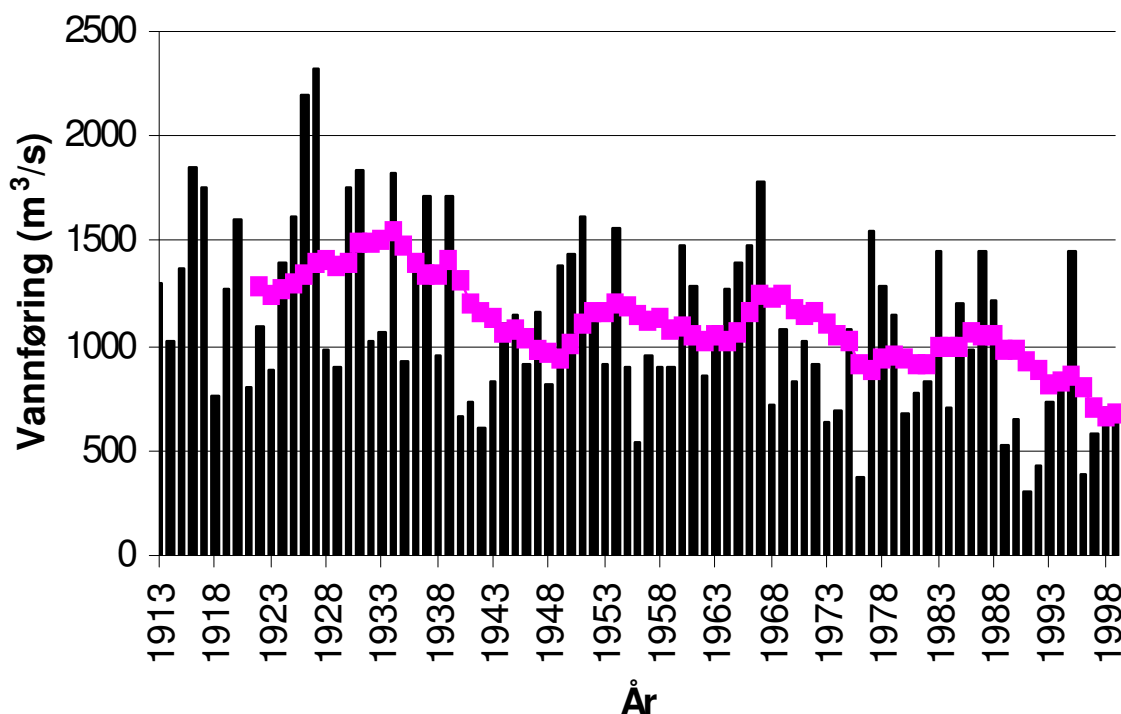
Målingene i mai 2004 ved en vannføring på 1165 m<sup>3</sup>/s viste i store deler av

tværssnittene hastigheter ikke bare i overflaten men også nede ved bunnen. Det er et klart tegn på at saltvannskilen var presset ut.

### 1.3 Historiske flommer

Ved Døvikfoss startet registreringene av vannføring så tidlig som i 1913. I figur 3.2 har vi plottet de største årlige flommene (ved Døvikfoss) fra 1913 til 1998. Tar vi med perioden frem til og med 2004 har vi i denne perioden hatt 15 til 20 flommer (inkl år 2000 flommen) som har vært større enn ca 1500 m<sup>3</sup>/s ved utløpet i Drammensfjorden. Dvs. 15 – 20 store flommer de siste 90 årene.

Den største flommen som er observert er 1927 flommen med en vannføring på ca 2300 m<sup>3</sup>/s.



Figur 3.3 . Flomvannføring ved Døvikfoss. Største årlige flomvannføring er plottet sammen med løpende 10-års middel.

I NVE rapport ” 8 – 2001 Flomberegning for Drammenselva” er det i tillegg til historiske flommer også utført statistiske analyser for å beregne flomstørrelsene for ulike gjentaksintervall.

Tabell 3.3 Beregnede flomstørrelser ved ulike gjentaksintervall

<b>Gjentaksintervall</b>	<b>Flomstørrelser</b>
Midlere flom	1070 m <sup>3</sup> /s
5 års flom	1430
10 års flom	1640
20 års flom	1820
50 års flom	2220
100 års flom	2590
200 års flom	2780
500 års flom	3000

### **3.4 Bunnkotekart**

Bunnkotekart er et av de beste hjelpemidlene for å dokumentere bunnforandringer.

I 1992 ble det laget bunnkotekart i Drammenselva i hele Drammen kommune. I 1997 ble det laget et kart oppstrøms bybrua og til Øvre sund. Vi bestemte oss for å ta opp et nytt bunnkotekart høsten 2004 for å kunne dokumentere eventuelle bunnforandringer siden 1992 og 1997.

Blom Maritime AS målte opp og laget et nytt bunnkotekart på strekningen Homenbrua til Øvre Sund høsten 2004, se vedlegg.

Gjennomsnittlig bunndybde ligger på 7 m ved Bybrua og avtar til 5 m ved jernbanebrua i Strømsløpet. I Bragernesløpet er det noe grunnere.

I denne rapporten konsentrerer vi oss om elvestrekningen som ligger utenfor Bragernes.

Sammenligning av kartene viser at på en strekning nedstrøms Bybrua har det vært en utdyping på 0,5 til 1 m fra 1992 til 2004. Videre nedover er det noen mindre forandringer, men dette har ingen praktisk betydning for stabiliteten på Bragernes.

Erosjonen som er registrert nedstrøms Bybrua er sannsynligvis oppstått ved flommen i 1995 eller muligens 2000.

### **3.5 Konklusjon**

Erosjonen som er registret nedstrøms Bybrua i kombinasjon med ugunstige geotekniske forhold medfører at det bør legges ut en kombinert erosjonssikring og motfylling.

En kommer nærmere tilbake til det i kap. 4.

Erosjon oppstår bare i flomperioder når saltvannskilen er presset ut. For at det skal oppstå erosjon av betydning nedstrøms Bybrua antar vi at en må ha vannføringer på minst 1300 – 1500 m<sup>3</sup>/s.

## 4. Geotekniske vurderinger - stabilitetsberegninger

NGI har på oppdrag fra NVE og Drammen kommune utført supplerende grunnundersøkelser for sonen Bragernes. Undersøkelsene er meget omfattende. De geotekniske vurderingene og beregningene har gjennomgått en grundig kvalitetskontroll internt på NGI og ved Universitetet i Oslo. NGI har benyttet sine mest kompetente personer innen kvikkleire.

Vi gjengir noen av vurderingene som er fremkommet i NGI sin rapport:

Undersøkelsene har resultert i at faresone Bragernes nå er noe mindre i utstrekning enn opprinnelig. Ellers bekrefter undersøkelsene at det ligger kvikkleire under praktisk talt hele sonen. Det er spesielt tre forhold som er ugunstige med hensyn til kvikkleiren i dette området:

- Overgangen til kvikkleire ligger for en stor del bare 3-4 m under terreng. Ved gravearbeider vil en derfor ofte komme ned i kvikkleire.
- Leiren blir helt flytende ved omrøring (høy sensitivitet). Dette øker faren for at grunnbrudd kan utvikle seg til et større skred.
- Kvikkleirelaget har stor mektighet, 15 - 25 m. Derved øker faren for dypere glidninger og derved store skred.

Undersøkelsene viser videre at poretrykkene (vanntrykkene) i leiravsetningen til dels er svært høye. Dette er ugunstig med hensyn til leirens styrke.

Stabilitetsanalysene viser at det på deler av sonen er behov for tiltak for å oppnå/opprettholde en akseptabel sikkerhet mot skred. Faresone Bragernes er derfor delt inn i tre delsoner avhengig av dagens stabilitetsmessige tilstand.

- Delsone I har god sikkerhet. Anleggsvirksomhet forventes ikke å medføre kritisk områdestabilitet. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om sikker byggegrop og sikring av nabobygg.
- Delsone II har tilfredsstillende sikkerhet under dagens forhold. Forverring av sikkerheten må imidlertid unngås. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om en viss forbedring av sikkerheten i alle faser av utbyggingen så vel som permanent.
- Delsone III har utilstrekkelig sikkerhet ut mot elven. Det anbefales utlagt en stabiliserende fylling ute i elven. Ny bygge virksomhet bør ikke tillates før sikkerheten er bedret. Etter utlegging av motfylling, vil delsonen III inngå i delsonen I.



## 5. Tiltak og kostnadsoverslag

For delsonene III er ikke sikkerheten tilfredsstillende. Dybdemålingene viser dessuten at det pågår noe erosjon, hvilket fører til en forverring av stabiliteten over tid.

Den mest hensiktsmessige måten å sikre området på vil være å legge ut en stabiliserende fylling ute i elva. Foruten å bedre stabiliteten, vil en fylling hindre videre erosjon i området.

Fyllingen er tenkt fra området ved Bybrua og ca 220 – 250 m nedstrøms. Fyllingen bør strekke seg 30 – 40 m ut fra land og ha en tykkelse på minimum 2 m på gjennomsnitt. Totalt vil dette utgjøre et teoretisk volum på ca 15 000 m<sup>3</sup>. I praksis forventer en at det medgår et volum på ca 25 000 m<sup>3</sup> pga lokale tilpassninger og setninger.

Detaljene rundt utformingen av fyllingen vil en komme tilbake til seinere.

Totale kostnader er anslått til ca 17 millioner kroner inkl. mva.

Detaljprosjekteringen må bla se nærmere på følgende :

- Honnørbygga i Drammen – må være mulighet for å legge til med båter langs kaiene også etter utfylling.
- Overvannsledninger som kommer ut i muren minst 3- 4 stk
- Bobleanlegg rundt Skutebygga
- Skutebygga
- Kloakkledning
- Eventuelt riggområde ved gjennomføringen, Holmennokken, kan være mindre egnet da den skal ferdigstilles sommeren 2005.

## **6. Virkninger og planbehandling av tiltaket**

Den planlagte utfyllingen vil kunne ha en oppstuvende virkning ved store flommer. Detaljprosjekteringen vil se nærmere på disse virkningene.

Før tiltaket kan gjennomføres må en gjennomføre en vanlig saksbehandling mot aktuelle lovverk som Plan og bygningsloven, Vannressursloven, Havne og farvannsloven, Forurensningsloven, osv.

## **7. Gjennomføring**

Tiltakene bør fortrinnsvis gjennomføres i vinterhalvåret.

En vil se på mulighetene for å kunne skaffe stein fra veianlegg i området. Tidspunktet for gjennomføring av tiltakene er avhengig av finansieringen, jf neste kapittel.

NVE har nødvendig kompetanse til å kunne stå som ansvarlig søker, ansvarlig for prosjektering og byggeledelse ved gjennomføring av sikringstiltakene. Vi tiknytter oss geoteknisk spisskompetanse etter behov.

## 8. Finansiering

NVE får gjennom ”Program for økt sikkerhet mot leirskred” årlige bevilgninger til sikring av skredutsatte områder. Kommunen kan søke NVE om hjelp til planlegging og gjennomføring av sikringstiltak mot skred i og langs vassdrag. Ved tiltak der NVE deltar, må kommunen betale en distriktsandel på normalt 20 % av totalkostnadene.

Gjennom ”Program for økt sikkerhet mot leirskred” har det blitt avdekket mange soner hvor en ikke har tilfredsstillende sikkerhet mot skred. De mest omfattende prosjektene det jobbes med nå ligger i Telemark, Buskerud og Trøndelag. Mange av dem har tilsvarende alvorlighetsgrad som Bragernes.

NVE vil fremme prosjektet på vanlig måte. På det nåværende tidspunkt er det ikke mulig å si når prosjektet kan komme til utførelse.

NVE vil sammen med kommunen jobbe for å få gjennomført prosjektet så raskt som mulig.

## 9. Beredskap

I påvente av at det utføres tiltak anbefaler vi at ansvarlige beredskapsmyndigheter utarbeider en **risiko og sårbarhetsanalyse**.

Kunnskapen om grunnforholdene i området vil vi videreformidle til:

Olje og energi- departementet

Fylkesmannen i Buskerud

Fylkeskommunen

Drammen kommune har deltatt i prosjektet for gjennomføringen av de supplerende grunnundersøkelsene og er gjennom dette godt informert.

## 10. Erfaringer fra prosjektet

I regi av ” Program for økt sikkerhet mot leirskred” gjennomfører NVE flere lignede prosjekter og vi vil gi en kort oppsummering av erfaringene så langt.

Opplysningene en satt med etter kartleggingen var at sonen Bragernes var klassifisert i høyeste risikoklasse, dvs ikke tilfredsstillende sikkerhet for eksisterende bebyggelse. Det er ikke akseptabelt for et byområde.

Supplerende undersøkelser ble satt i gang. Disse innbefatter:

- Grunnboringer + montering av poretrykksmålere
- Oppmåling av nytt bunnkotecart. Erfaringene fra dette arbeidet er at en må bruke spesialister med topp moderne utstyr for å oppnå tilstrekkelig nøyaktighet. Fagmiljøet her er meget lite.
- Stabilitetsberegninger ferdige i oktober 2004. Resultatene indikerer fortsatt meget omfattende sikringstiltak.
- Etter anbefaling fra NGI settes det i gang omfattende spesialundersøkelser (blokkprøver taes opp), flere grunnboringer og montering av flere poretrykksmålere. Som en del av dette utføres det omfattende laboratorieforsøk. De beste fagfolkene settes på saken.
- De supplerende undersøkelsene har kostet snaut 2 millioner kroner og de foreslåtte tiltakene er kalkulert til 17 millioner kroner.

### Konklusjon

**Uten omfattende supplerende undersøkelser ville sikringstiltakene blitt vesentlig mer omfattende og kostbare.**

**I tillegg til den rent økonomiske siden har en nå meget gode kunnskaper og forutsetninger for å kunne forvalte Bragernes området på en god måte for fremtiden.**

# Vedlegg :

- Ortofoto
- Kart med innlagte dybdekoter
- Plott av hastighetsmålinger
- Faktaark med informasjon om ”Program for økt sikkerhet mot leirskred”
- Informasjonsbrosjyren ” Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen”

# TEGNFORKLARING

- 1** God stabilitet
- 2** Tilfredstillende stabilitet, bør ikke forverres
- 3** Ikke tilfredstillende stabilitet, sikres ved motfylling

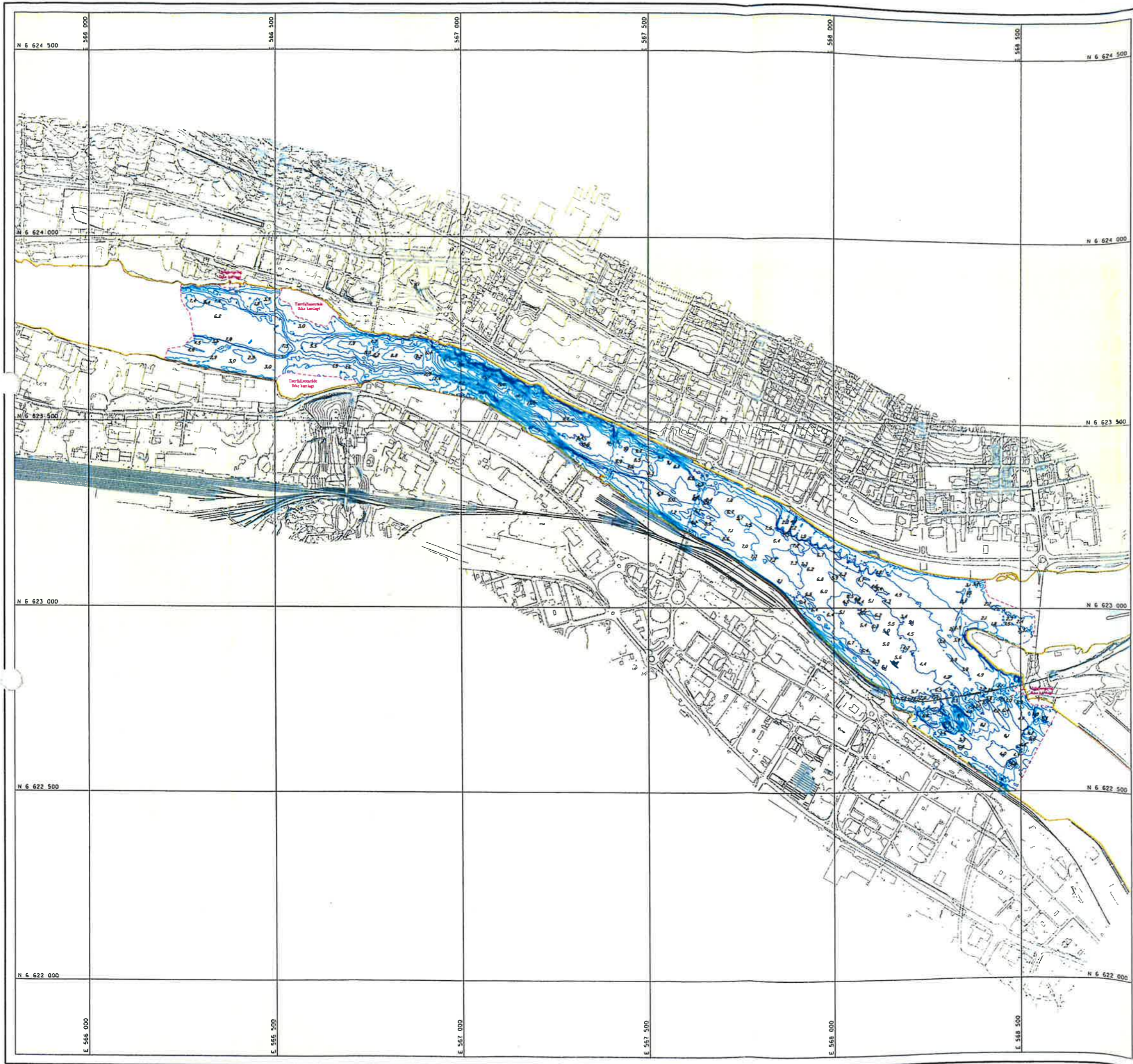
 Motfylling

**1**

**2**

**3**





### TEGNFORKLARING

Kystlinje (MHW)	Undervanns kabel	RTK referanse stasjon
D-linje (Vref)	Rerledning	Inkludert høyde
Fyt område (Vref)	Bøyer og stoker	Oppendingsgrense
Dybde konturer	Lykter	
12.5 Dybde (posisjon i deelmålepunkt)		
*12.5) Dybde uten av posisjon (posisjon 1*)		

Tegnforklaring er fyller for alle Blom Maritime AS prosjekter, varslinger kan forekomme.

### BESKRIVELSE

OPPHÅLINGS PERIODE: September 2004  
 VANNSTANDS-OBSERVASJONER: RTK høyder med korrigert

**EKOLODD**  
 FARTBY: CopCat10

**POSISJONERING**  
 - overflate: Trimble 4700 med CP05  
 - under vann:

**RTK REF. STASJON**  
 - an: Statens Kartverk, Hønefoss  
 - nord:  
 - høyde:

**EKOLODD**  
 - mikroelektronikk: EM1002 Dual  
 - akustisk:

**BEVEGELSESSENSORER**  
 - gyro: Seapath 200  
 - utskude: Seapath 200

**ROV**  
 SSS:

### MERKNADER

Dybde konturer er generert fra digital terreng modell (DTM) med grid størrelse 1 x 1 m.

Dette er en frittstående utgave, og alle data generert ved bruk av programvare og utrustning fra Kongsberg Simrad AS. Digital terreng modellering og kartlegging er utført ved bruk av programvare og utrustning fra Kongsberg Simrad AS. Kart sammensetting og kartografisk utforming er utført i MicroStation 7.

Data gitt i NOD4 systemet er transformert til EUREF89 ved hjelp av BSKTRANS v.4.0.

**MÅLESTOKK 1:5000**

Kontur intervall: 1m

Koordinatystem: EUREF89 / UTM Sone 32 Nord  
 Vertikal referanse: NN54

### KARTBLAD INDEKS

1	Epidemisk utbrudd	14.10.2004	AL	JHR	BUE
REV.	REVISJON	DATE	AV	KONTROLL	COGJENT

**Blom Maritime AS**  
 Clausenveien 90  
 N-4032 Sløvra, NORWAY  
 Telefon: +47 51 70 83 00  
 Fax: +47 51 70 83 01  
 e-mail: maritime@blom.no  
 http://www.blom.no/

**NVE REGION SØR**

KUNDE PROSJEKT: Kartlegging Drammenselva  
 TITTEL: Bunnkartlegging

BLM PROJEKT N°: 0402031  
 DATUM: 14.10.2004  
 DOKUMENT N°: 001



## Notater Profilering Drammenselva 10.5.2004

Alle profiler ble startet på høyre side av elva, sett nedstrøms.

Profil:1 Filnavn dram000r.000

Vannstand: Høyre side 1,64 m fra topp kant

Venstre side: 0,7 m under topp mur( grønt skilt ved kloakkrør)

Profil:2 Filnavn dram1001r.000

Vannstand: Høyre side 1,2 m under murkant

Venstre side 0.9 m underkant mur

Profil:3 Filnavn dram1002r.000

Vannstand: Høyre

Venstre side 0.8 under bryggekant

Profil:4 Filnavn dram1003r.000

Vannstand: Høyre side ved Drammen stasjon

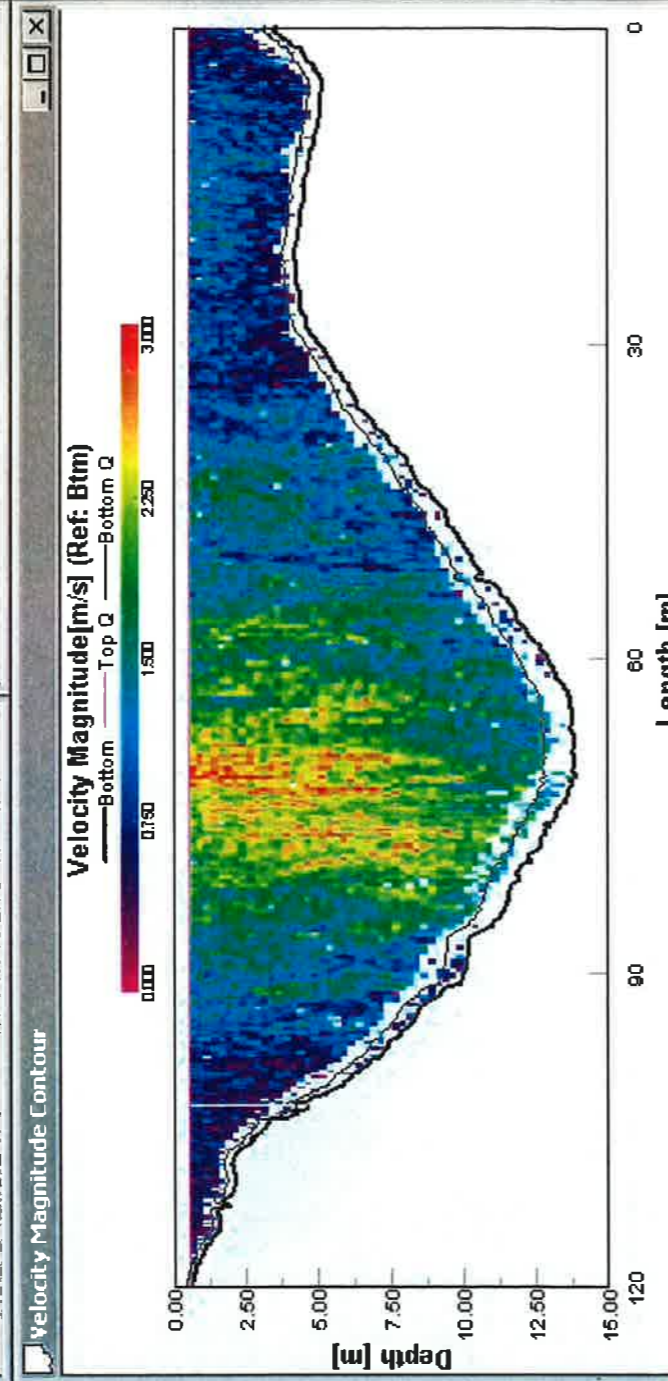
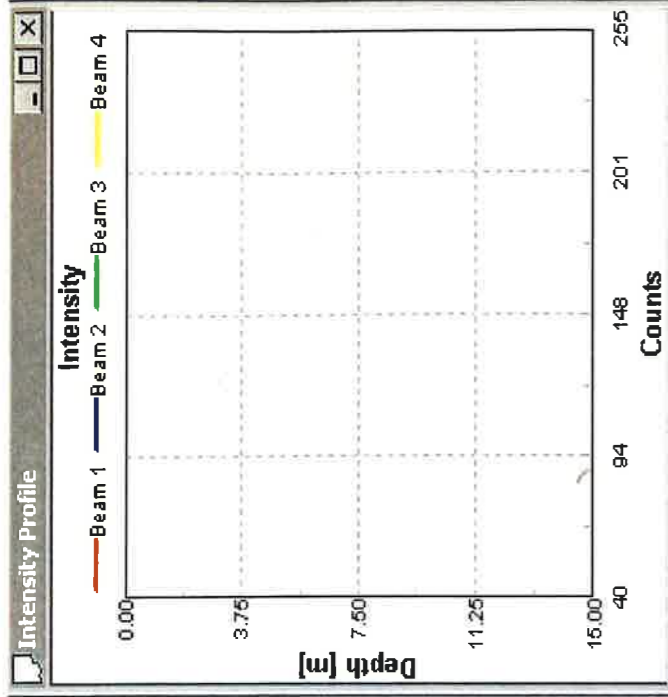
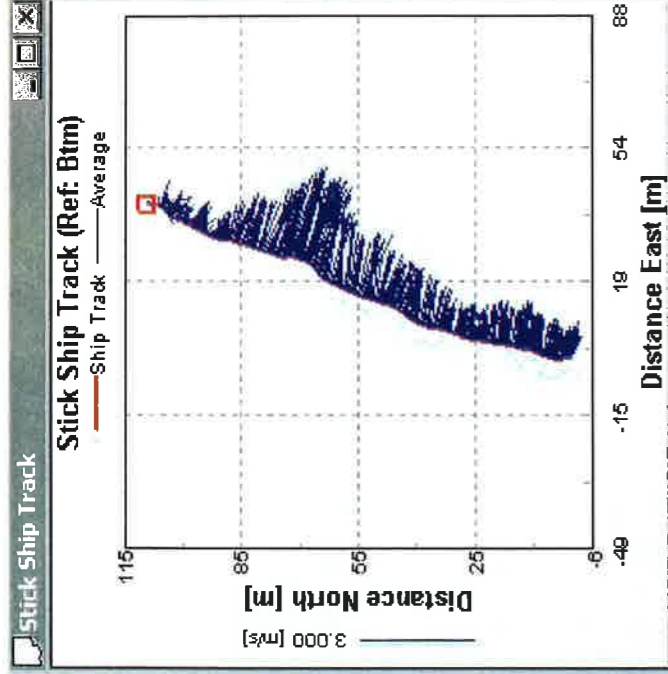
Venstre side 1,8 m underkant mur

Profil:5 Filnavn dram1004r.000

Vannstand: Høyre side

Venstre side 0,15 m under helle 2 fra topp.

Composite Tabular			
Ens. #	616	# Ens.	476
Lost Ens.	0	Bad Ens.	38
%Bad Bins	4%	Delta Time	0.40
10-May-04 12:08:38.97			
Pitch	1°	Roll	0°
Heading	4°	Temp	8°C
<b>Discharge (Btm) Right to Left</b>			
Good Bins	0		
Top Q	82.342	[m³/s]	
Measured Q	989.206	[m³/s]	
Bottom Q	87.862	[m³/s]	
Left Q	0.212	[m³/s]	
Right Q	1.386	[m³/s]	
Total Q	1161.009	[m³/s]	
<b>Navigation (Btm)</b>			
Boat Speed	0.114	[m/s]	
Boat Course	359.98	[°]	
Water Speed	Bad	[m/s]	
Water Dir.	Bad	[°]	
Calc. Depth	0.59	[m]	
Length	119.63	[m]	
Distance MG	116.31	[m]	
Course MG	19.67	[°]	
Time	202.87	[s]	



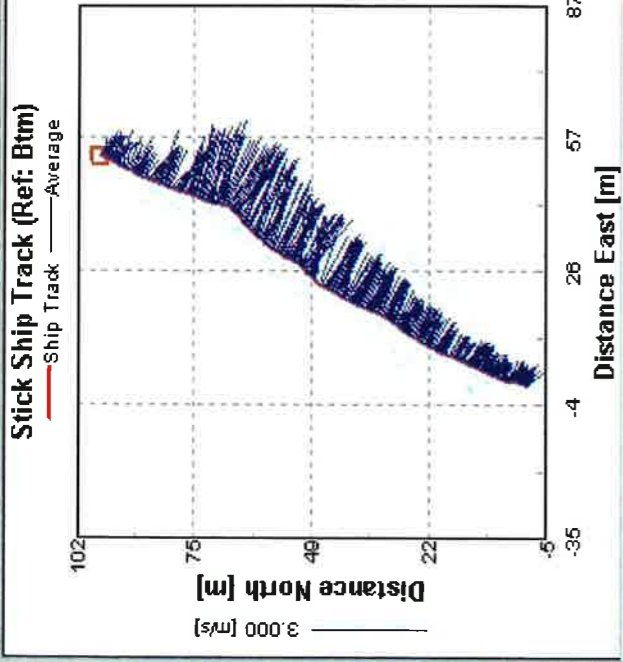
Composite Tabular

Ens. # 753 # Ens. 426  
 Lost Ens. 0 Bad Ens. 2  
 %Bad Bins 2% Delta Time 0.43  
 10-May-04 12:19:17.67  
 Pitch 2° Roll 0° Heading 322° Temp 8°C

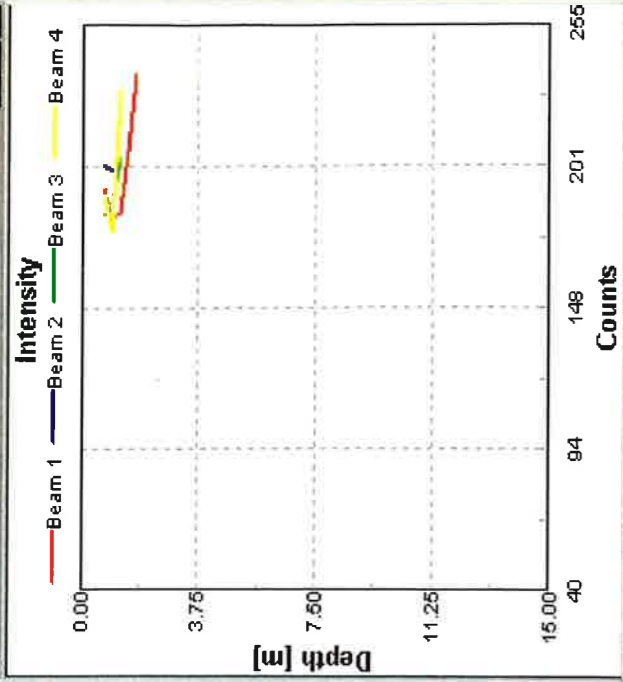
**Discharge (Btm) Right to Left**  
 Good Bins 2  
 Top Q 83.555 [m³/s]  
 Measured Q 1009.289 [m³/s]  
 Bottom Q 83.365 [m³/s]  
 Left Q 0.478 [m³/s]  
 Right Q 0.553 [m³/s]  
 Total Q 1177.240 [m³/s]

**Navigation (Btm)**  
 Boat Speed 0.370 [m/s]  
 Boat Course 2.81 [°]  
 Water Speed 0.587 [m/s]  
 Water Dir. 123.21 [°]  
 Calc. Depth 1.50 [m]  
 Length 112.47 [m]  
 Distance MG 110.33 [m]  
 Course MG 28.37 [°]  
 Time 182.76 [s]

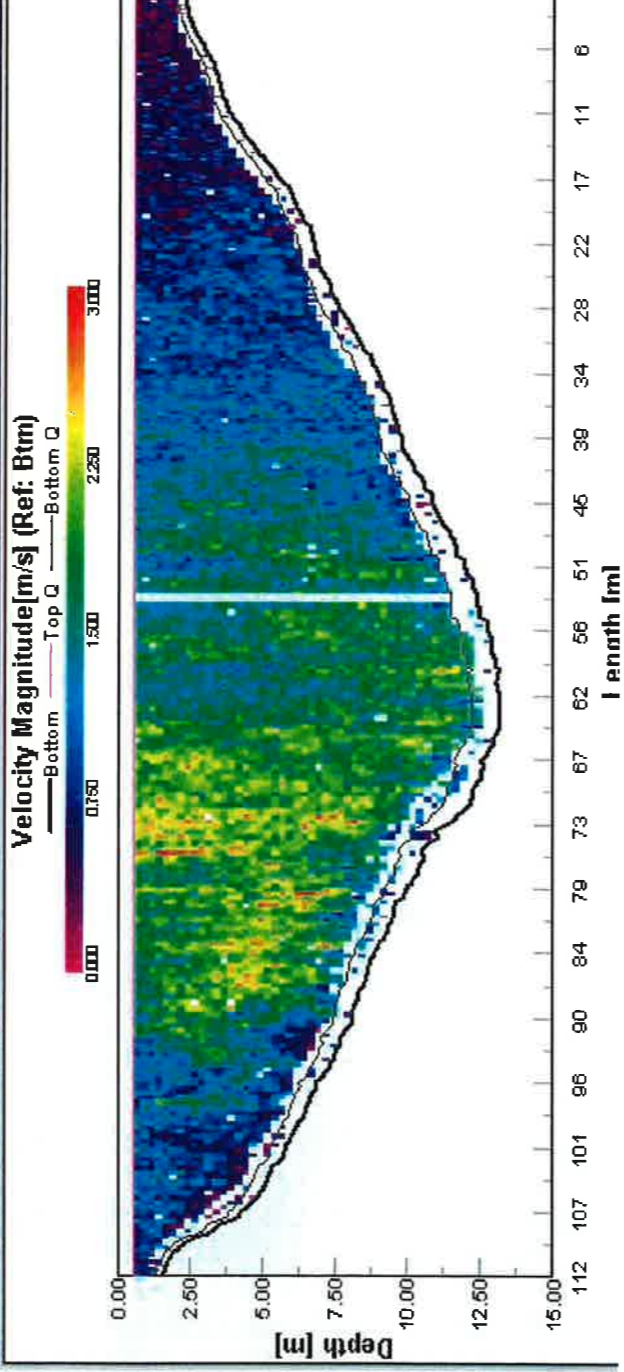
Stick Ship Track



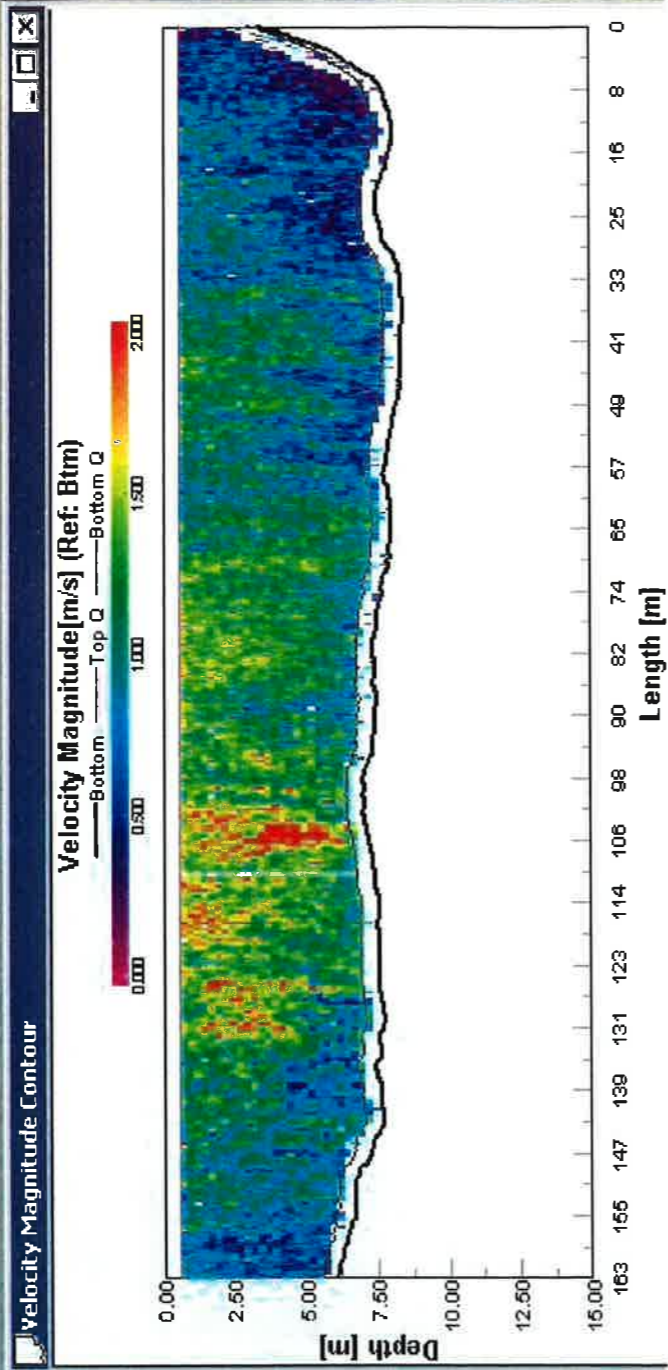
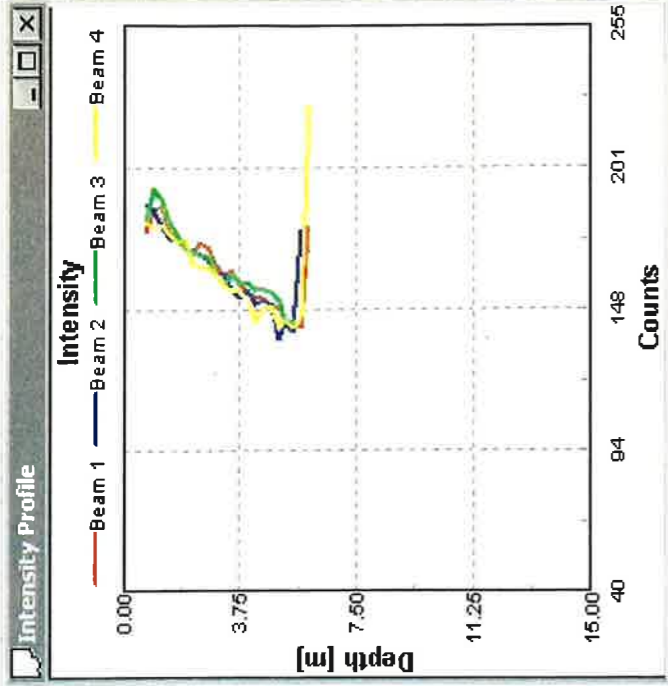
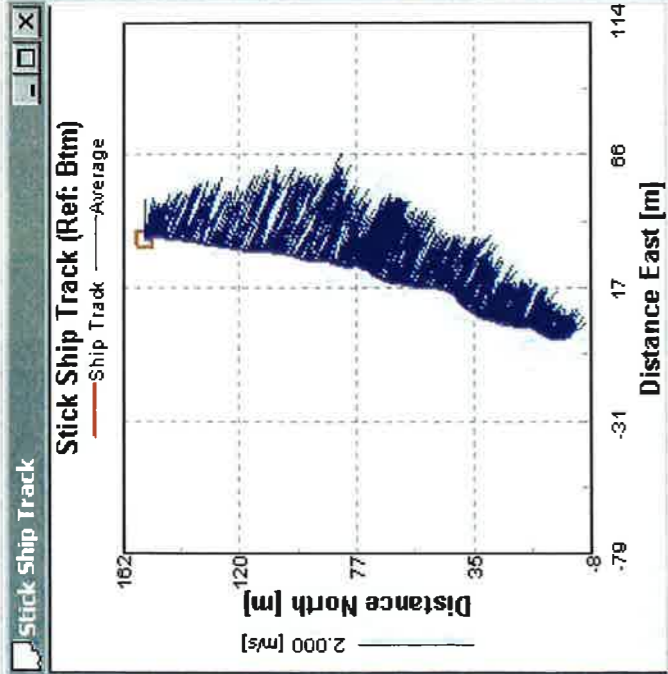
Intensity Profile



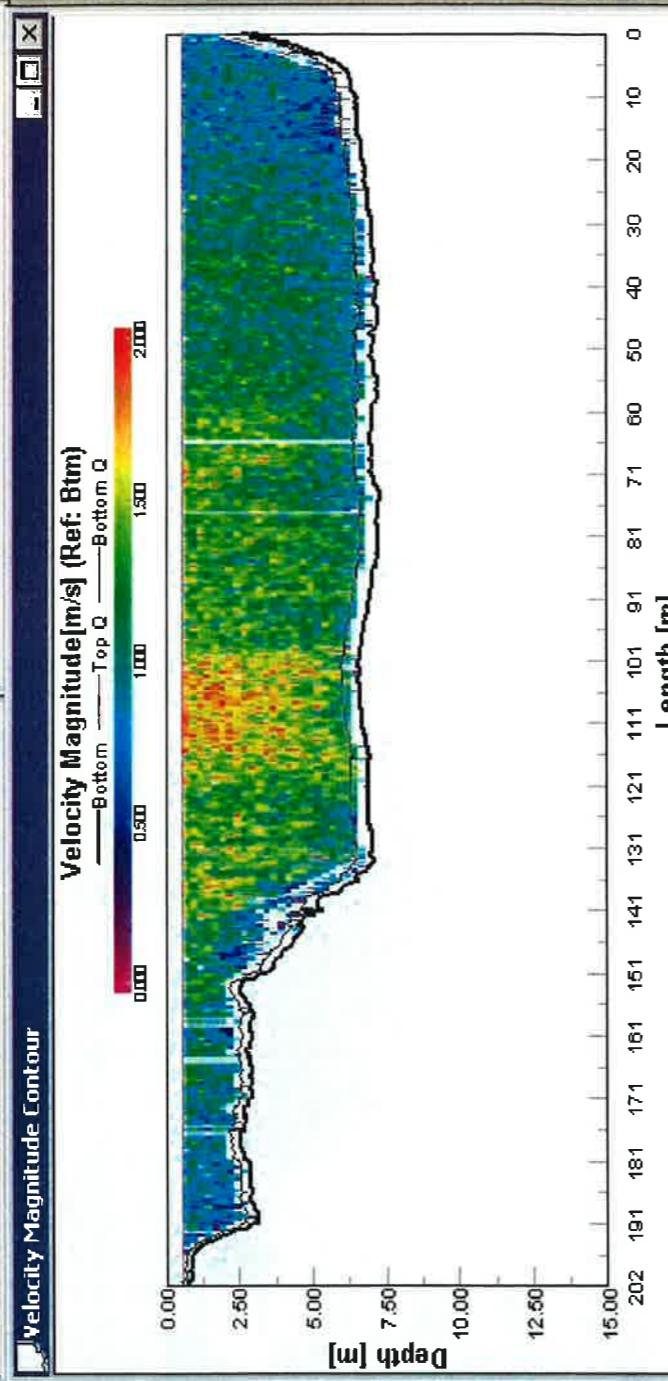
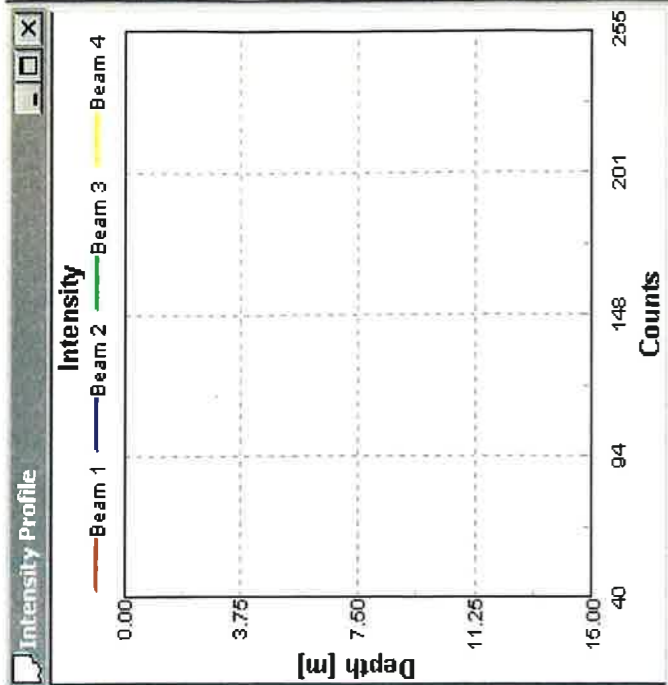
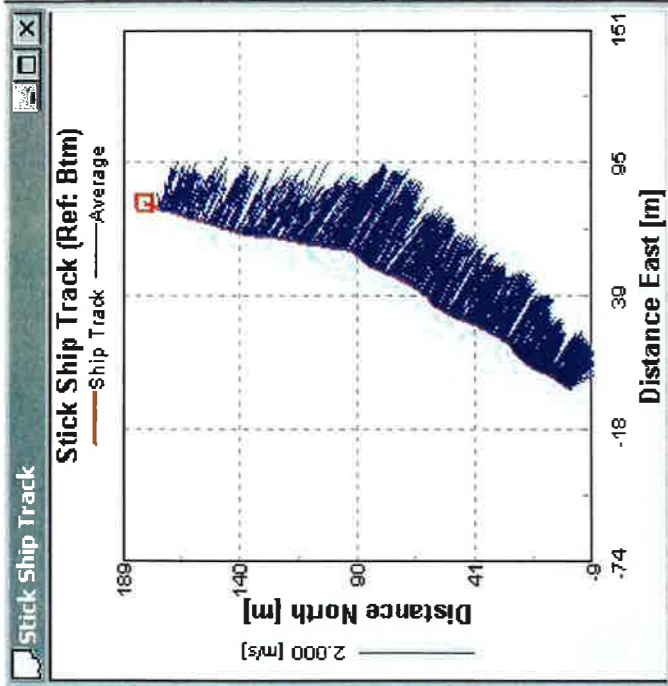
Velocity Magnitude Contour



Composite Tabular			
Ens. #	2239	# Ens.	682
Lost Ens.	0	Bad Ens.	2
%Bad Bins	1%	Delta Time	0.41
10-May-04 12:29:19.93			
Pitch	0°	Roll	-0°
Heading	281°	Temp	8°C
<b>Discharge (Btm) Right to Left</b>			
Good Bins	19		
Top Q	99.557	[m³/s]	
Measured Q	941.387	[m³/s]	
Bottom Q	76.081	[m³/s]	
Left Q	0.000	[m³/s]	
Right Q	0.550	[m³/s]	
Total Q	1117.575	[m³/s]	
<b>Navigation (Btm)</b>			
Boat Speed	0.115	[m/s]	
Boat Course	332.42	[°]	
Water Speed	0.632	[m/s]	
Water Dir.	87.13	[°]	
Calc. Depth	6.07	[m]	
Length	163.48	[m]	
Distance MG	158.43	[m]	
Course MG	12.79	[°]	
Time	290.67	[s]	



Composite Tabular			
Ens. #	3490	# Ens.	679
Lost Ens.	0	Bad Ens.	38
%Bad Bins	3%	Delta Time	0.42
10-May-04 12:38:07.00			
Pitch	0°	Roll	Temp
	0°	Heading	7°C
		326°	
<b>Discharge (Btm) Right to Left</b>			
Good Bins	0		
Top Q	129.794	[m³/s]	
Measured Q	936.711	[m³/s]	
Bottom Q	95.864	[m³/s]	
Left Q	1.077	[m³/s]	
Right Q	2.106	[m³/s]	
Total Q	1165.551	[m³/s]	
<b>Navigation (Btm)</b>			
Boat Speed	0.381	[m/s]	
Boat Course	12.00	[°]	
Water Speed	Bad	[m/s]	
Water Dir.	Bad	[°]	
Calc. Depth	0.77	[m]	
Length	201.56	[m]	
Distance MG	196.39	[m]	
Course MG	23.30	[°]	
Time	285.27	[s]	



Composite Tabular

Enrs. # 4547 # Ens. 599  
 Lost Ens. 0 Bad Ens. 4  
 %Bad Bins 1% Delta Time 0.41

10-May-04 12:45:17.82  
 Pitch Roll Heading Temp  
 1° 0° 12° 7°C

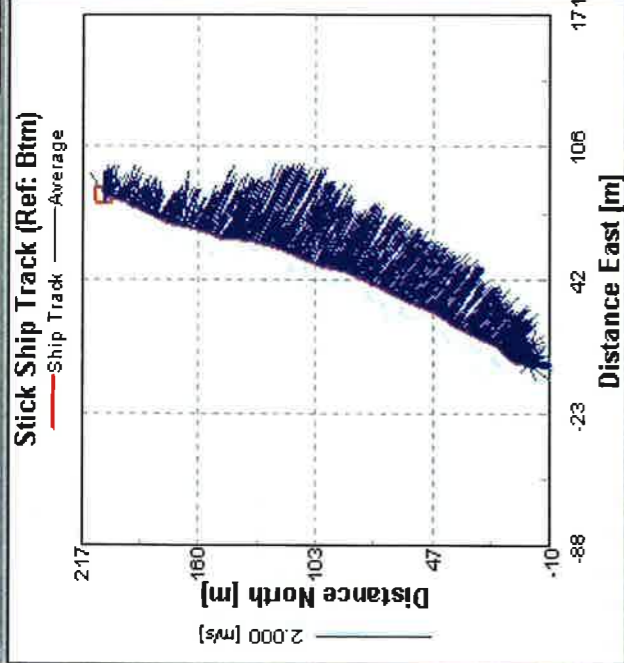
Discharge (Btm) Right to Left

Good Bins 3  
 Top Q 128.398 [m³/s]  
 Measured Q 921.572 [m³/s]  
 Bottom Q 88.305 [m³/s]  
 Left Q 0.368 [m³/s]  
 Right Q 0.179 [m³/s]  
 Total Q 1138.823 [m³/s]

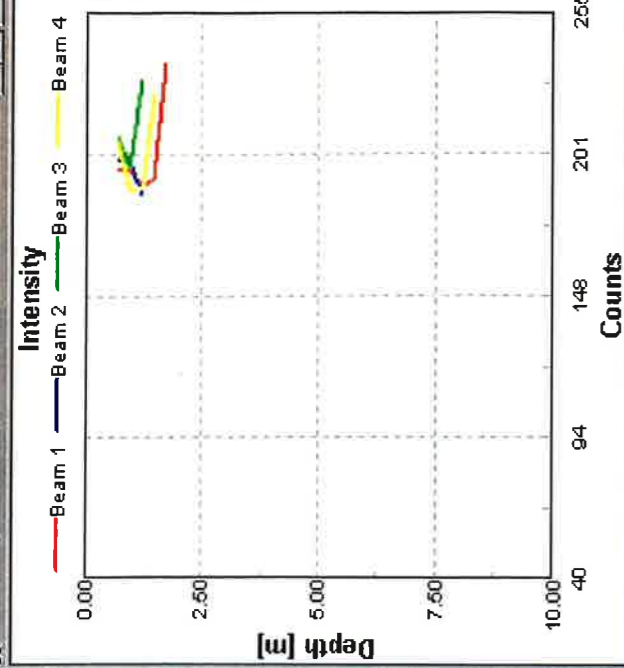
Navigation (Btm)

Boat Speed 0.434 [m/s]  
 Boat Course 25.84 [°]  
 Water Speed 0.147 [m/s]  
 Water Dir. 269.69 [°]  
 Calc. Depth 1.68 [m]  
 Length 226.28 [m]  
 Distance MG 222.96 [m]  
 Course MG 21.91 [°]  
 Time 252.22 [s]

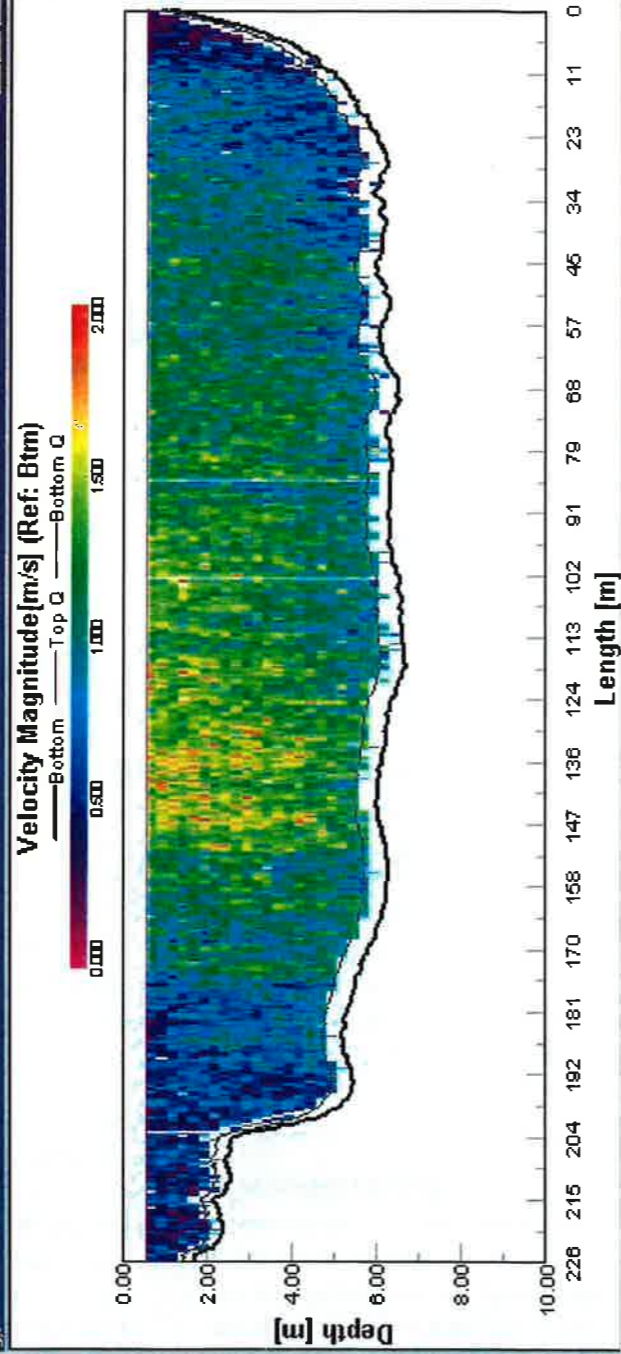
Stick Ship Track



Intensity Profile



Velocity Magnitude Contour





# Program for økt sikkerhet mot leirskred

*Programmet skal gi et bedre grunnlag for å redusere faren for liv og verdier som følge av skred langs vassdrag. Kvikkleireområder plasseres i fem risikoklasser, etter vurdering av skredfare og konsekvensen ved skred. Dette vil gi bedre underlag for arealplanlegging og utbygging, og for prioritering av sikringstiltak for eksisterende bebyggelse. Programmet er et samarbeid mellom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Norges geotekniske institutt (NGI), Norges geologiske undersøkelser (NGU) og de berørte kommuner. Statens naturskadefond bidrar med økonomisk støtte til risikoklassifiseringen.*

## Bakgrunn

Skred i leiområder har gjentatte ganger tatt liv og eiendom. Etter Risarsaset i 1978 har Statens kartverk med bistand fra Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Norges geologiske undersøkelser (NGU) kartlagt kvikkleireområder med potensiell skredfare. Disse faresonekartene viser om lag 1500 skredfarlige soner i Sør-Norge og Trøndelag, med et samlet areal på 500 km<sup>2</sup>. Nord-Norge er foreløpig ikke kartlagt.

De fleste kvikkleiresonene grenser mot vassdrag, og skred utløses ofte av flom og erosjon. NVE har i en rekke tilfeller gitt bistand til sikringstiltak mot leirskred langs vassdrag, men har manglet et grunnlag for en overordnet prioritering av forebyggende tiltak. De gamle faresonekartene gir heller ikke særlig godt grunnlag for å ta hensyn til skredfare i arealplanleggingen.

## Kvikkleire

Kvikkleire er opprinnelig leirpartikler som er avsatt i sjøvann. Leirpartiklene er små, lette og ofte forholdsvis flate. Når leirpartiklene kommer i kontakt med saltvann blir de elektrisk ladet (+ og -). Dette resulterer i at leirpartiklenes kanter tiltrekker hverandre (fnokking) og bindes sterkt sammen. Det dannes et gitter (korthusstruktur) med innesluttet vann. Ved landhevingen etter siste istid har marine leiravsetninger blitt liggende over havnivået. Over tid er saltet vasket ut og de elektriske ladninger er redusert. Det dannes derved kvikkleire. Den tåler stort trykk i vertikal retning, men ved horisontal påvirkning kan gitteret klappe sammen og leirpartiklene flyter i frigjort vann. Resultatet blir kvikkleireskred. Kvikkleireskred kan forplante seg raskt bakover, og ta store områder.

## Mål

Program for økt sikkerhet mot leirskred skal bidra til tryggere lokalsamfunn ved å redusere faren for tap av menneskeliv og verdier som følge av leirskred. Kunnskapene om områder med kvikkleire skal bli bedre og mer tilgjengelige, og skredfarlige områder skal kunne vurderes samlet. Dette vil bedre grunnlaget for å ta hensyn til skredfare ved arealplanlegging og utbygging, og til en bedre prioritering av sikringstiltakene. Til sammen vil dette redusere risikoen ved skred.

## Gjennomføring

Programmet ble startet i 2000. Den første risikoevaluering av kjente områder med potensiell skredfare skal gjennomføres i løpet av 2005. Innen 2009 skal det gjennomføres nødvendige sikringstiltak i områder med høy risiko. Dette er imidlertid avhengig av at det blir bevilget tilstrekkelig med midler til programmet.

## Samarbeid med kommunene

Tiltakene i programmet skjer i samarbeid med de berørte kommunene. Før oppstart av risikoklassifiseringen i den enkelte kommune blir det holdt et møte der programmet presenteres, og kommunen får komme med sine synspunkter. Dette gir grunnlag for oppstart, videre samhandling og prioriteringer.

## Fem tiltak for økt sikkerhet

### Risikoklassifisering

Eksisterende faresonekart viser områder som er utsatt dersom skred utløses. På oppdrag fra NVE vil NGI vurdere faresonenes utstrekning på nytt og dele dem i mindre områder der dette er riktig. Deretter vil de vurdere faregrad (sannsynlighet for skred) og konsekvensene ved skred. Risikoklassene kommer fram ved å sammenstille faregrad og konsekvens. Metoden er utviklet av NGI. For soner i høy risikoklasse er der aktuelt med mer detaljerte grunnundersøkelser. Disse gjennomføres i samarbeid med kommunen.

### Informasjon om skredfare

Resultater fra risikoklassifiseringen blir formidlet ved kart og rapporter til berørte kommuner. Kommunene vil få kart som viser faregrad, konsekvens og risiko for sonene. Dette vil være til hjelp i arbeidet med arealplaner og beredskapsarbeid. Informasjonen vil bli tilgjengelig i GIS. Resultatene fra risikoklassifisering-

### Metode for risikoklassifisering

#### Faregrad

Faregrad er en vurdering av sannsynlighet for et skred (skredfare). Vurderingen bygger på kriterier som omhandler grunnforhold, topografi, erosjon og flom. Faregrad er delt i tre klasser, lav, middels og høy. Soner som får høy faregrad er soner der det skjer endringer. En flomsituasjon eller en nedbørrik periode kan føre til endringer som gjør området mindre stabilt. I tillegg kan



Boligfelt i Lahelle, Lier kommune. Det er kommunens ansvar å forebygge sårbarhet og risiko. Utarbeidelse av arealplaner og avgrensning av fareområder er en svært viktig del av kommunens sikringsarbeid. Plan- og bygningsloven stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot farer eller vesentlig ulempe som følge av natur eller miljøforhold. Her ble et hus revet etter skred.



Boligfelt i Hvittingfoss, Kongsberg kommune. Boligfeltet ligger på en kvikkleiresone. Etter flere ras på skrenten mot Numedalslågen og evakuering av husstander, ble skrenten sikret høsten 2001. Foto: S. Dahlgren



Bildet viser kvikkleireskredet ved Båstad ved Øyeren i 1974. Terrenget er et typisk ravinlandskap. I ravinene har mindre bekker erodert over lang tid. Samtidig har utfylling av ravinene ført til endret stabilitet. Skredet er monolitisk. Det betyr at hele skredområdet skle ut i en hendelse. Det var intet forvarningsnett for forkant av skredet. Foto: Fjellanger-Widerøe



Faregradskart over Trondheim

menneskelige inngrep påvirke faregraden.

Faregradskartet er viktig for kommunens arealplanarbeid. NVE vil i samarbeid med NGI og kommunene lage informasjon om hvordan faregradskart bør brukes, hva som må gjøres for å unngå at bruk av disse områdene gir økt risiko.

#### Konsekvens

Konsekvens er en vurdering av skadene et skred kan forårsake. Konsekvens er delt i tre klasser, lav, middels og høy. Skadekonsekvensene som vurderes er fare for tap/skader på liv og helse, tap av verdier og fare for at viktige samfunnsmessige



vil også inngå i en nasjonal skredda-  
 tabase som er under utvikling ved NGU,  
 og være et ledd i det nasjonale AREALIS-  
 programmet. De viktigste resultatene vil  
 også presenteres på NVEs nettsider.  
 er først og fremst kommunens opp-  
 gave å informere berørte innbyggere og  
 eiere i kommunen. NVE og NGI  
 (evt. annen geoteknisk ekspertise) kan  
 stå kommunen i informasjonsarbeidet.

## Kartlegging av utvalgte vassdrag i Nord-Norge

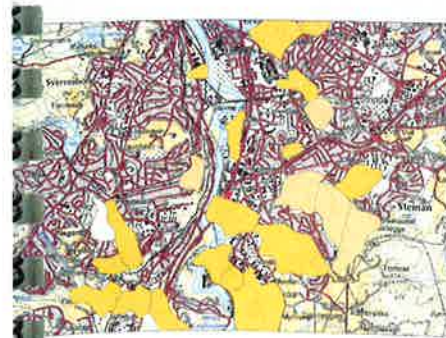
Statens kartverks planer for kartlegging  
 faresoner i Nordland, Troms og Finn-  
 mark videreføres av NGU når de overtar  
 svaret for faresonekartleggingen fra  
 2004. NVE bidrar til at utvalgte skredut-  
 vikleområder langs vassdrag  
 i Nord-Norge kartlegges. Deler av Måls-  
 vassdraget er kartlagt. NGU må utføre  
 en nødvendig kvartærgeologisk kartleg-  
 ging av områdene før NGI kan kartlegge  
 og risikoklassifisere kvikkleireområdene.

## Sikringstiltak

Langs vassdragene blir de fleste skred ut-  
 løst som følge av erosjon i bredden og  
 bunnen av elver og bekker. Utrasinger i  
 kvikkleireområder kan deretter utløse  
 store skred. Den vanligste sikringsmeto-  
 den er derfor å plastre det utsatte områ-  
 det med stein for å hindre videre erosjon.  
 Orte må man også legge en motfylling i  
 bunnen og oppover skråningen for å øke  
 stabiliteten og holde de ustabile massene  
 på plass. Det er også aktuelt å slake ut  
 bratte leirskråninger. Dimensjonering,  
 forming og gjennomføring forutsetter  
 geoteknisk og vassdragsteknisk eksper-  
 tise.



Rissaraslet ga oppstarten til kartleggingen av kvikkleireområder med potensiell skredfare. Skredgropen er 1,5 km lang. Skredet ble utløst etter omlagring av masser fra en byggegrop nederst ved vannet. Foto: Aftenposten

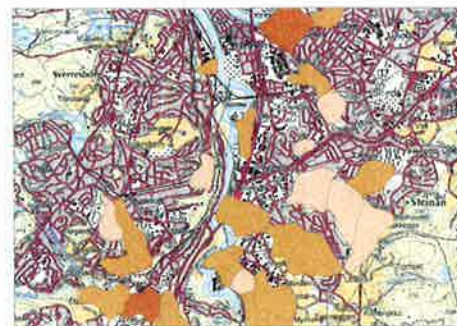


Konsekvenskart over Trondheim

funksjoner skal stoppe opp.

## Risiko

Risiko er produktet av faregrad (skred-  
 fare) og konsekvens (skadeomfang).  
 Kvikkleiresonene plasseres i en av fem  
 risikoklasser på bakgrunn av en vurde-  
 ring av skredfare og konsekvens. For de  
 høyeste risikoklassene 4 og 5 er risi-  
 koen uakseptabel. Risikokartet viser  
 risikovurderingen av kvikkleiresonene.  
 Kartet er hjelpemiddel for å prioritere  
 tiltak.



Risikokart over Trondheim

Generelt for alle kartene gjelder: mørkere  
 farge: høyere klasse

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er et direktorat under Olje- og energidepartementet med ansvar for å forvalte landets vann- og energiresurser.

NVE skal sikre en hellretlig og miljøvennlig forvaltning av vassdragene, fremme en effektiv kraftomsetning og kostnads-effektive energisystemer og bidra til en effektiv energibruk.

NVE har en sentral rolle i beredskapen mot flom og vassdragsulykker og leder den nasjonale kraftforsyningsberedskapen.

NVE er engasjert i FoU og internasjonalt samarbeid innen sine fagområder. NVE er nasjonal faginstitusjon for hydrologi.

Informasjon fra Norges vassdrags- og energidirektorat

Fakta-ark nr. 1 2002



Overvåking av skredfare. Hus med setningsskader, Harran kommune. Huseier har registrert setningsskader i sokkeletasjen. Instrumentering vil kunne avdekke dyper setninger eller mulig skredutvikling.

## Overvåking av skredfare

Behovet og mulighetene for et system for overvåking av mulig skredutvikling i utvalgte områder med høy risiko vil bli vurdert. Overvåkningen kan gå ut på regelmessig måling av poretrykk og setninger i grunnen i disse områdene.

## Bistand til sikringstiltak

NVE kan gi bistand til sikringstiltak mot skred langs vassdrag. Sikrings-tiltak med NVEs bistand har vært gjennomført mange steder. Flere av de eldre sikringsanleggene har nå behov for vedlikehold og oppgradering. I prioriteringen av bistand legges det størst vekt på faren for tap av liv. NVEs bistand til sikringstiltak er avhengig av de årlige tildelte midler over statsbudsjettet. Vanligvis kreves en distriktsandel på 20 prosent av kostnadene ved gjennomføring av tiltaket. Kommunen må garantere for denne andelen før tiltak iverksettes. Nærmere opplysninger om mulighetene for bistand fra NVE til sikring finnes på [www.nve.no](http://www.nve.no).

## Forebygging av skredrisiko

1. Potensielt skredfarlige kvikkleireområder lokaliseres
2. Områdene gjennomgås og inndeles i soner, etter den utstrekning et mulig skred sannsynligvis vil ha.
3. Sonene vurderes og gis poeng etter bestemte kriterier for faregrad og forskadekonsekvens, ut fra tilgjengelig informasjon og kunnskap. Poengverdien avgjør faregradsklasse (lav, middels, høy) og konsekvensklasse (liten, middels, stor) og deretter risikoklasse (1 – 5).
4. For kvikkleiresoner i høye risikoklasser (4 og 5), gjennomføres nøyere undersøkelser.
5. Soner som bekreftes å ha høy risiko prioriteres med tanke på sikringstiltak. Sikringstiltak planlegges og gjennomføres, avhengig av midler som er til disposisjon.
6. Kart for faregrad og risiko legges til grunn for arealplanlegging, utbygging og beredskap, slik at det taes hensyn til skredfaren.

# Fakta

## Norges vassdrags- og energidirektorat

### Hovedkontor

Middelthunsgt. 29 Postboks 5091  
Majorstua 0301 Oslo  
Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internettadresse: [www.nve.no](http://www.nve.no)

### Region Midt-Norge (RM)

Trekanten, Vestre Rosten 81,  
7075 Tiller  
Telefon: 72 89 65 50  
Telefaks: 72 89 65 51  
E-postadresse: [rm@nve.no](mailto:rm@nve.no)

### Region Nord (RN)

Kongsgate 14-18  
Postboks 394, 8505 Narvik  
Telefon: 76 92 33 50  
Telefaks: 76 92 33 51  
E-postadresse: [rn@nve.no](mailto:rn@nve.no)

### Region Sør (RS)

Anton Jenssens gate 5  
Postboks 2124, 3103 Tønsberg  
Telefon: 33 37 23 00  
Telefaks: 33 37 23 05  
E-postadresse: [rs@nve.no](mailto:rs@nve.no)

### Region Vest (RV)

Naustdalsvn. 1b  
Postboks 53, 6801 Førde  
Telefon: 57 83 36 50  
Telefaks: 57 83 36 51  
E-post: [rv@nve.no](mailto:rv@nve.no)

### Region Øst (RØ)

Vangsveien 73  
Postboks 4223, 2307 Hamar  
Telefon: 62 53 63 50  
Telefaks: 62 53 63 51  
E-postadresse: [ro@nve.no](mailto:ro@nve.no)

Ansvarlig: Informasjonsdirektør  
Sverre Sivertsen  
Fagansvarlig: Erik Endre  
Foto: NVE, hvor ikke annet er angitt  
Trykk: Bra-Trykk AS

## Linker

Norges geotekniske institutt  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Norges geologiske undersøkelse  
[www.ngu.no](http://www.ngu.no)

Statens kartverk [www.sk.no](http://www.sk.no)

Statens naturskadefond [www.slf.dep.no](http://www.slf.dep.no)



# RISIKO FOR KVIKKLEIRESKRED BRAGERNES, DRAMMEN

INFORMASJON OM TILTAK, MARS 2005



Drammen kommune  
Engene 1 - 3008 Drammen  
Telefon: 35 54 70 00  
www.drammen.kommune.no



NVE Region sør  
Postboks 2124 • 3103 Tønsberg  
Tlf 33 37 23 00 • Faks 33 37 23 05  
e-mail rs@nve.no  
www.nve.no



# RISIKO FOR LEIRSKRED

RISIKOEN FOR KVIKKLEIRESKRED PÅ BRAGERNES ER VURDERT AV NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT (NGI) PÅ OPPDRAG FRA NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT OG DRAMMEN KOMMUNE.

Oppdeling av sonene viser at delsoner I og II, under visse forutsetninger, har tilfredsstillende sikkerhet. Delsone III har derimot ikke tilfredsstillende sikkerheten. For å bedre sikkerheten i delsoner III er det foreslått sikringstiltak i form av en kombinert motfylling og erosjonssikring. Kostnadene er anslått til 17 millioner kroner.

## HVEM INFORMERER?

Drammen kommune og Norges vassdrags- og energi direktorat (NVE) arbeider med å kartlegge risikoen for store leirskred i Drammen. Arbeidet er gjort gjennom NVE's prosjekt "Program for økt sikkerhet mot leirskred." Som ansvarlige myndigheter informerer vi med denne brosjyren om risiko for kvikkleireskred på Bragernes.

## KVIKKLEIRESONEN BRAGERNES

Undersøkelsene har avdekket følgende:

**Delsone I** har god sikkerhet. Anleggsvirksomhet forventes ikke å medføre kritisk områdestabilitet. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om sikker byggegrop og sikring av nabobygg.

**Delsone II** har tilfredsstillende sikkerhet under dagens forhold. Forverring av sikkerheten må imidlertid unngås. Ved anleggsvirksomhet stilles krav om en viss forbedring av sikkerheten i alle faser av utbyggingen så vel som permanent.

**Delsone III** har utilstrekkelig sikkerhet ut mot elven. Det anbefales utlagt en stabiliserende fylling ute i elven. Ny byggevirkosomhet bør ikke tillates før sikkerheten er bedret. Etter utlegging av motfylling vil delsoner III inngå i delsoner I.

# HVA GJØRES

## SIKRING AV UTSATTE OMRÅDER

På bakgrunn av foreliggende dokumentasjon, mener NVE at det må utføres vassdragstiltak som erosjonssikring og motfyllinger i elva. Det totale steinvolumet er beregnet til ca 25 000 m<sup>3</sup> og totale kostnader for hele prosjektet er kalkulert til 17 millioner NVE anbefaler at sikringsarbeidene blir gitt høy prioritet.

## PLANBEHANDLING AV SIKRINGSTILTAKENE

Sikringstiltakene vil få en normal behandling etter gjeldene lowerk som Havne- og farvannsloven, Plan- og bygningsloven, Vannressursloven, Forurensningsloven m.m.

## ØKT FOKUS I PLAN- OG BYGGESAKER

Den kunnskapen som nå foreligger får følger for kommunens byggesaksbehandling. Det stilles nå meget strenge krav til dokumentasjon av de geotekniske forholdene ved bygge- og anleggsvirksomhet.

## FINANSIERING AV TILTAK

NVE får gjennom "Program for økt sikkerhet mot leirskred" årlige bevilgninger til sikring av skredutsatte områder. Det er flere lignende prosjekter i Telemark og Trøndelag. Etter søknad fra kommunen kan NVE bevilge inntil 80 % av anleggskostnadene forutsatt dekning på budsjettet. Tiltaket bør fortrinnsvis gjennomføres i vinterhalvåret.

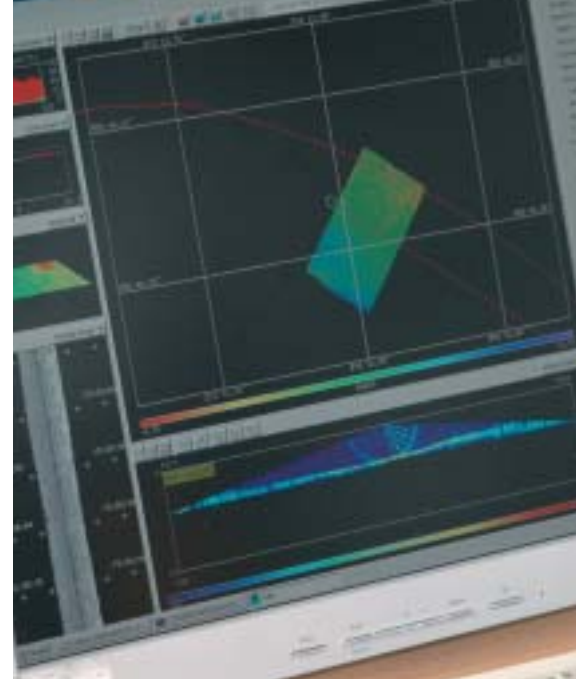
# FAKTA

HVA ER KVIKKLEIRE?

Ved landheving har leiravsetninger blitt liggende over havnivået. Etter landhevingen har det skjedd en gradvis utvasking av saltet i leiravsetningene. Saltene er bindemiddelet i leiravsetningene. Når det forsvinner dannes det kvikkleire. Denne leiren blir flytende ved overbelastning eller når den blir satt i bevegelse. Skred i kvikkleirer utvikler seg meget hurtig og starter uten forvarsel. Et kvikkleireskred vil ofte få meget stor utstrekning.

HVORFOR RISTER HUSENE NÅR DET KJØRER TUNGE KJØRETØY FORBI ELLER DET PÅGÅR RAMMING AV PÆLER I OMRÅDET?

Årsaken til dette er at massene i området består av silt og leire med et vanninnhold som gjør at rystelsene forplanter seg lett. Det er ingen direkte sammenheng mellom dette og fare for utløsning av større skred.



## FORESLÅTTE TILTAK

For sone III er det foreslått å legge ut en motfylling fra Bybrua og ca 200 -250m. nedstrøms med bredde på ca 30 - 40m. ut fra land. Totalt volum er anslått til ca 25 000 m<sup>3</sup>.

Utfyllingen vil virke som en motfylling og gi økt stabilitet samtidig som den vil hindre videre erosjon.

Tiltaket er foreslått på et rent geoteknisk grunnlag og det vil være nødvendig med nærmere detaljprosjektering. Inkludert i dette er beregning av de vassdragstekniske virkningene.

## HVA VET VI?

I MAI 2004 LA NVE FREM RAPPORT MED KART OVER "RISIKO FOR KVIKKLEIRESKRED I DRAMMEN KOMMUNE." KARTET OMFATTET TOTALT 7 SONER FORDELT PÅ FØLGENDE MÅTE:

- EN SONE I RISIKOKLASSE 5 (HØY RISIKO)
- TO SONER I RISIKOKLASSE 3 (MIDDELS RISIKO)
- FIRE SONER I RISIKOKLASSE 2 (LAV RISIKO)

Klassifiseringen er utført med grunnlag i tidligere undersøkelser i området. Den sonen som helt klart var nødvendig å se nærmere på var Bragernes som har faregrad middels, konsekvensklasse meget alvorlig og høyeste risikoklasse. De andre sonene har ikke NVE tatt initiativ til å gå videre med.

NVE og Drammen kommune ble enige om å sette i gang omfattende supplerende grunnundersøkelser samt kartlegging av elvebunnen på Bragernes. Arbeidene startet i juli 2004.

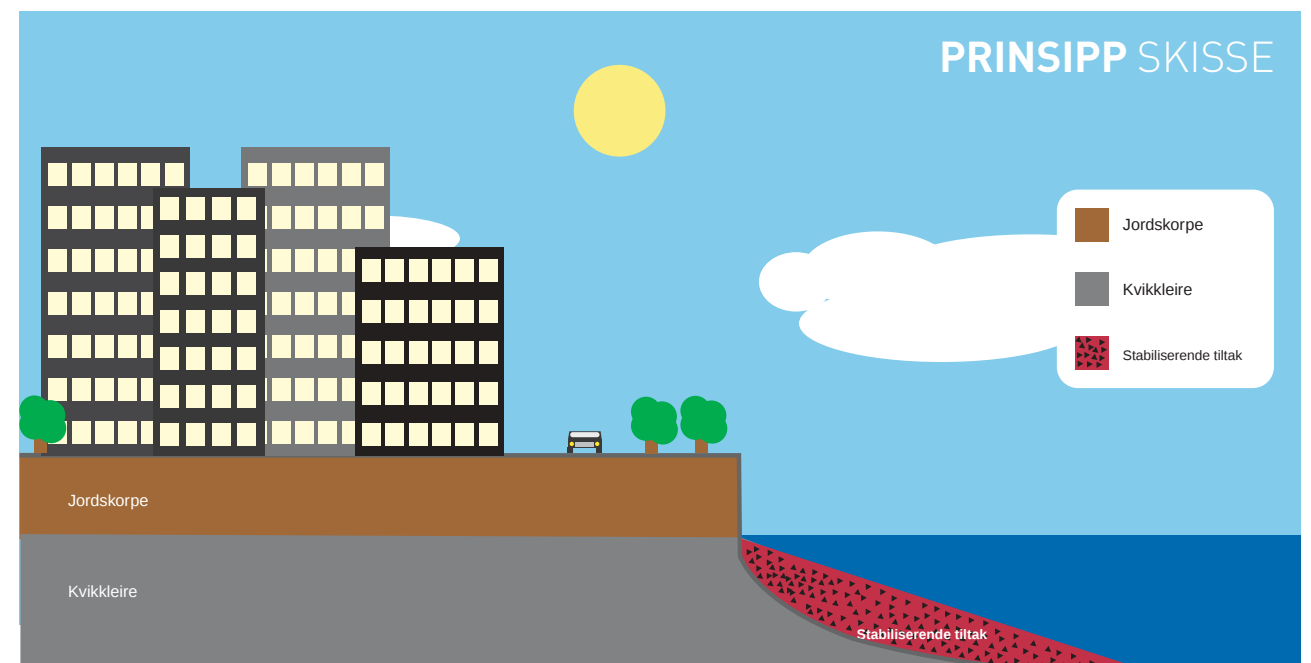
Hensikten var å kunne bestemme stabilitetsforholdene med best mulig nøyaktighet og vurdere behov for eventuelle sikringstiltak. Kostnadene for de supplerende undersøkelsene er fordelt mellom Drammen kommune og NVE.

Tilleggsundersøkelsene viser at overgangen til kvikkleire for en stor del ligger 3 - 4 m under terreng og har en mektighet på 15 - 25 m.

Leiren har høy sensitivitet dvs blir lett flytende ved omrøring eller overbelastning. Poretrykkene (vanntrykkene) i leiravsetningen er svært høye og det er ugunstig med hensyn til leirens styrke.

Nye dybdemålinger viser at det ved Bybrua er 0,5m. til 1m. dypere enn kartleggingen fra 1992 viser. Videre nedover er det små forandringer.

I Drammenselva er det normalt bare et tynt ferskvannslag på toppen og saltvann under. Bare ved stor flom når saltvannet blir presset ut vil det kunne oppstå bunnerosjon. Det har vært noen få store flommer siden 1992 (1995, 2000). Sannsynligvis er det i disse flommene erosjonen har oppstått. Erosjonen påvirker stabiliteten på en negativ måte ved at det gradvis blir dypere.



## FAKTA

- OM PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED

Program for økt sikkerhet mot leirskred skal gi et bedre grunnlag for å redusere faren for tap av liv og verdier som følge av skred langs vassdrag. Kunnskapen om områder med kvikkleire skal bli bedre og mer tilgjengelig.

Kvikkleireområder plasseres i fem risikoklasser, etter vurdering av skredfare og konsekvensen ved skred. Dette vil gi bedre underlag for arealplanlegging og utbygging, og for prioritering av sikringstiltak for eksisterende bebyggelse.

Programmet er et samarbeid mellom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og de berørte kommuner .

# TEGNFORKLARING

- 1** God stabilitet
- 2** Tilfredstillende stabilitet, bør ikke forverres
- 3** Ikke tilfredstillende stabilitet, sikres ved motfylling
-  Motfylling

