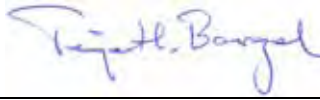


NGU Rapport 2006.013

Sonarundersøkelser i Drammenselva fra
Drammen sentrum til Hokksund

Rapport nr.: 2006.013		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Sonarundersøkelser i Drammenselva fra Drammen sentrum til Hokksund				
Forfatter: Raymond Eilertsen og Louise Hansen		Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Buskerud		Kommune: Drammen, Nedre Eiker, Øvre Eiker		
Kartblad (M=1:250.000) Oslo		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1814 III Drammen, 1814 IV Lier, 1714 I Hokksund		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 24	Pris: 425,-	
Feltarbeid utført: 15.06 – 22.06.2005		Rapportdato: 29.03.2006	Prosjektnr.: 301807	Ansvarlig: 
<p>Sammendrag:</p> <p>I forbindelse med GEOS-prosjektet (Geologi i Oslo-regionen), gjennomførte NGU feltarbeid med interferometrisk sonar i Drammenselva fra E18-broen til Hokksund. Det ble samlet inn høyoppløselige batymetriske data av elvebunnen. En rekke morfologiske elementer og sedimenter på elvebunnen er kartlagt og karakterisert. Det ble funnet få spor av utglidninger i det undersøkte området, og de som er registrert er relativt små. Flere større erosjonsgroper, spesielt rundt bropillarer og i enkelte yttersvinger er påvist. Fjell og blokker er også kartlagt flere steder. Erosjonskanter er observert flere steder, enkelte svært bratte og over 8 m høye. Basert på de innsamlede data er det foreslått en prioritering for videre undersøkelser og oppfølging. Vi foreslår at spesielt erosjonskantene nedstrøms Hokksund, ved Steinberg og Mjøndalen, Nordenga, nordsiden av Langesøya, samt oppstrøms bybroa monitoreres. I tillegg bør utviklingen av erosjonsgropene i de samme områdene samt rundt infrastruktur som broer (E18-brua) og rørkonstruksjoner også følges opp.</p>				
Emneord: Skred	Erosjon		Fagrapport	
Elvebunn	Kartlegging		Batymetri	
Vassdrag	Løsmasse		Sonar	

INNHold

1	INNLEDNING	6
2	METODER.....	7
2.1	Innsamling av data	7
2.2	Posisjonering/navigasjon.....	9
2.3	Sammenstilling av data	9
3	OMRÅDEBESKRIVELSE.....	10
4	TIDLIGERE SKREDHENDELSER.....	11
5	RESULTATER: MORFOLOGISKE ELEMENTER	11
5.1	Fjell.....	11
5.2	Blokker.....	12
5.3	Dyner.....	13
5.4	Utglidninger	14
5.5	Erosjonsgroper ('Scour')	15
5.6	Erosjonskanter.....	17
5.7	Mulige pockmarks.....	17
5.8	Antropogene strukturer	18
6	RESULTATER: BESKRIVELSE AV ENKELTOMRÅDER	21
6.1	Hokksund - Hagaøya (Vedlegg 1 og 2).....	21
6.2	Steinberg - Mjøndalen (Vedlegg 3 og 4).....	21
6.3	Nedre Eiker – Langesøya (Vedlegg 5 og 6).....	21
6.4	Lillemoen – Bragernes (Vedlegg 7 og 8).....	22
7	FORSLAG TIL PRIORITERINGER OG VIDERE OPPFØLGING	23
8	KONKLUSJON	24
9	REFERANSER	24

VEDLEGG

- Vedlegg 1: Skyggerelieff kart over Drammenselva fra Hokksund til Hagaøya
- Vedlegg 2: 1 m konturkart over Drammenselva fra Hokksund til Hagaøya
- Vedlegg 3: Skyggerelieff kart over Drammenselva fra Steinberg til Mjøndalen
- Vedlegg 4: 1 m konturkart over Drammenselva fra Steinberg til Mjøndalen
- Vedlegg 5: Skyggerelieff kart over Drammenselva fra Nedre Eiker til Langesøya
- Vedlegg 6: 1 m konturkart over Drammenselva fra Nedre Eiker til Langesøya
- Vedlegg 7: Skyggerelieff kart over Drammenselva fra Lillemoen til Bragernes
- Vedlegg 8: 1 m konturkart over Drammenselva fra Lillemoen til Bragernes

1 INNLEDNING

Flom og erosjon langs vassdrag er ofte en bakenforliggende årsak til utglidninger på land. Slike utglidninger kan være en trussel mot både menneskeliv og infrastruktur, og en forståelse og kartlegging av områder som potensielt er utsatt for slike fenomener er viktig for å kunne forebygge og forhindre at utglidninger skjer. Områder hvor elven eroderer i kvikkleiresoner er spesielt kritiske.

Kunnskapen om elverosjon i spesifikke områder er ofte svært mangelfull pga. at det er vanskelig å få et komplett bilde av hva som skjer under vann. I tillegg kan elver være svært dynamiske og endre karakter hurtig. Med NGUs interferometriske sonar er det mulig å effektivt kunne samle inn batymetriske data og informasjon om bunntype (sediment) på relativt grunt vann. Disse dataene kan så sammenlignes og fremstilles med topografiske, geologiske og geotekniske data fra land, og gi et mer komplett bilde av forholdene langs elvebredden og dermed et sikrere grunnlag for risikovurdering.

I denne rapporten viser vi til sonarundersøkelser i Drammenselven utført 15-22. juni 2005, og gjør en klassifikasjon av morfologi og bunnforhold for det undersøkte området. Undersøkelsene er en del av GEOS-prosjektet (Geologi i Oslo-regionen). Formålet med undersøkelsene var som følger:

- 1) Samle inn og tolke sonardata fra området mellom Drammen sentrum og Hokksund.
- 2) Evaluere området med tanke på fare for erosjon og skred.
- 3) Evaluere området med tanke på videre undersøkelser.

Området mellom Drammen sentrum og Hokksund (Fig. 1 og 2) ble valgt ut til undersøkelsene av flere grunner. Det ligger i et område med tett bebyggelse og infrastruktur. Flere kvikkleiresoner er påvist langs vassdraget i området (NGI 1990, 1996), og det er utført kvartærgeologisk kartlegging i området (Follestad 1982; Alstadsæther & Vallevik 1983). Området er lett tilgjengelig, noe som gav en kostnadseffektiv datainnsamling. Området mellom Bybroa og E18 broa ved Bragernes ble undersøkt i 2004 i regi av NVE (Traae 2005), og ble følgelig ikke prioritert her. Arbeidet er finansiert av NGU gjennom GEOS-programmet. Byen Vår Drammen AS ved Odd Bjørn Harstad var behjelpelig med logistikken.



Fig. 1. Lokalitetskart

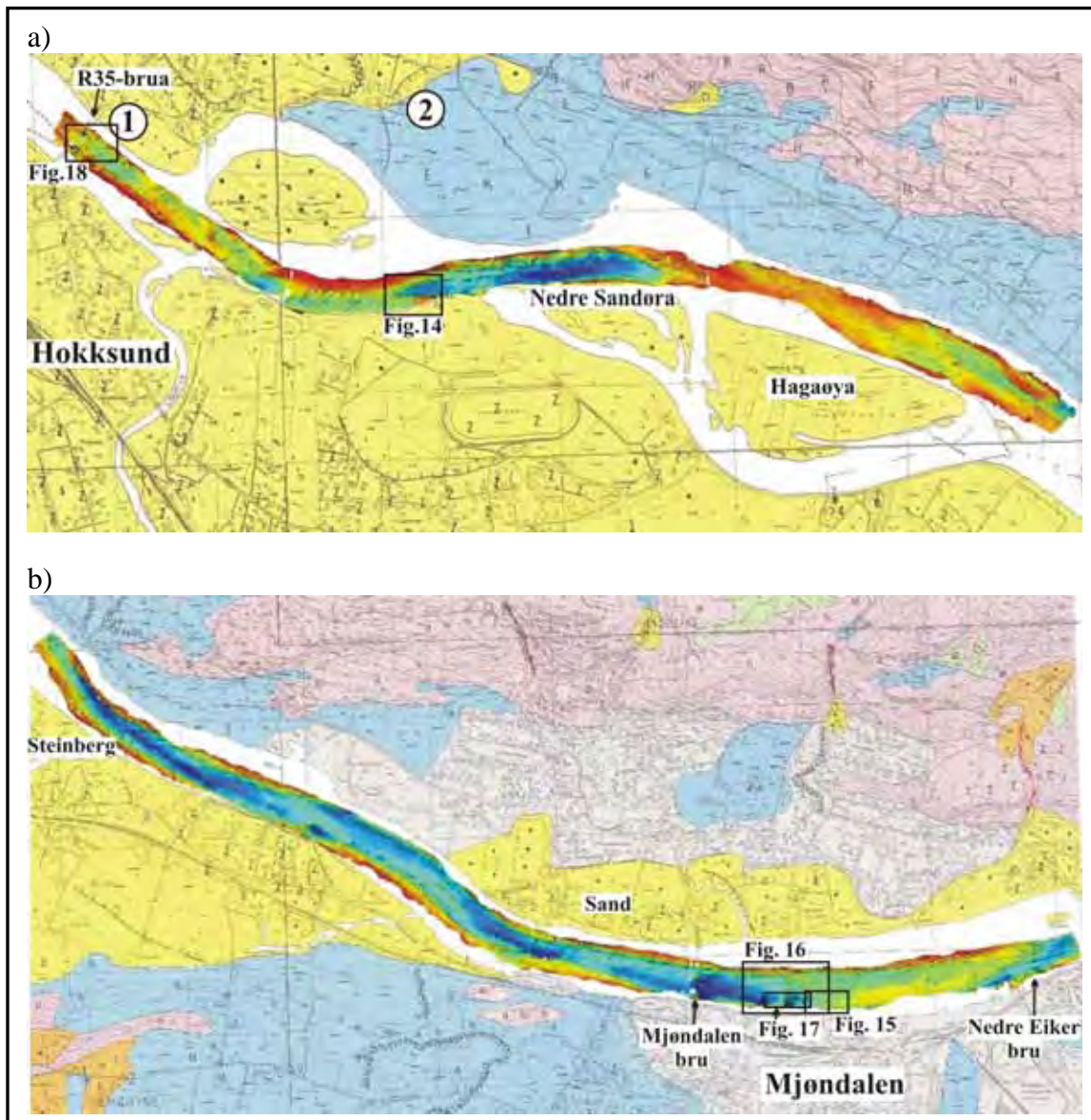


Fig. 2. Utsnitt av kvartærgeologisk kart over a) Hokksund-Hagaøya, b) Steinberg-Mjøndalen, c) Nedre Eiker-Langesøya, og d) Lillemoen-Bragernes (Alstadsæther & Vallevik 1983, Follestad 1982). Tall i sirkler refererer til tidligere skredhendelser (tabell 3).

2 METODER

2.1 Innsamling av data

En 250 kHz GeoSwath interferometrisk sidesøkende sonar ble brukt til å samle inn batymetriske data. Sonaren ble montert i baugen på en liten snekke (Fig. 3). Den har en dybderekkevidde ned til ca. 80 m og en dekning av bunnen på tvers av seileretningen på ca. 8-12 ganger vanddypet. Den kan også registrere data fra svært grunt vann (~ 0,8 m). Sonaren har to sendere montert på en V-formet plate i ca. 30 graders vinkel. På platen sitter også en TSS DM bevegelsessensor som sender kompensasjonsdata for båtens bevegelser til en PC, et lite ekkolodd som måler dypet rett under platen, samt en lydshastighetsmåler (Valeport Mini SVS) som måler lydets fart i vannet rundt senderne. Sonaren sender en stråle til hver side, og

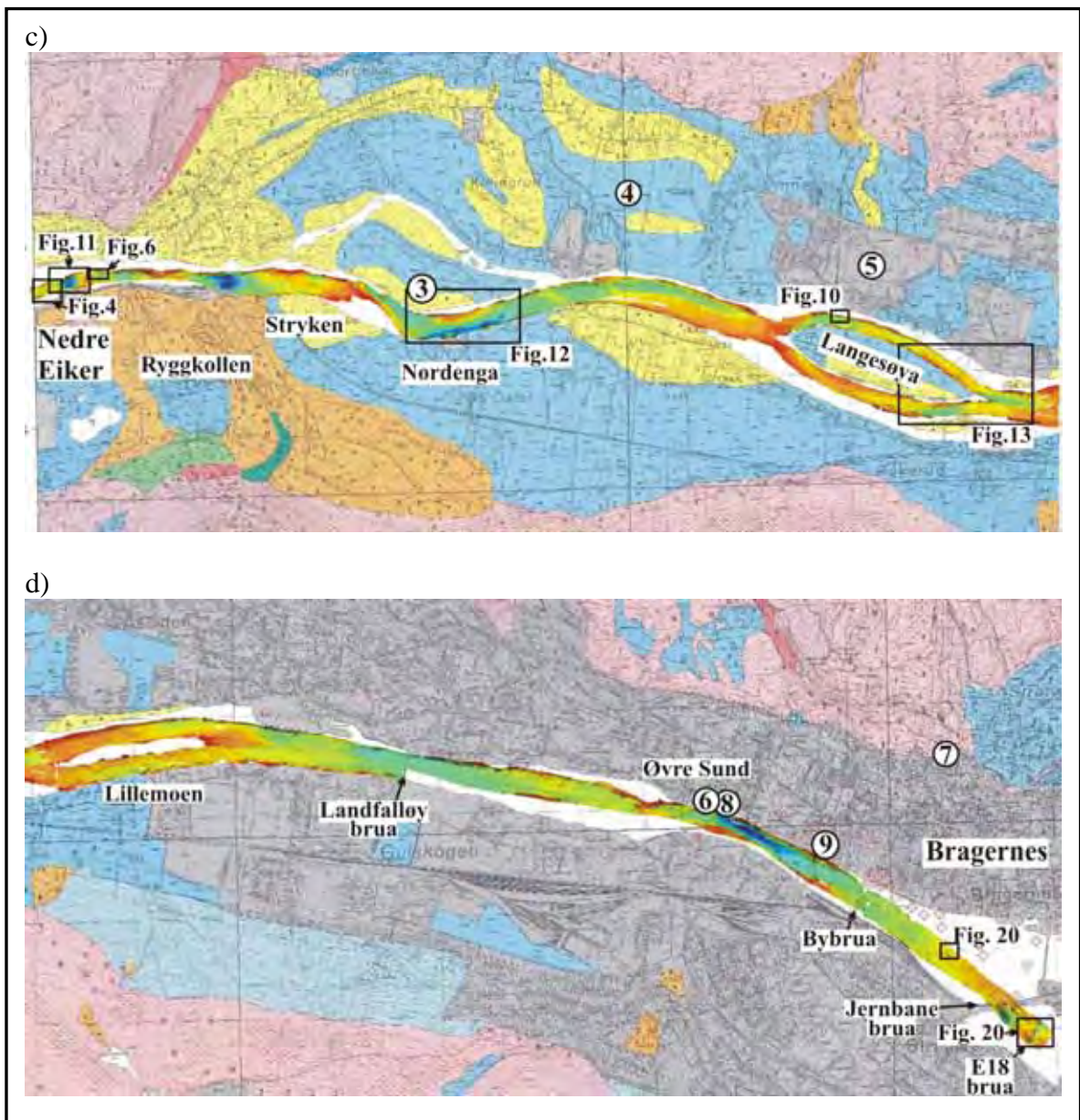


Fig. 2 forts.

bruker tid og faseforskyvning til det returnerte signalet for å regne ut avstander til objekter (eldebunnen), som så blir omregnet til dyp ved hjelp av kjennskap til lydshastigheten i vannet.

I forbindelse med profileringen ble det målt 3 lydprofiler gjennom vannsøylen med en Valeport 650 SVP (Sound Velocity Profiler) hastighetsmåler. Datadekningen er minst rett under båten i rommet mellom de to strålene.

Det er to typer data som registreres, batymetridata og backscatterdata. Førstnevnte er detaljerte dybde data, mens sistnevnte gir informasjon om bunnens reflektivitet, som igjen er avhenging av bunntype. Eksempelvis vil hard bunn (berggrunn) gjerne gi mørk reflektivitet, mens bløt bunn (leire) gir lys reflektivitet. Avvik fra dette kan skyldes innfallsvinkelen til strålene i forhold til bunnens helning, vanddyb, turbulens etc.

Elvenivået ble registrert ved bruk av en Valeport 740 vannstandsmåler med sensor som ble senket ned til eldebunnen rett nedstrøms av Landfalløybrua. I tillegg er vannføringsdata fra målestasjonen ved Mjøndalen brukt for korrigering av profilene fra dette området. Data ble nedlastet og kompensert for i etterkant. Kalibrering av utstyret ble gjort i fjorden ved munningen av Drammenselva.



Fig. 3. Sonaren montert i baugen på båten som ble brukt til undersøkelsene.

Kjølen på båten stakk ca. 80 cm ned under vannoverflaten, og underkanten av sonaren lå på ca. samme dyp. I områder grunnere enn 1,5 m ble dekningen ufullstendig. Langgrunne områder langs land og større banker ble også unngått av sikkerhets- og tidsmessige årsaker, siden slike områder krever at datainnsamlingen skjer med svært tette linjer.

2.2 Posisjonering/navigasjon

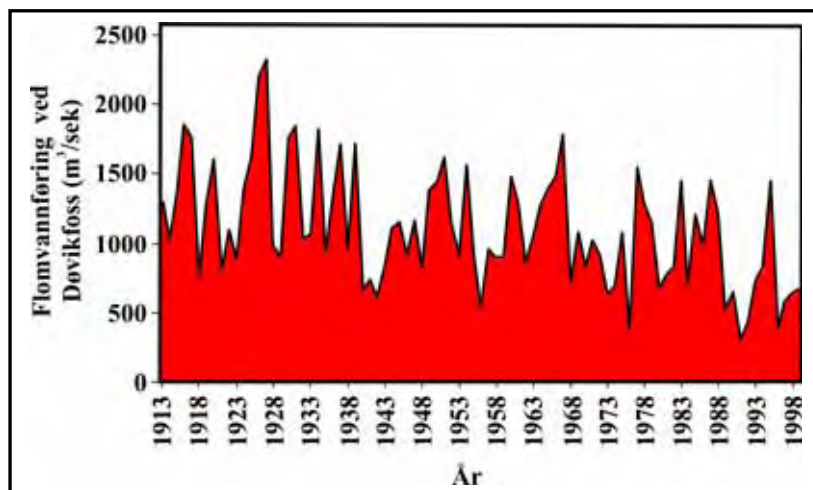
Posisjonering av innsamlete data i x-y planet ble bestemt vha. differensiell GPS med en presisjon på ± 1 m. Denne er i tillegg tilkoblet en gyro, hvilken gir en konstant retningsangivelse under innsamlingen. Dybdepresisjon under måling er i cm, men begrenses av nøyaktigheten til x-y posisjoneringen. Navigasjonen 'falt' ut under broene når antennen lå i skyggen av denne, slik at dataene fra slike lokaliteter ofte ble dårlige og fremstår som uregelmessige og 'forstyrrete' flekker på kartene/figurene. Hvite flekker indikerer manglende data.

2.3 Sammenstilling av data

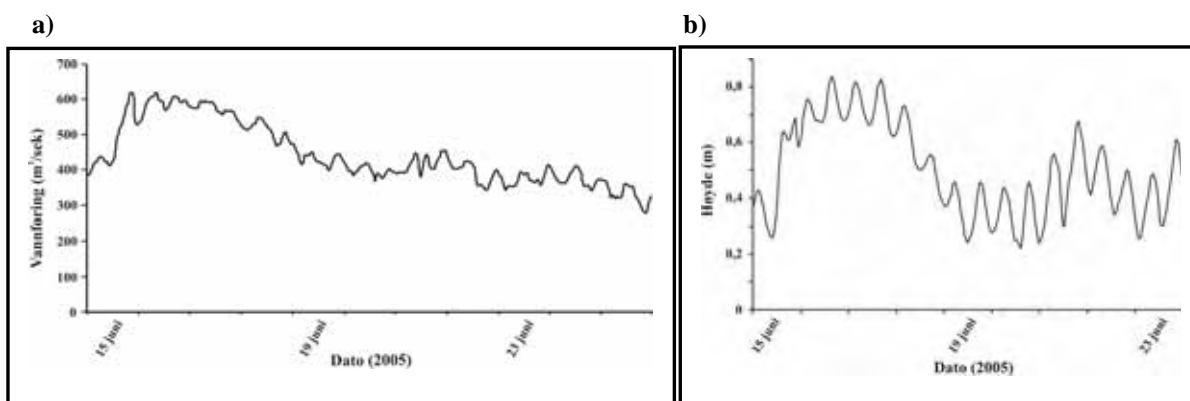
Batymetridata og backscatterdata ble prosessert i GeoSwath i etterkant. De er visuelt fremstilt vha. ERMMapper versjon 7.0. Batymetriske data er fremstilt som såkalte 'shaded relief' bilder som gir et svært detaljert bilde av elvebunnen, samt som 1 m konturkart. Etter bearbeidelse i ERMMapper ble dataene overført til ArcMap og sammenstilt med grunndata fra området (f.eks. kvartærgeologiske kart). De kvartærgeologiske kartene (M 1:20.000) ble georeferert i ArcMap, med en nøyaktighet på ± 10 m.

3 OMRÅDEBESKRIVELSE

Drammenselva ved utløpet i Drammensfjorden har et dreneringsområde på ca. 17 110 km² (Traae 1993). Ved Døvikfoss startet reguleringen i 1913. Midlere flomvannføring er på 1070 m³/sek (Tab. 1), mens høyeste registrerte vannføring var på 2300 m³/sek (1927). Det er viktig å merke seg at dybdene som omtales i rapporten er basert på en vannstand lik den som var da undersøkelsene ble foretatt (Tab. 2). Tidevannet påvirker vannføringen i hele det undersøkte området (Tab. 2).



Tabell 1. Flomvannføring ved Døvikfoss (etter Traae 2005).



Tabell 2. a) Vannføring i Drammenselva ved Mjøndalen bru under datainnsamlingen. b) Vannstandshøyder i Drammenselva ved Mjøndalen bru under datainnsamlingen. Høyder er oppgitt i NGO-standard. Dataene er ikke kvalitetssikret (kilde NVE).

Området mellom Bybrua i Drammen sentrum og R35-brua ved Hokksund, totalt ca. 20 km, er undersøkt. I tillegg ble det kjørt noen få linjer mellom Bybrua og E18-brua i Drammen. Det undersøkte området er delt opp i fire delområder for lettere fremstilling og behandling av dataene:

- Hokksund - Hagaøya (Vedlegg 1 og 2)
- Steinberg - Mjøndalen (Vedlegg 3 og 4)
- Nedre Eiker - Langesøya (Vedlegg 5 og 6)
- Lillemoen - Bragernes (Vedlegg 7 og 8)

4 TIDLIGERE SKREDHENDELSER

Flere skredhendelser er rapportert fra området, hvorav flere er gått langs elven (Fig. 2). Tabell 3 viser en oversikt over disse (data hentet fra www.skrednett.no og Kjærnsli og Simons 1962).

Sted	Dato	Type
1. Lerberg	1860	Jordskred
2. Sanden og Haga	23/12 1910	Leirskred
3. Fallaksøya	Mars 1936	Jordskred
4. Vinnes	22/1 1932	Jordskred
5. Drammen travbane	6/6 1955	Jordskred
6. Bragernes	20/4 1923	Jordskred
7. Bragernes	1749	Jordskred
8. Viktoriatomten	6/1 1955	Jordskred
9. Drammensområdet	9/11 1971	Jordskred

Tabell 3. Skreddata fra skred lokalisert i området (Fig. 2: www.skrednett.no, Kjærnsli og Simons 1962).

NVE har i samarbeid med NGI beskrevet og risikoklassifisert 7 kvikkleiresoner i Drammen kommune (Traae 2005). Sonen Bragernes er klassifisert i risikoklasse 5 (høyeste), mens resterende soner er plassert i risikoklasse 3 eller lavere.

5 RESULTATER: MORFOLOGISKE ELEMENTER

5.1 Fjell

Fjell gjenkjennes som uregelmessige former på elvebunnen og relativt høy reflektivitet på backscatterdataene (Fig. 4 og 5). Fjellblotninger opptrer flere steder i det undersøkte området.

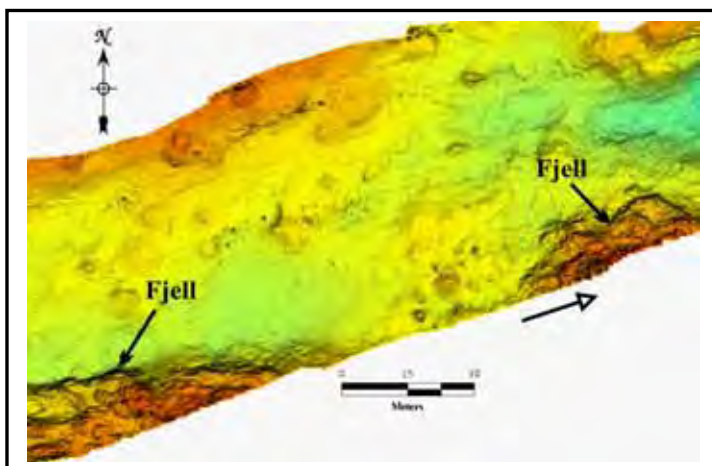


Fig. 4. Eksempel på fjellblotninger ved den sørlige elvebredden nedstrøms brua ved Nedre Eiker (forhøyninger midt i elven er blokker). Pilen indikerer strømretning. Se vedlegg 5 for lokalisering.

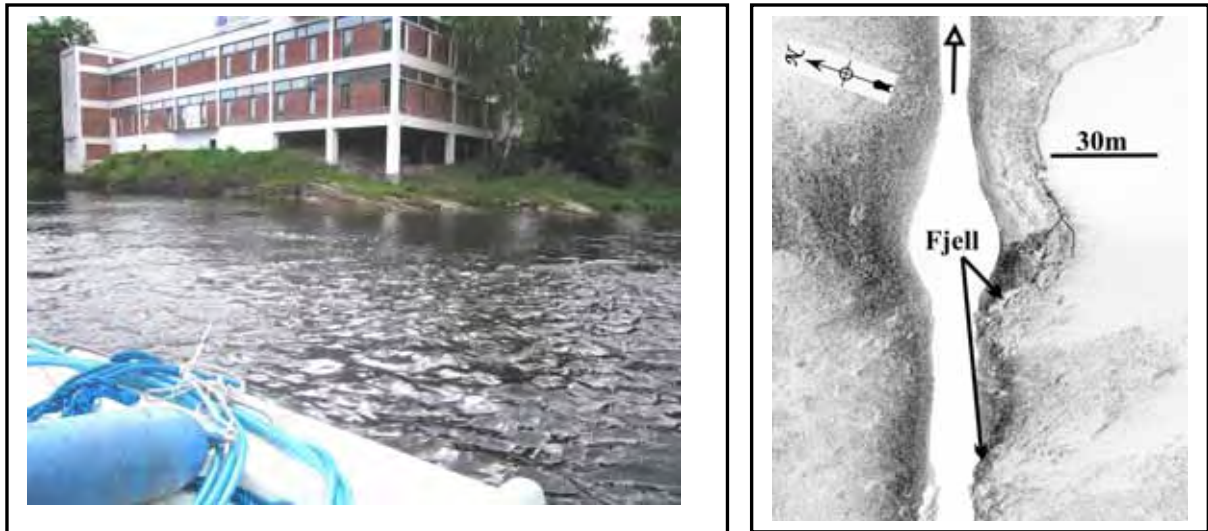


Fig. 5. Eksempel på fjellblotninger ved elvekanten rett nedstrøms brua ved Nedre Eiker. Bildet til høyre viser backscatter data av samme blotning under vann. Legg merke til den høye refleksiviteten (mørke fargen) og uregelmessig overflate.

5.2 Blokker

Flere blokker er identifisert på elvebunnen, typisk der elva har erodert gjennom iskontaktavsetninger og terskler som ved Nedre Eiker (Ryggkollen) og Øvre Sund. De opptrer som isolerte, irregulære former, opptil 2 m høye (Fig. 6 og 7).

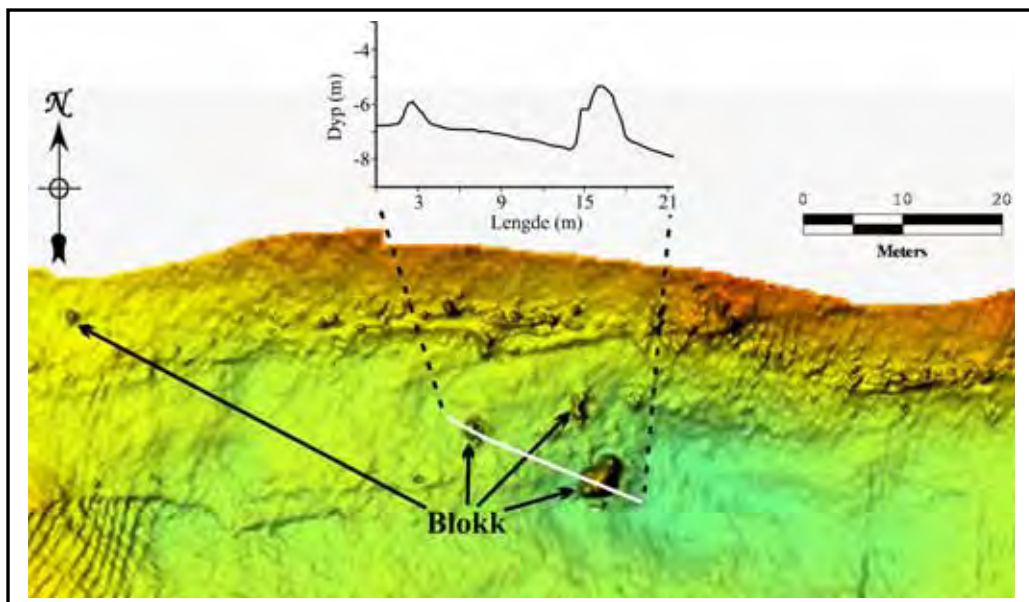


Fig. 6. Eksempel på blokker ved Nedre Eiker. Se vedlegg 5 for lokalilsering.



Fig. 7. Foto av blokker ved Nedre Eiker.

5.3 Dyner

Dyner (lave løsmassehauger på elvebunnen) opptrer i liten grad på i det undersøkte området. Unntak er ved Hokksund, Steinberg, Sand (Fig. 8) og oppstrøms Langesøya. Formene på dynene er hovedsakelig sinuiøse (3D), mens rette (2D) opptrer sjeldent. De varierer i størrelse, fra <math><5 - 50\text{ m}</math> i lengde, og 0,25-1,5 m i høyde. Generelt kan man si at de mindre dynene opptrer i grunnere vanddyp enn de større. Størrelsen på slike former avhenger av vannhastighet og sedimentstørrelse. Grovere materiale samler seg ofte i traueene på slike dyner, indikert med mørkere refleksjon på backscatter dataene (eks. Fig. 8).

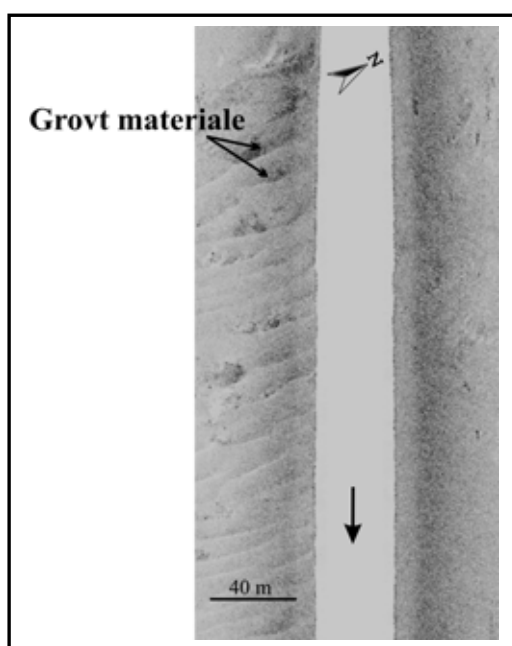


Fig. 8. Sidescan profil som viser dyner ved Sand. Legg merke til mørkere fargetone i dynetraueene som indikerer grovere materiale enn for resten av området.

Det at dyner er sjeldne skyldes trolig at relativt lite sedimenter transporteres gjennom elvesystemet som en følge av at elven er regulert, samt at større vannmagasin lenger oppstrøms fanger opp det meste av det bunntransporterte materialet. Elven eroderer også for det meste i finkornete marine avsetninger som gjerne transporteres langt før de bunnfelles.

5.4 Utglidninger

Utglidninger opptrer relativt sjeldent i det undersøkte området. Mindre utglidninger er observert langs elvebredden, hvor også nedraste trær grunnet erosjon er vanlig (Fig. 9).



Fig. 9. Eksempel på utglidning på sørsiden av Langesøya.

Det er imidlertid registrert større utglidninger i området (Fig. 2; Tabell 3). I 1910 gikk et leirskred ved Sanden og Haga som visstnok skal ha demmet elven. Det er imidlertid ingen spor igjen av utglidningen på elvebunnen, noe som skyldes at sedimenter fra slike skred eroderes og fraktes vekk hurtig. Bakkanten på en mulig utglidning er identifisert på nordsiden av Langesøya (Fig. 10). Kanten er over 60 m lang, og opptil 4 meter høy.

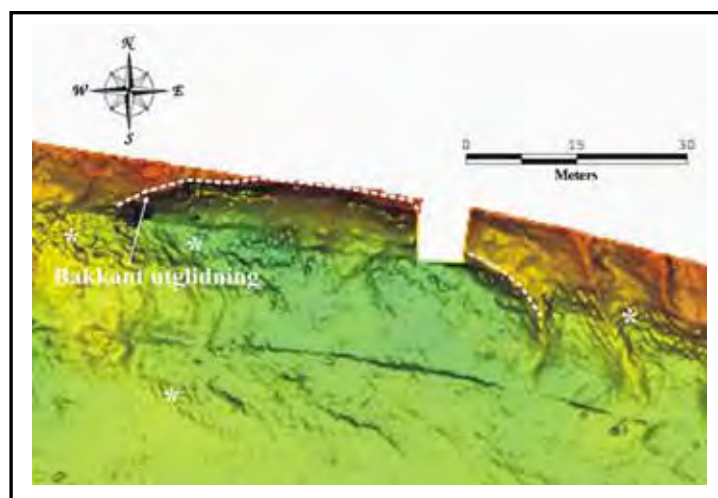


Fig. 10. Eksempel på mulig utglidning på nordsiden av Langesøya (Drammen travbane).

5.5 Erosjonsgroper ('Scour')

Erosjonsgroper (scour på engelsk) er større groper i elvebunnen. De er opptil 14 m dype i det undersøkte området (Fig. 11-13), og opptrer flere steder:

- 1) Der elvekanalen støter på berggrunn.
- 2) I yttersvinger til kanaler.
- 3) Der to kanaler møtes.
- 4) Foran eller bak bropillarer og andre erosjonshindringer.

Erosjonsgroper er et resultat av sekundære strømmer og strømvirvler som oppstår pga. spesielle former i elven (eks. elvesvinger, obstruksjoner/hindringer, samløp av kanaler eller lignende) som skaper brå endringer i strømreretning som igjen fører til erosjon. Størrelsen (dybde og utbredelse) avhenger av styrken til de sekundære strømmene ved respektive lokaliteter. Laboratorieforsøk har vist at slike erosjonsgroper kan bli opptil 5 ganger gjennomsnittsdypet til kanalen(e) de dannes i (Galay mfl. 1987). Pga. at kanalen de ligger i kan migrere, er det sannsynlig at også erosjonsgropene flytter på seg og etter hvert fylles igjen. Der hvor slike erosjonsgroper ligger nært eller i kontakt med f.eks. bruer, kabler, kaianlegg etc. kan det være risiko for at disse blir undergravd og kollapser (Eilertsen mfl. 2006).

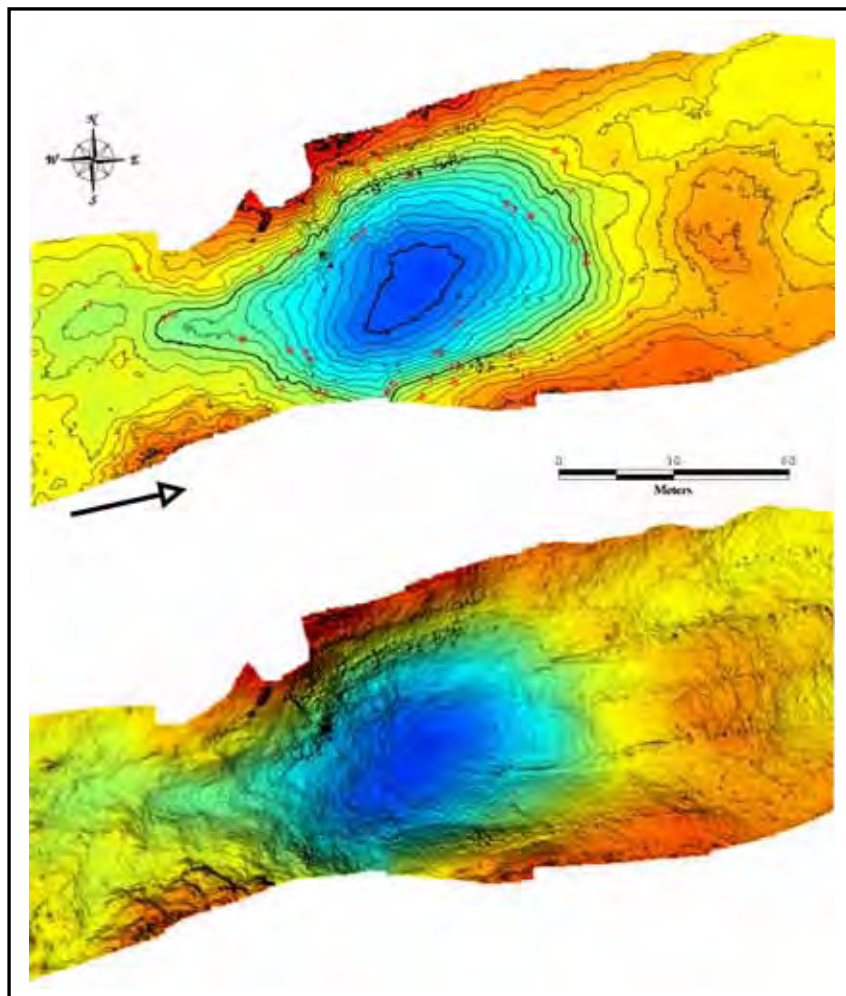


Fig. 11. Eksempel på erosjonsgrop nedstrøms broen ved Nedre Eiker. Konturer hver 0,5 m. Pilen indikerer strømreretningen. Se vedlegg 5 for lokalisering.

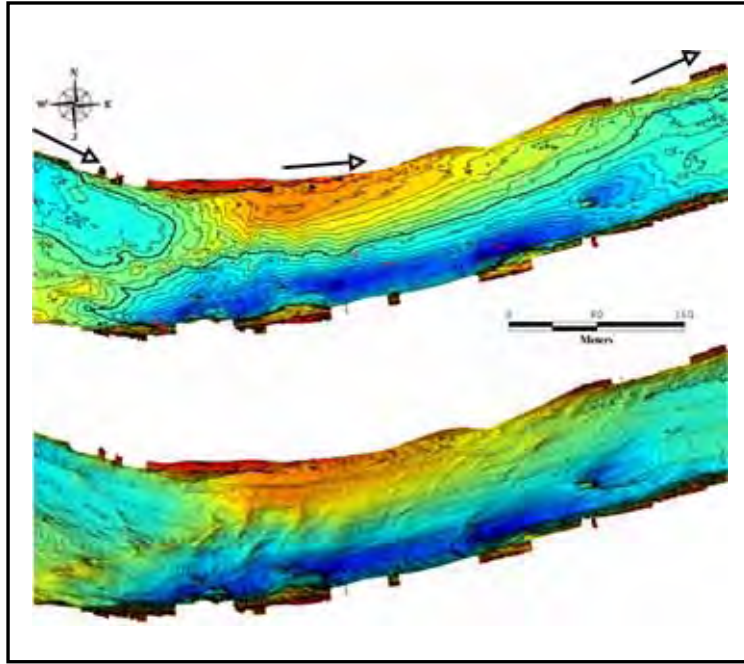


Fig. 12. Eksempel på avlang erosjonsgrup i yttersving ved Nordenga. Gropen ligger langs den sydlige elvebredden. Konturer hver 0,5 m. Pilene indikerer strømretning. Se vedlegg 5 for lokalisering.

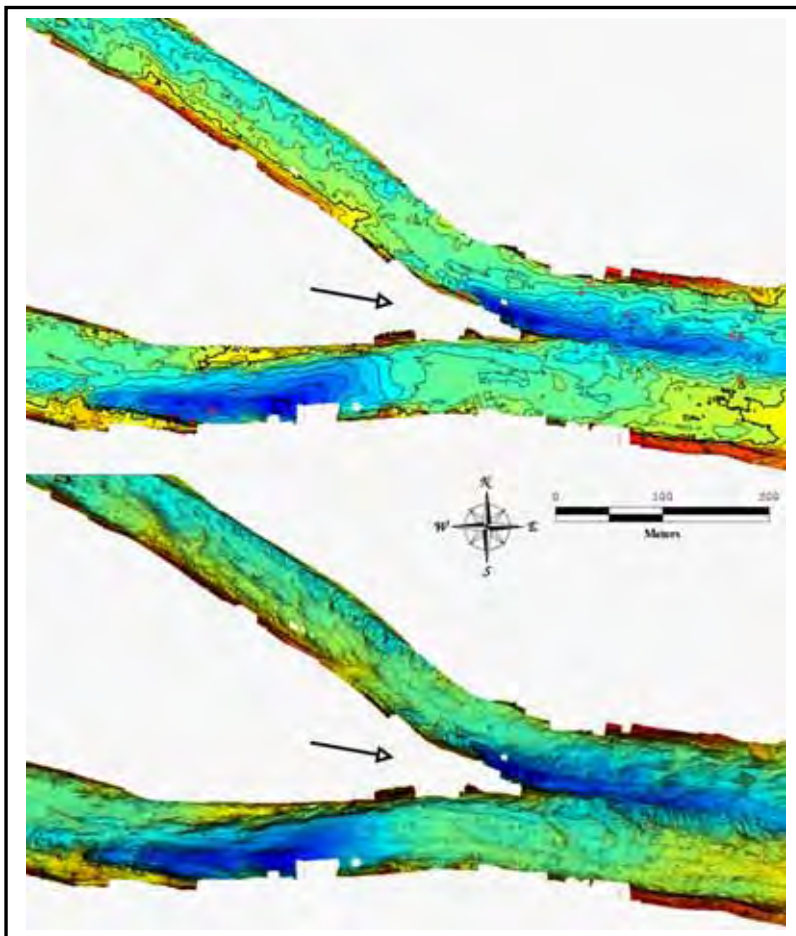


Fig. 13. Eksempel på erosjonsgrup i yttersving og i kanalsamløp nedstrøms Langesøya. Konturer hver 0,5 m. Pilen indikerer strømretningen. Se vedlegg 5 for lokalisering.

5.6 Erosjonskanter

Erosjonskanter er observert flere steder i det undersøkte området (Fig. 14). De er distinkte, med bratte kanter fra 1 til >8 m høye (mindre groper finnes også, men er ikke undersøkt nærmere). Kantene kan være nesten loddrette. De finnes ofte sammen med mer langsgående erosjonsgroper. Flere steder indikerer backscatter dataene at kantene opptrer der elven eroderer i leire.

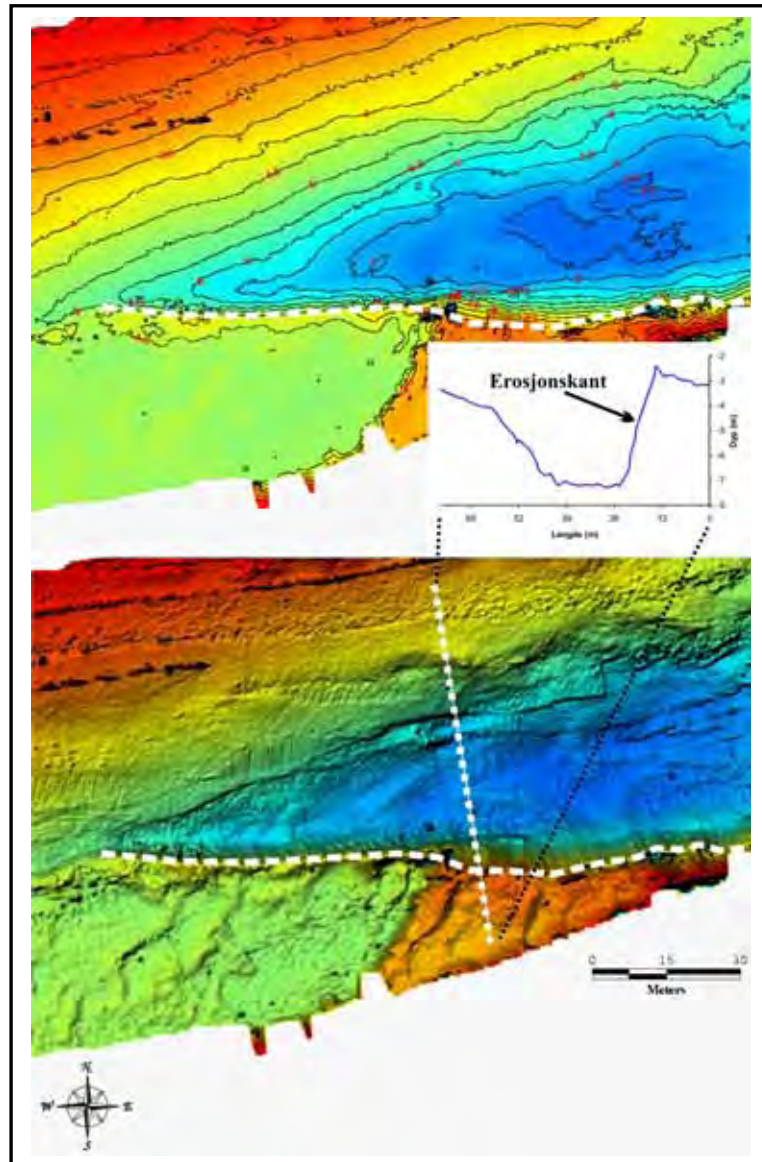


Fig. 14. Eksempel på erosjonskant nedstrøms Hokksund (indikert med hvit stiptet linje). Se vedlegg 1 for lokalisering.

5.7 Mulige pockmarks

Sirkulære forsenkninger, 5-20 cm dype og 3-5 m brede, er identifisert på elvebunnen flere steder, ofte på relativt flat bunn og nært elvebredden. En mulig tolkning av disse er at de representerer steder hvor grunnvann under trykk (artesiske vann) strømmer ut, såkalte 'pockmarks'.

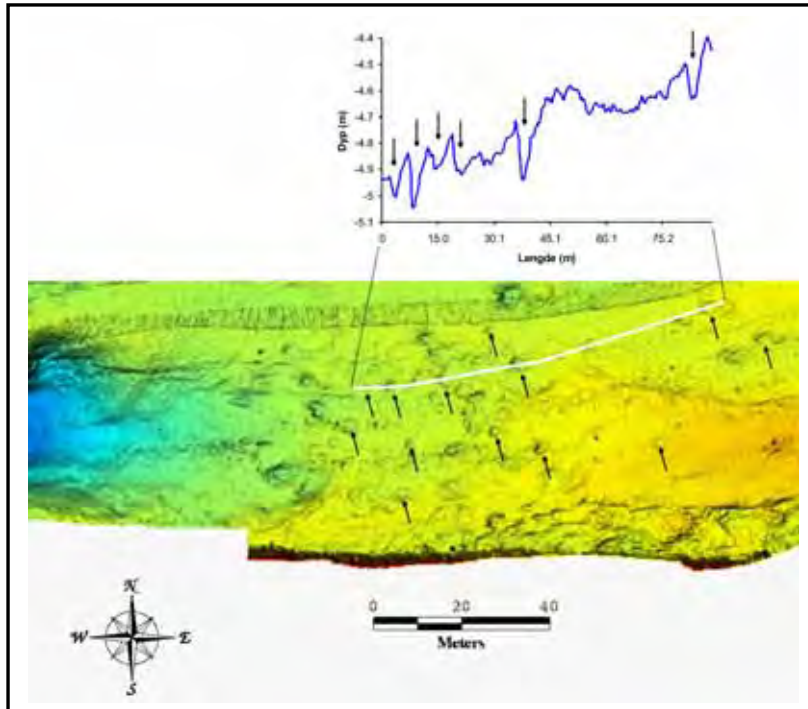


Fig. 15. Eksempel på mulige pockmarks ved Mjøndalen indikert med piler. Se vedlegg 3 for lokalisering.

5.8 Antropogene strukturer

Antropogene (menneskeskapte) strukturer kan gjenkjennes flere steder i det undersøkte området, og inkluderer bropillarer, rester av lense-system for tømmerfløting, kaianlegg, elveforbygninger, kabler, vannledninger og mulige båtvrak. I tillegg er det funnet en rekke objekter som ikke er en naturlig del av elvesystemet, men som ikke kan identifiseres nærmere. Nedenfor er det vist eksempler på slike funn.

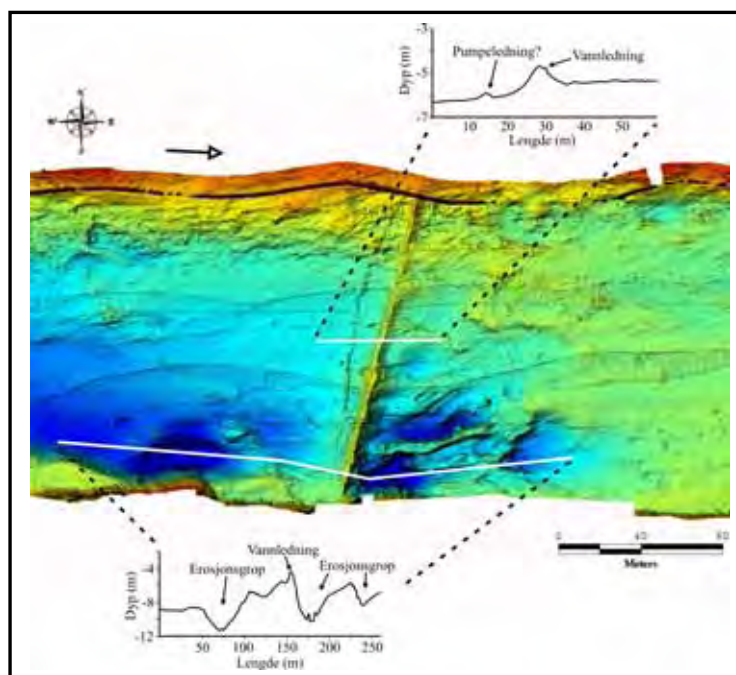


Fig. 16. Vannledning nedstrøms Mjøndalen. Legg merke til erosjonsgroper ('scour') oppstrøms og nedstrøms ledningen. Pilen indikerer strømretning. Se vedlegg 3 for lokalisering.

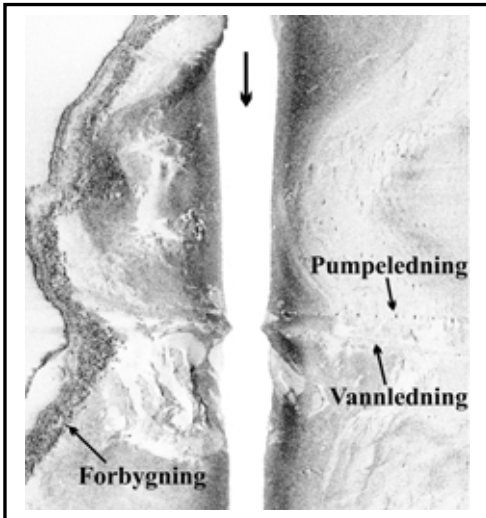


Fig. 17. Backscatter data som viser reflektivitet i et område nedstrøms Mjøndalen (samme som Fig. 14). Legg merke til vannledningen og det mørke feltet langs land som er utfyllingsmasser. De lyse partiene er trolig marine/glasimarine finkornige avsetninger.

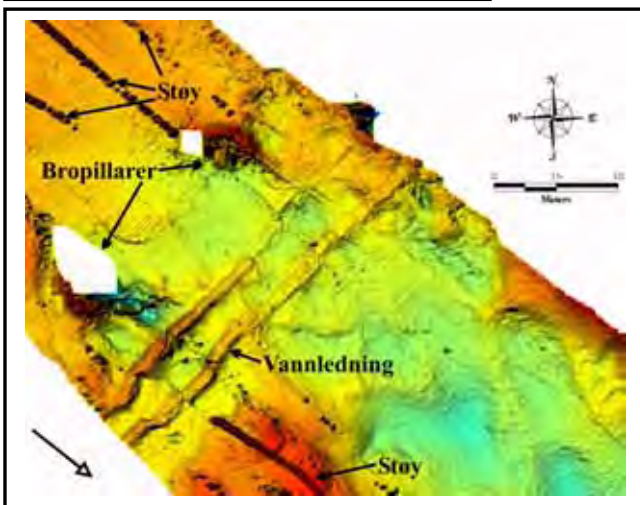


Fig. 18. Skyggerelieff bilde som viser vannledning ved Hokksund bro. Pilen indikerer strømretning. Se vedlegg 1 for lokalisering.

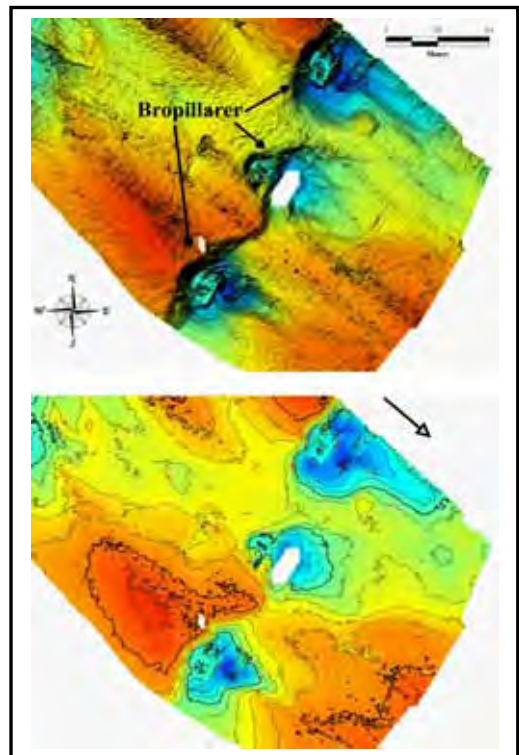


Fig. 19. Skyggerelieff- og konturkart over erosjonsgroper ('scour') i forbindelse med bropillarer ved E18-brua i Drammen. Konturer hver 0,5 m, pilen indikerer strømretning. Se vedlegg 7 for lokalisering.

En mulig indikasjon på et båtvrak ligger mellom Bybroa og jernbanebroa ved Bragernes (Fig. 20). Vraket er mer enn 20 m langt og 4 m bredt, og har en karakteristisk avlang form med buet ende nedstrøms.

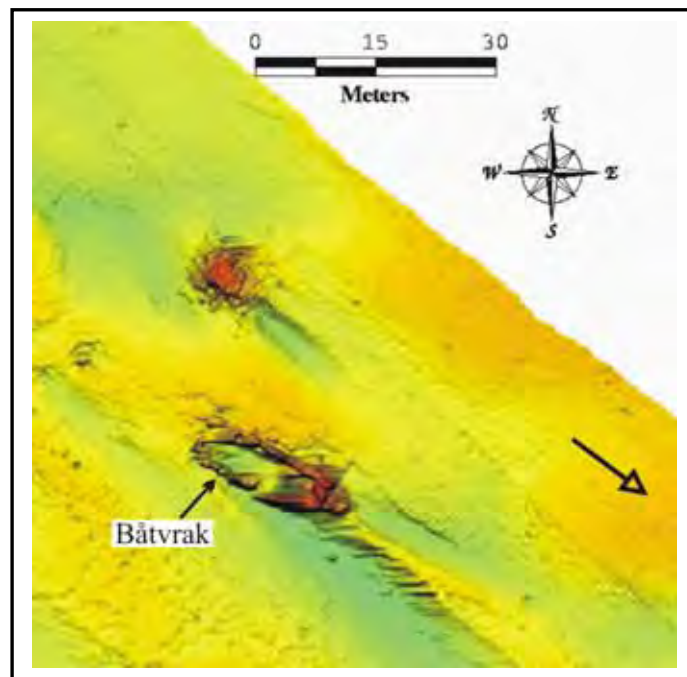


Fig. 20. Skyggerelieff som viser et mulig båtvrak nedstrøms Bybroa ved Bragernes. Pilen indikerer strømretning. Se vedlegg 7 for lokalisering.



Fig. 21. Elveforbygning og rester av tømmerlenser i Drammenselva.

Store deler av elveløpet er erosjonssikret på begge sider (f.eks. Fig. 21). Elveforbygning med steinfylling gir en klar signatur på backscatterdataene (f.eks. Fig. 17).

6 RESULTATER: BESKRIVELSE AV ENKELTOMRÅDER

6.1 Hokksund - Hagaøya (Vedlegg 1 og 2)

Elvebunnen mellom Hagaøya og Hokksund er i overkant av 9 m dyp, og ca. 100 til 250 m bred. Området har en total lengde på ca. 3,2 km.

Elvebunnen er karakterisert av en grunne mellom Hagaøya og Nedre Sandøra. Her er bunnen mellom 2 m og 3 m på det dypeste. Oppstrøms blir elva dypere, og dypålen ligger i yttersving ved Nedre Sandøra. Mot R35 brua ved Hokksund er elven 4-5 m dyp. Elvebunnen er her karakterisert av dyneformer. På lèsiden av den ene bropillaren til Hokksundbrua har elven gravd ned til ca. 8 meter. Flere markerte erosjonsgroper er synlige, og langs disse finnes flere erosjonskanter. I yttersvingen mot sør er disse opptil 7 m høye.

6.2 Steinberg - Mjøndalen (Vedlegg 3 og 4)

Elvebunnen mellom Mjøndalen og Steinberg er opptil 13,8 m dyp, og ca. 180 til 320 m bred. Området har en total lengde på ca. 4,6 km. To bruer krysser elven, brua ved Nedre Eiker og Mjøndalenbrua. Elvebunnen mellom bruene er relativt jevn og ligger på 4-5 m dyp. De dypeste delene av elva ved Nedre Eikerbrua ligger på sørsiden, og er opptil 9 m dyp. Fra Mjøndalen bru og 350 m nedstrøms er elven opptil 12 m dyp. I store deler av strekningen fra Mjøndalen bru og oppstrøms mot Steinberg ligger elvebunnen på mellom 5 og 8 meters dyp. Dype erosjonsgroper ligger rett nedstrøms bropillarene, samt nedstrøms en vannledning og en pumpeledning som ligger på tvers av elven (se avsnitt 5.8). Flere mindre erosjonsgroper er også funnet, ofte på lèsiden av uidentifiserte antropogene strukturer. Soner med mulige pockmarks er registrert nedstrøms Mjøndalenbrua. Flere erosjonskanter, opptil 8 m høye er registrert. Den mest markerte ligger ved den sørlige bredden rett nedstrøms Mjøndalen bru. Her er elvebredden erosjonssikret.

6.3 Nedre Eiker – Langesøya (Vedlegg 5 og 6)

Elvebunnen mellom Langesøya og Nedre Eiker er opptil 14,5 m dyp, og mellom 80 og 500 m bred. Området har en total lengde på ca. 5,8 km. Langesøya deler elven i to, og er ca 1 km lang og 250 m bred. Elvebunnen er i de nedre deler av området relativt jevn, med dyp på mellom 4 og 6 meter. Enkelte dypere partier kan sees nedstrøms Langesøya der de to elvekanalene møtes, samt i yttersvingen i det sørlige løpet. Rett oppstrøms av Langesøya er det et grunt parti hvor dypet ligger på mellom 3 og 4 meter. En rørledning ligger på tvers av elven i dette området. Videre oppstrøms blir det gradvis dypere mot Nordenga, hvor største dyp er registrert på sørsiden (yttersvingen) på 13 meter. Her er det ingen erosjonssikring langs elvebredden, og elven eroderer i finkornete materialer (Fig. 22).

Ved Stryken er det et grunt parti hvor en bank ligger på sørsiden av elva. På utsiden av denne er dypet mellom 3 og 4 meter. Videre oppstrøms mot Nedre Eiker er elvebunnen preget av tre større erosjonsgroper som er mellom 9 og 13 m dype, samt noen mindre (se avsnitt 5.5). Grunne partier på fra 3-5 m kjennetegner området mellom disse gropene. Flere steder kan større blokker sees (se avsnitt 5.2.). Berggrunn er også eksponert på elvebunnen flere steder.



Fig. 22. Elveerosjon i finkornet materiale ved Nordenga.

Flere uidentifiserte strukturer av sannsynlig antropogen opprinnelse kan også sees, noen så store som 15 m lange og 1,5 m høye (eks. ved Nordenga). Spor etter mindre utglidninger er funnet langs den nordlige bredden ved Nedre Eiker (Fig. 10), samt på nordsiden av Langesøya. Flere erosjonskanter er identifisert, oftest i tilknytning til erosjonsgroper eller i elvas yttersving. Den høyeste (> 8 m) ligger i yttersving ved Nordenga.

6.4 Lillemoen – Bragernes (Vedlegg 7 og 8)

Elvebunnen mellom Bragernes og Lillemoen er opptil 14,5 m dyp, og mellom 100 og 400 m bred. Området har en total lengde på ca. 5,4 km.

Nedstrøms av bybrua er elvebunnen relativt jevn og ligger på mellom 4 og 7 m dyp. Unntaket er ved jernbanebrua og E18-brua hvor det er betraktelig dypere ved bropillarene (se avsnitt 5.6). Ovenfor Bybrua smalner elven oppover, samtidig som dybden øker til 14,5 meter. Rett nedstrøms Øvre Sund er det en terskel hvor vanddypet er nede i 5,5 meter. Flere blokker ligger på bunnen her, og er trolig relatert til ryggen som enten er en berggrunnsterskel eller en morenerygg. Mellom Øvre Sund og Landfalløybrua øker bredden på elven, og elvebunnen er relativt jevn og ligger på mellom 6 og 8 m dyp. Områdene nærmest land ved Øvre Sund ble ikke kartlagt pga. at det var for grunt. Videre oppover fra Landfalløybrua blir det grunnere, fra 8 til < 3 m, og en 750 m lang og 80 m bred banke deler elva i to. Deler av banken eksponeres under lav vannføring. Det er generelt dypest på sørsiden av banken.

En rekke vannrør og pumpeledninger går over elvebunnen i området. Flere uidentifiserte strukturer av antropogen opprinnelse kan også sees, noen så store som 15 m lange og 2 m høye. Et mulig båtvrak er også lokalisert ved Bragernes (se avsnitt 5.8). En mulig erosjonskant, opptil 3 m høy, ligger på 4-8 m dyp rett oppstrøms Bybrua.

7 FORSLAG TIL PRIORITERINGER OG VIDERE OPPFØLGING

De presenterte data og tolkninger danner grunnlaget for videre prioriteringer med hensyn til grunnundersøkelser og vurderinger rundt erosjon og skredfare. Med et så detaljert datagrunnlag, vil det være ønskelig å gjenta undersøkelsene, kanskje i prioriterte områder, for å overvåke hvordan elveløpene/elvesystemet utvikler seg over tid. Eksempler på nytten av slike overvåkninger er:

1. Svar på hvordan de dype erosjonsgropene utvikler seg. Det er et faktum at man vet relativt lite om slike fenomener, hvordan de oppstår og hvordan de utvikler seg over tid. Det er påvist at slike erosjonsgroper kan være svært stabile over mange år, mens andre steder kan de flytte på seg flere titalls meter i året.
2. Svar på hvordan erosjonskantene utvikler seg. Flere av de påviste erosjonskantene ligger i yttersvinger til elven og er svært bratte og høye, noe som indikerer at de er aktive i dag. En slik kombinasjon av aktiv erosjon og relativt stort relieff kan være uheldig for stabiliteten i området, og utviklingen bør følges.
3. Vurdere fare for bropillarer/infrastruktur. Flere av broene i området har dype erosjonsgroper ved foten av pillarene. Det samme gjelder for flere vannledninger/rør. Videre undersøkelser kan i første omgang gjøres visuelt av dykkere.
4. Sedimentbudsjett. Ved en gjentakende undersøkelse vil man kunne kvantifisere med relativt stor nøyaktighet dynamikken til dynefeltene og nedskjæringene. Det samme gjelder for lateral erosjon av elveløpene som vil ha stor betydning for infrastruktur/bruk av områder nært vassdraget.
5. Virkningen av en eventuell flom på elvesystemet vil kunne undersøkes ved å foreta datainnsamling etter en større flom (såfremt man har data fra før flommen). Det er en kjensgjerning at mye av erosjonsprosessene, både vertikalt og lateralt, skjer i forbindelse med flom. Kunnskaper om dette vil ha betydning for reguleringen av vassdraget under flom.

Det er funnet få spor av utglidninger i det undersøkte området, og de som er registrert er relativt små. Imidlertid fjernes sporene ettersom slike utglidninger raskt, og det kan ikke utelukkes at slike utglidninger skjer hyppigere og flere steder enn disse dataene viser.

8 KONKLUSJON

Drammenselva fra Bragernes til Hokksund er kartlagt ved hjelp av interferometrisk sonar. Data er sammenstilt med landdata i form av kvartærgeologiske kart og kartlagte kvikkleiresoner, analysert og morfologiske elementer identifisert. Til sammen gir dataene et unikt bilde av erosjonsprosesser og bunnforhold i området, med en svært stor nøyaktighet. Dette gir igjen et godt grunnlag for videre diskusjon rundt stabiliserings tiltak og oppfølgende undersøkelser.

Vi foreslår at spesielt erosjonskantene nedstrøms Hokksund, ved Steinberg og Mjøndalen, Nordenga, nordsiden av Langesøya, samt oppstrøms Bybroa monitoreres. I tillegg bør utviklingen av erosjonsgropene i de samme områdene samt rundt infrastruktur som broer (E18-brua) og rørkonstruksjoner også følges opp.

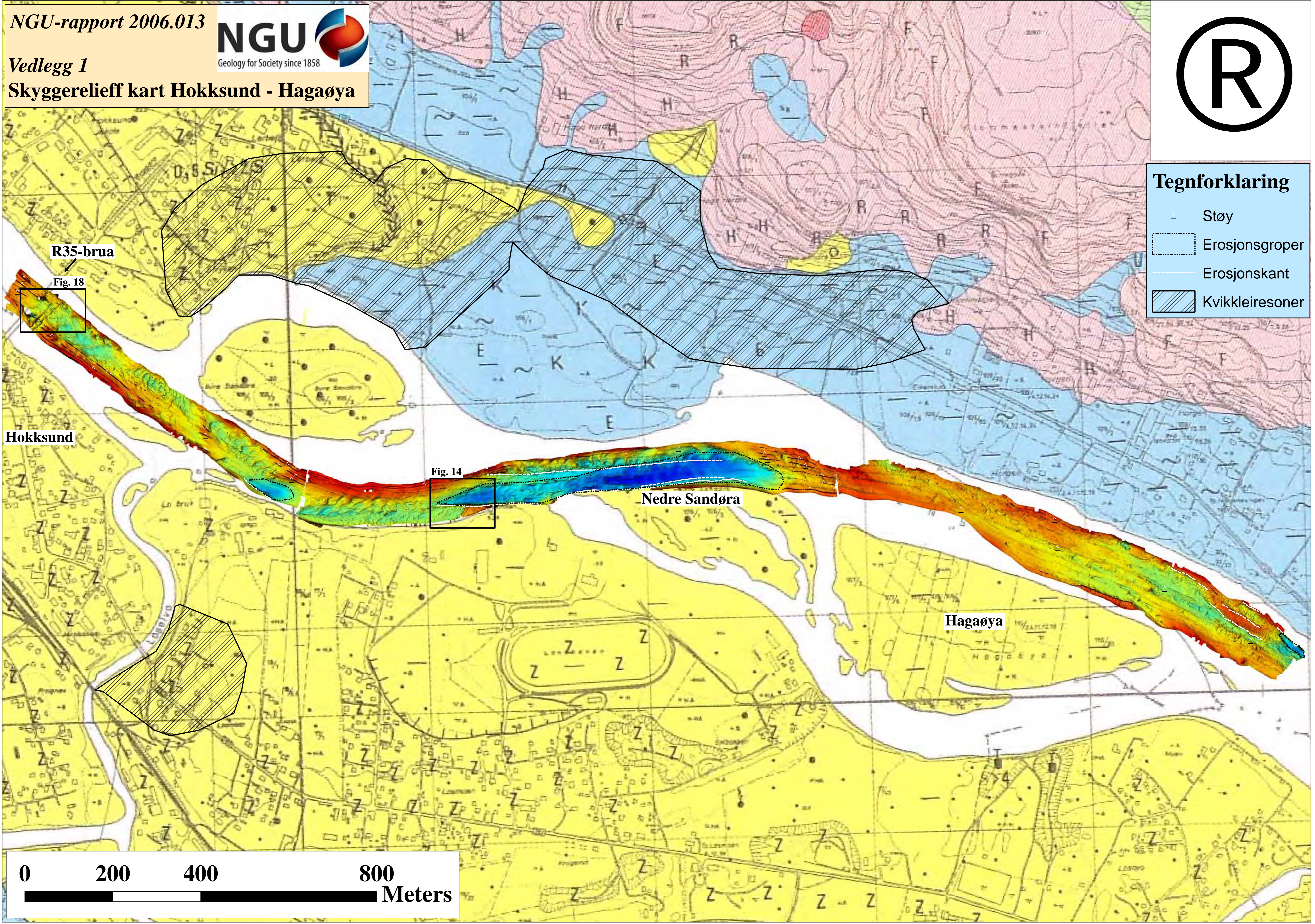
9 REFERANSER

- Alstadsæther, I. og Vallevik, P.N., 1983: Hokksund, kvartærgeologisk kart CFG 041042, M 1:20000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Eilertsen, R., Hansen, L. og Totland, O. 2006: Erosjon og utglidninger i Glomma fra Øyeren til nordre Hammaren - sonarundersøkelser. *NGU-rapport 2005.073*.
- Follestad, B., 1982: Drammen, kvartærgeologisk kart CHJ 041042-20, M 1:20000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Galay, V.J., Yaremko, E.K. og Quazi, M.E., 1987: River bed scour and construction of stone riprap protection, I Thorne, C.R., Bathurst, J.C. og Hey, R.D. (eds.), *Sediment transport in gravel-bed rivers*: Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom, s. 353-379.
- Hansen, L., Bargel, T.H., Stalsberg, K. & Tønnesen, J.F 2002a: Løsmassekartlegging som grunnlag for leirskredundersøkelser, Øvre Salangen, Troms. *NGU-rapport 2002.086*.
- Hansen, L., Bargel, T.H., Tønnesen, J.F., Blikra, L.H., Mauranting, E. & Solberg, I.-L. 2002b: Leirskredkartlegging langs Målselvvassdraget. *NGU-rapport 2002.040*.
- Kjærnsli, B. & Simons, N. 1962: Stability investigations of the north bank of the Drammen River. *Geotechnique* 12, 147-167.
- NGI-rapport 70853-1, 1990: Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Hokksund, M= 1:50 000. *Norges Geotekniske Institutt*.
- NGI-rapport 926027-1, 1996: Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Drammen 1814III, M= 1:50 000. *Norges Geotekniske Institutt*.
- Traae, E., 1993: Vassdragsteknisk vurdering av utfyllinger i Drammenselva i tråd med kommunedelplanen og veitunnel langs Drammenselva. *NVE-rapport 12, 1993*.
- Traae, E., 2005: Risiko for kvikkleireskred Bragernes, Drammen – forslag til tiltak. *NVE-rapport 2, 2005*.



Tegnforklaring

- Støy
- Erosjonsgroper
- Erosjonskant
- ▨ Kvikkleiresoner



R35-brua

Fig. 18

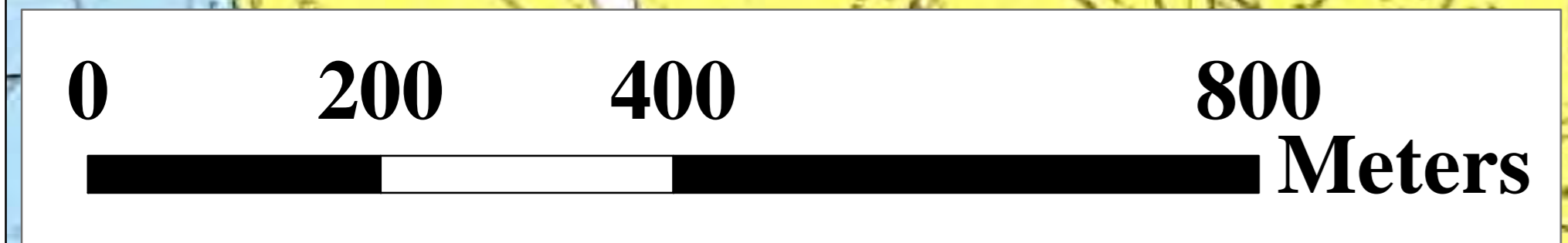
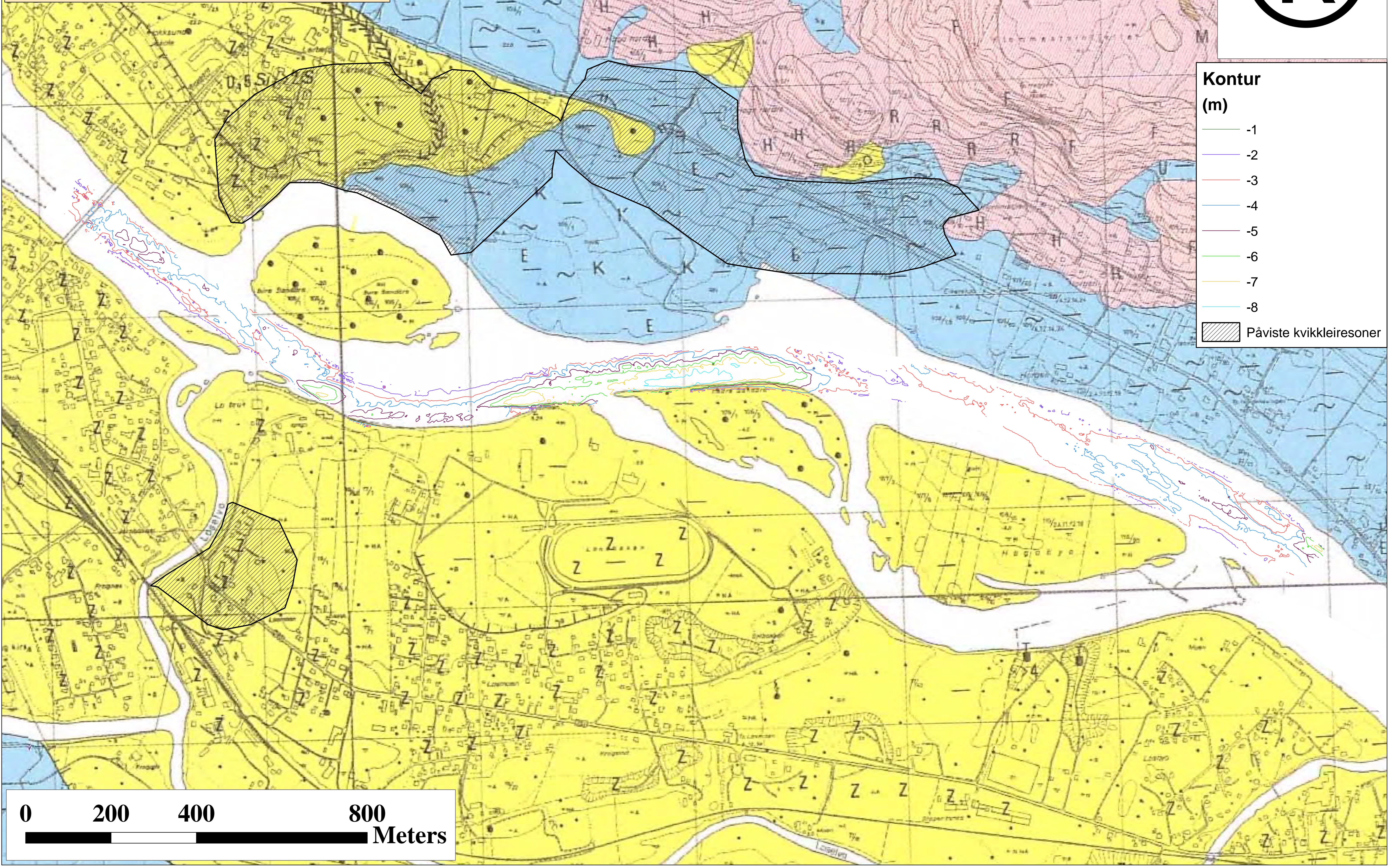
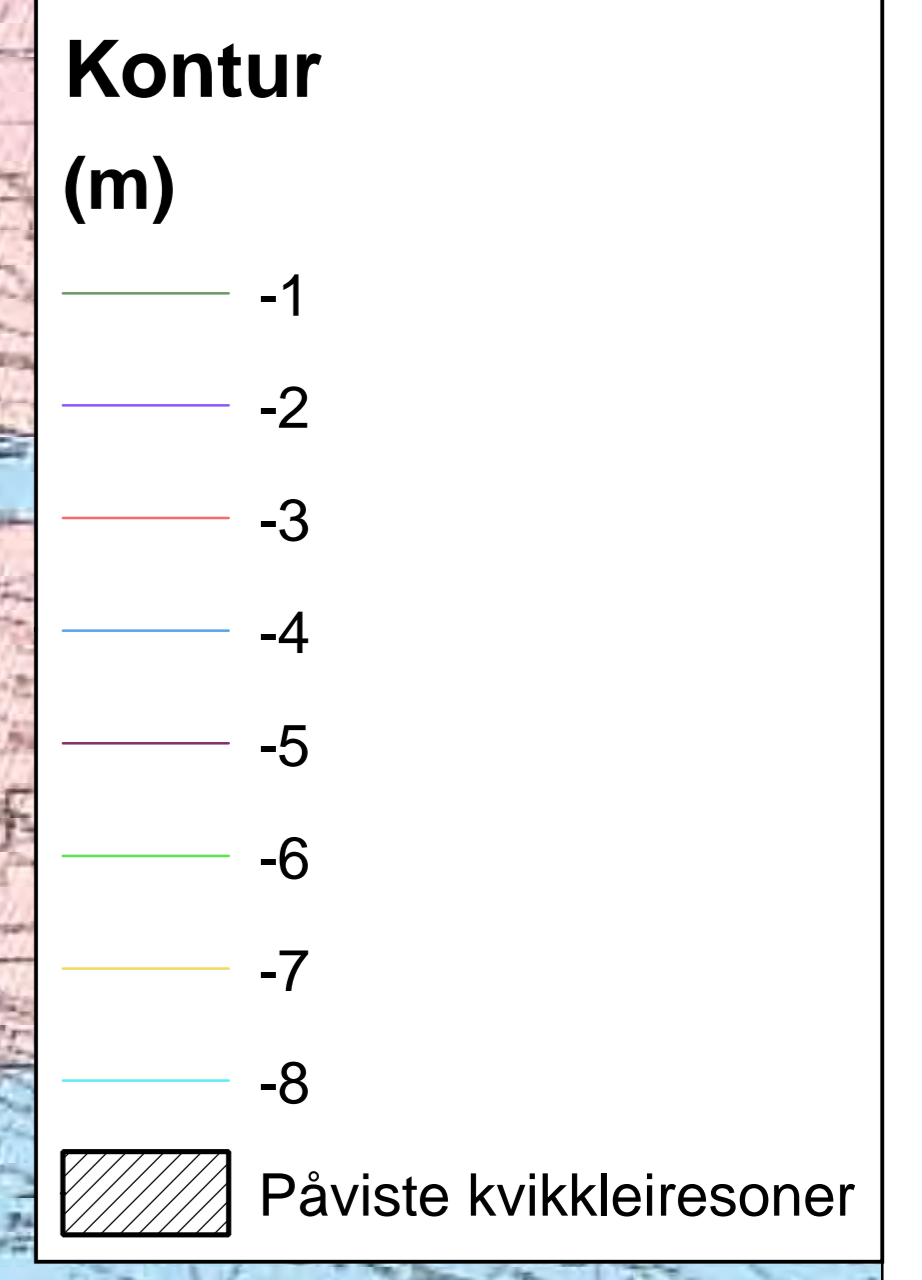
Hokksund

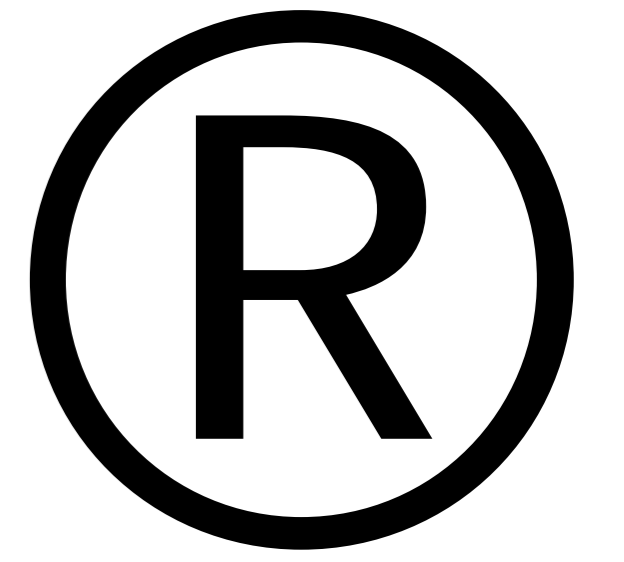
Fig. 14

Nedre Sandøra

Hagaøya

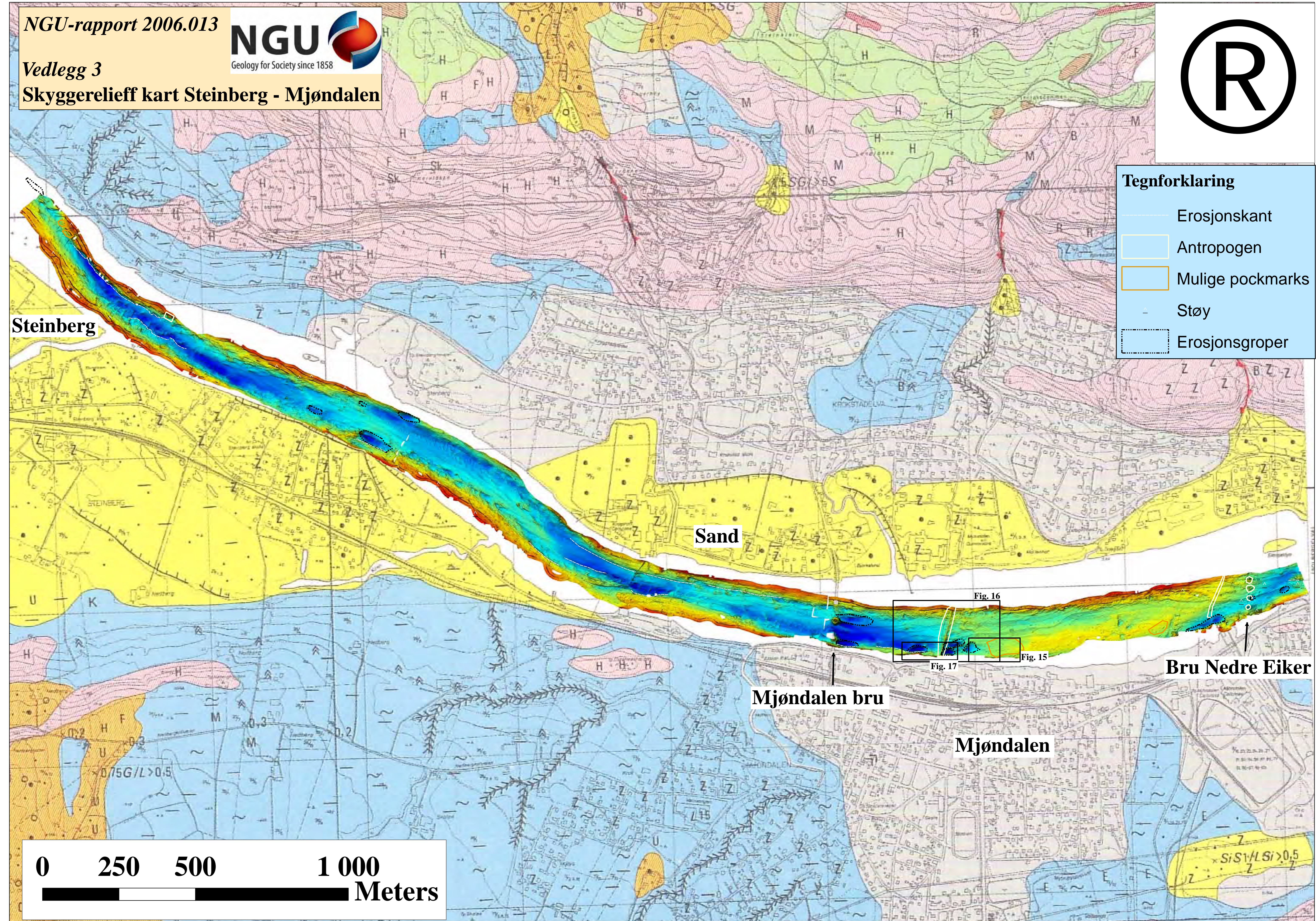


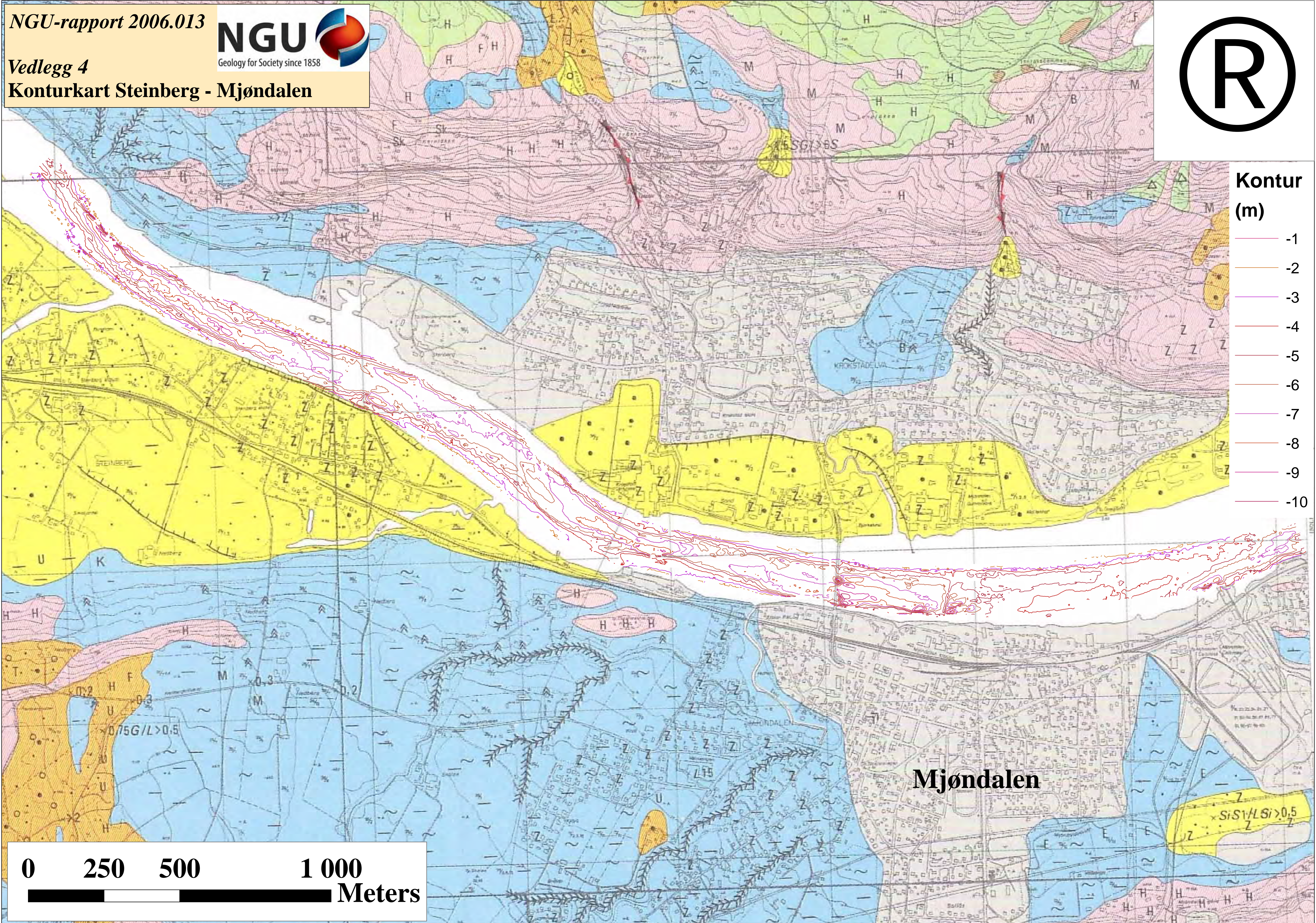




Tegnforklaring

- Erosjonskant
- Antropogen
- Mulige pockmarks
- Støy
- Erosjonsgroper





Kontur (m)

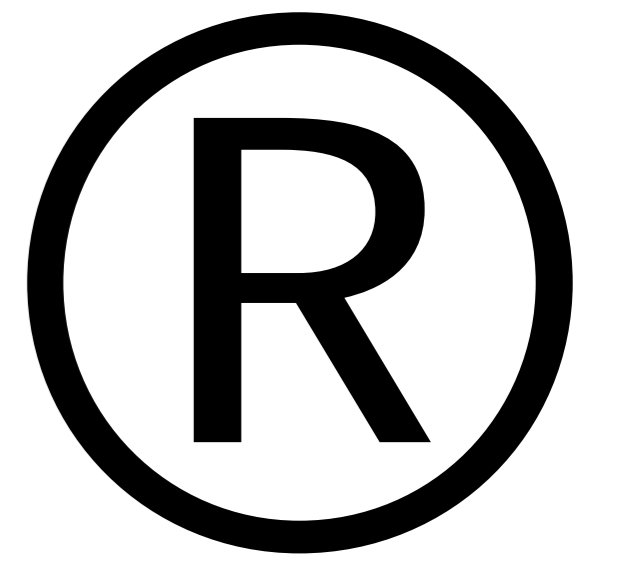
—	-1
—	-2
—	-3
—	-4
—	-5
—	-6
—	-7
—	-8
—	-9
—	-10

0 250 500 1 000
Meters

Mjøndalen

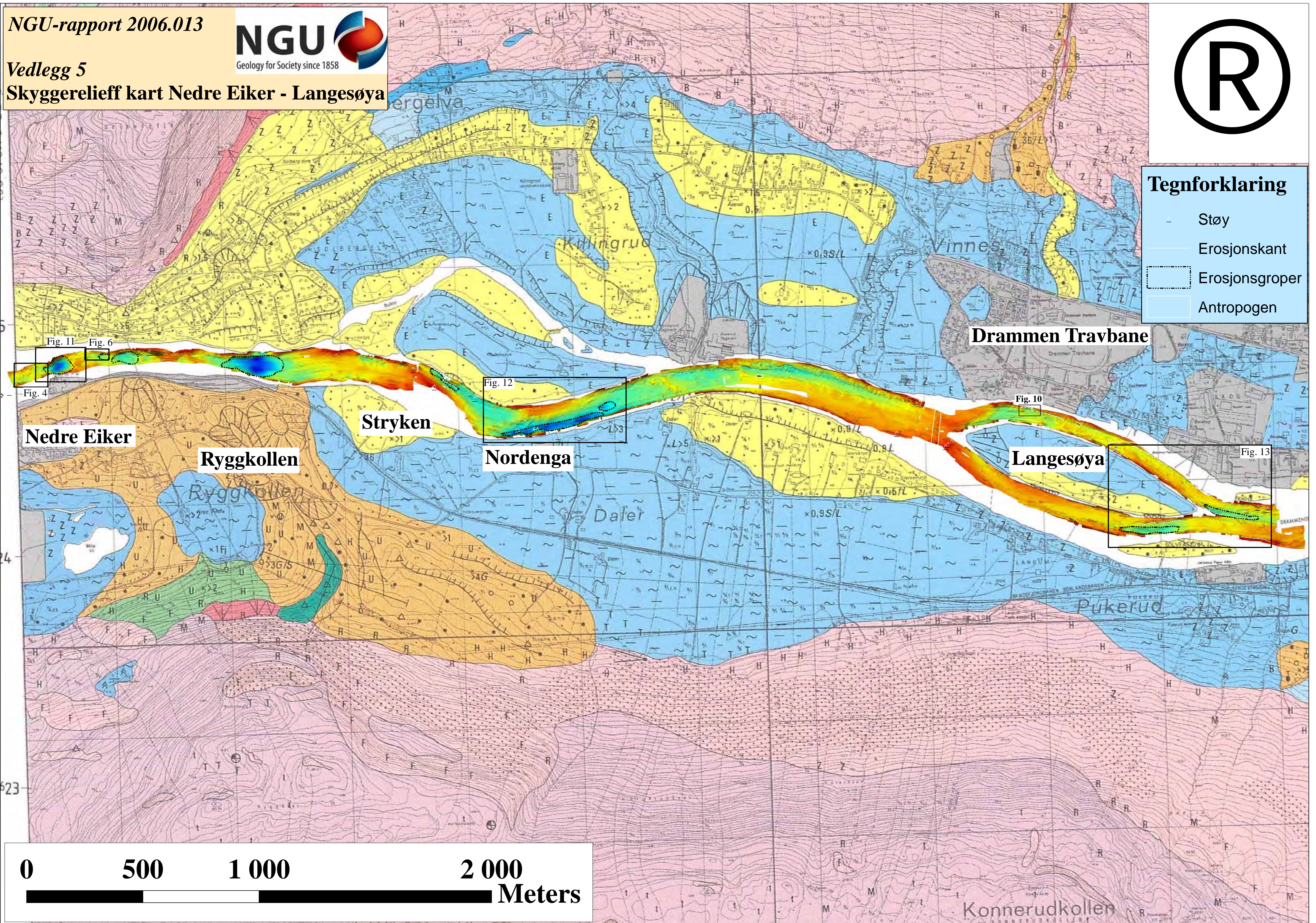
$Si/Si/LSi > 0,5$

$0,2$
 $0,3$
 $0,75G/L > 0,5$



Tegnforklaring

- Støy
- - - Erosjonskant
- Erosjonsgroper
- Antropogen



Nedre Eiker

Ryggkollen

Stryken

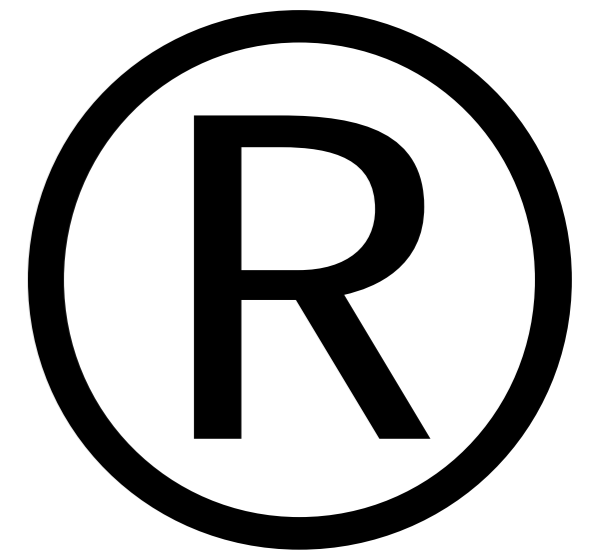
Nordenga

Langesøya

Drammen Travbane

0 500 1 000 2 000 Meters

Vedlegg 6
Konturkart Nedre Eiker - Langesøya



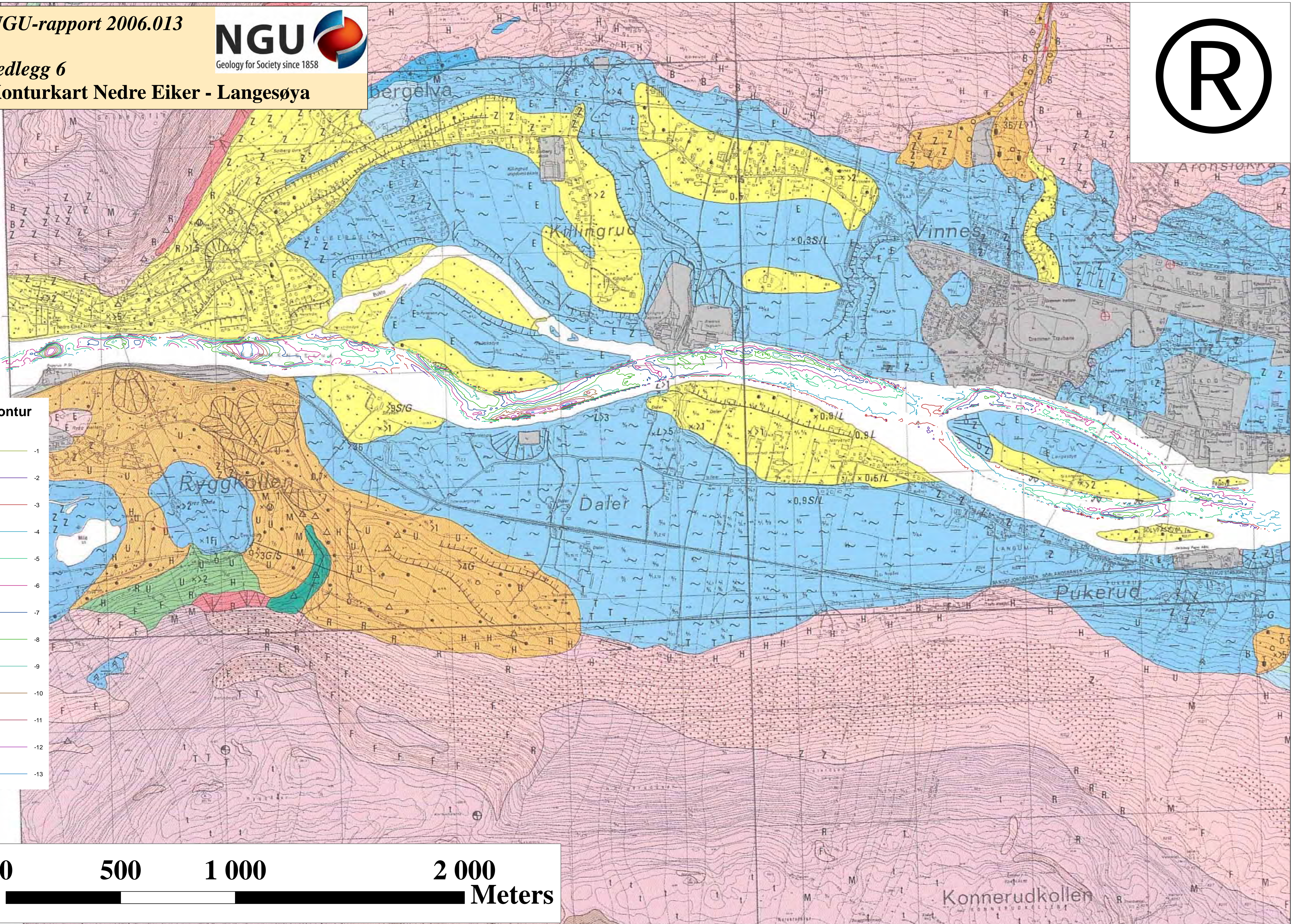
041042-20

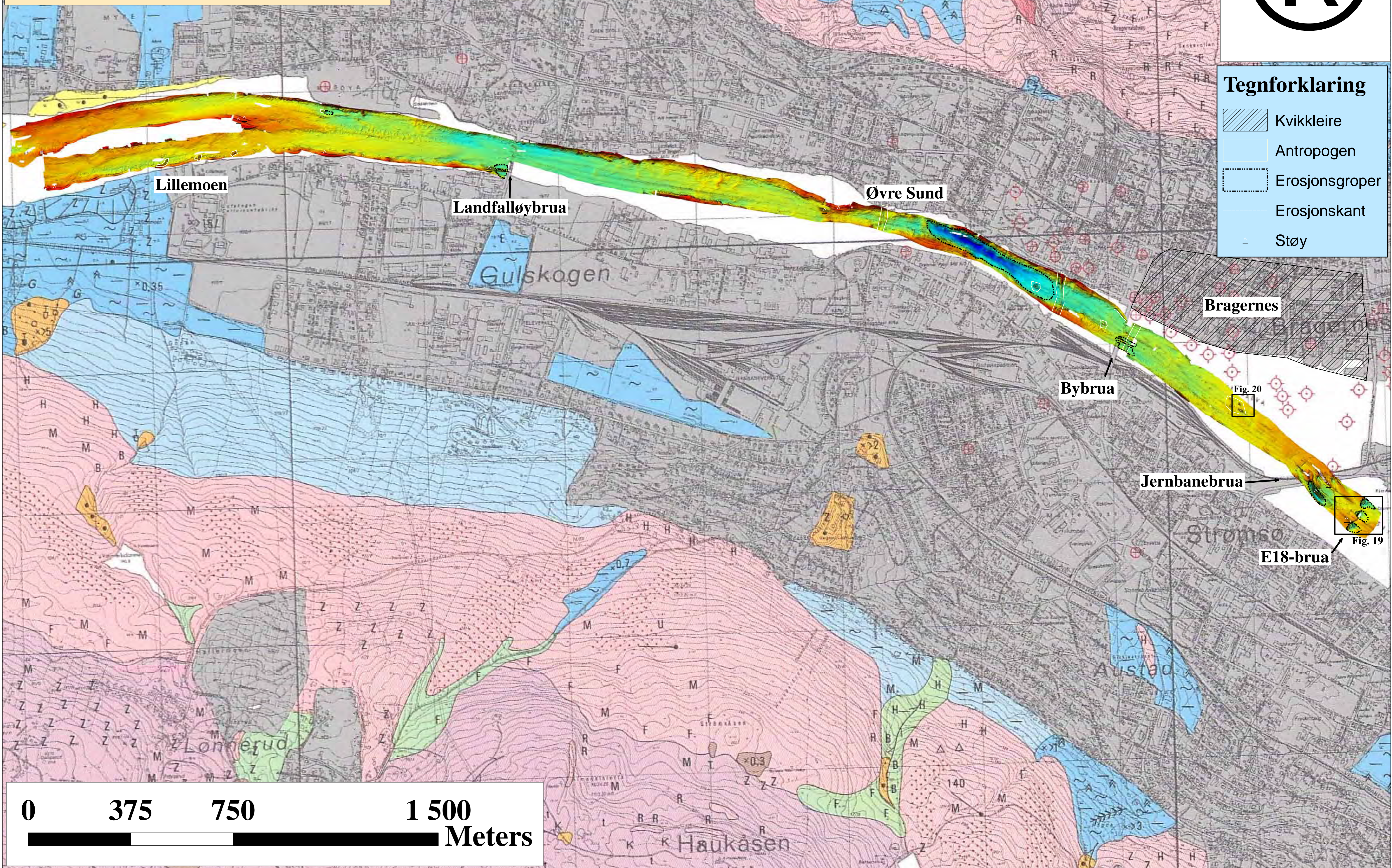
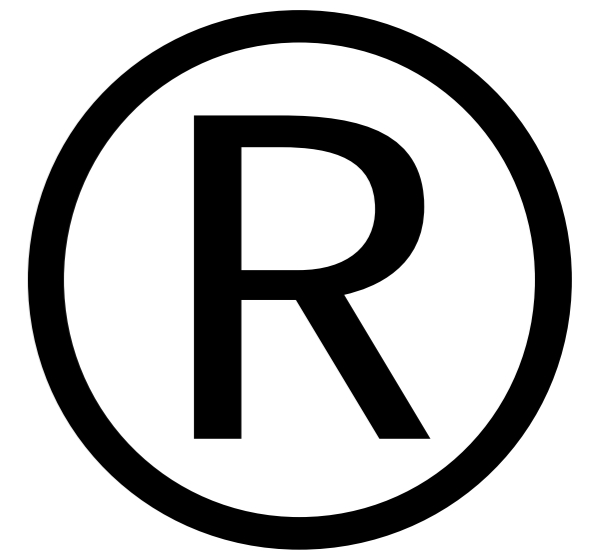
25

Kontur

(m)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13





Tegnforklaring

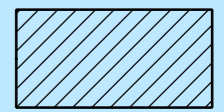
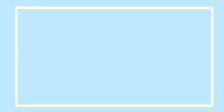



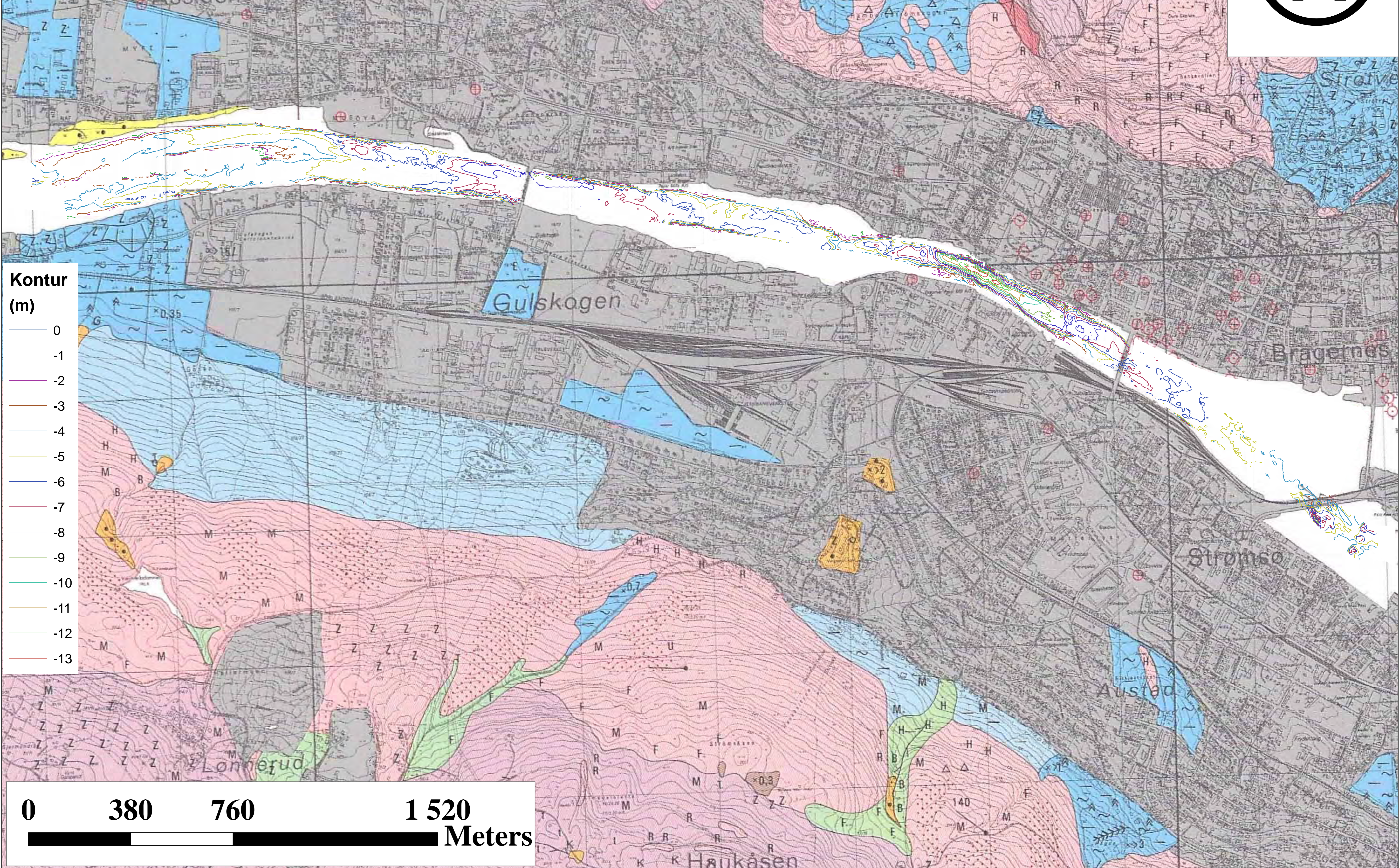
-  Kvikkleire
-  Antropogen
-  Erosjonsgroper
-  Erosjonskant
-  Støy



Fig. 20

Fig. 19



Kontur
(m)

- 0
- -1
- -2
- -3
- -4
- -5
- -6
- -7
- -8
- -9
- -10
- -11
- -12
- -13

