

Til: Norges vassdrags- og energidirektorat

v/: Eirik Traae

Fra: Norges Geotekniske Institutt

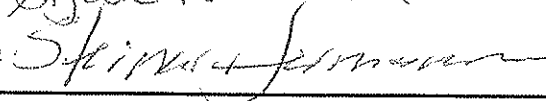
Dato: 2000-06-20

Prosjekt: 990082 Herrevassdraget, Bamble kommune

Utarbeidet av: Ørjan Nerland



Kontrollert av: Steinar Hermann



---

Tittel: **Stabilitets- og konsekvensvurderinger i forbindelse med stabiliserende tiltak langs Herrevassdraget**

## INNLEDNING

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har fått i oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) å foreta geotekniske beregninger og vurderinger i forbindelse med stabilisering og erosjonssikring langs Herrevassdraget i Bamble kommune.

Bakgrunnen for oppdraget er NGIs rapporter /1,2/ hvor det konkluderes med at stabiliteten er utilfredsstillende lav i deler av området mellom brua ved småbåthavna Munken og brua ved Samvirkelaget på Herre.

Oppdraget går ut på å bestemme omfanget av stabiliserende tiltak med utgangspunkt i revidert digitalt kart fra Bamble kommune. Det skal også gjøres en vurdering på hvilke konsekvenser bunnsenkning av Herreelva på henholdsvis 0,5 og 1,0 m vil få for stabiliteten.

## GRUNNLAGSMATERIALE

Bakgrunn for valgte inngangsparametre i stabilitetsberegningene i forbindelse med avlastning og erosjonssikring er NGIs tidligere utførte felt- og laboratorieundersøkelser, se /1,2/.



## GRUNNFORHOLD

Grunnforholdene i området langs Herrevassdraget er relativt variable. I grove trekk består grunnen i området av et topplag av tørrskorpe eller fyllmasser med underliggende leirig silt eller siltig leire som gradvis blir mer leirig med dybden. Over fjell ligger et morenelag.

Det er funnet kvikkleire på begge sider av Herreelva.

For flere detaljer vedrørende grunnforholdene henvises det til /1, 2/.

## STABILISERENDE TILTAK

Det stabiliserende tiltaket som er mest aktuelt å benytte langs Herrevassdraget er terrengavlastning kombinert med erosjonssikring av skråningsfot. Dersom det er ønskelig kan terrenget reetableres ved hjelp av lette masser som for eksempel løs leca eller ekspandert polystyren (EPS).

Andre stabiliserende tiltak som er vurdert er motfylling og kalksement peler. Motfylling, med for eksempel sprengstein er ikke aktuelt på grunn av at en slik fylling vil fylle igjen mesteparten av elveløpet. Også kalksement peler anbefales ikke på grunn av fare for utglidninger eller ras i anleggsperioden. Kalksement peler som metode går ut på å etablere en vertikal pel ved at det under trykk blandes kalk og sement i bløt leire. Installering av slike vertikale peler kan, i installasjonsfasen, føre til store forstyrrelser i grunnen som i ytterste konsekvens kan føre til utglidninger eller ras.

## STABILITET

Stabilitetsberegningene er basert på de samme profilene som ble benyttet i tidligere NGI-rapport /1/. Profilene er derimot revidert på bakgrunn av nytt digitalt kart levert av Bamble kommune. I tillegg er det utført stabilitetsberegninger for to nye profiler, profil 1-1 og 2-2 (se figur 1).

Sammenstillingen i tabell 1 på neste side viser tidligere beregnede sikkerhetsfaktorer, reviderte sikkerhetsfaktorer, sikkerhetsfaktorer etter avlastning, sikkerhetsfaktorer etter avlastning og erosjonssikring og sikkerhetsfaktorer etter henholdsvis 0,5 m og 1,0 m bunnsenkning av Herreelva.

Som vi ser av sammenstillingen i tabell 1 på neste side er det avlastning av terrenget som gir stabilitetsøkning, mens erosjonssikring av elvebredden gir marginal økning i stabiliteten.

Ved erosjonssikring av elvebredden vil elveløpet bli noe innsnevret. Dette vil føre til økt vannhastighet, som igjen kan føre til erosjon av elvebunnen. Med tanke på en slik erodering er det utført stabilitetsberegninger for tilfelle med henholdsvis 0,5 og 1,0 m



bunnsenkning av Herreelva. Disse stabilitetsberegningene viser, se tabell 1, at erodering av elvebunnen på opptil 1,0 m har minimal betydning for stabiliteten. Dette forutsetter at erosjonen foregår ute i Herreelva og ikke inntil eller under skråningsfoten.

Tabell 1: Beregnede sikkerhetsfaktorer.

Profil	Utglijning sør for Herreelva						Utglijning nord for Herreelva					
	Tidligere beregning	Revidert	Avlastning	Avlastning og sikring	Utgraving 0,5 m	Utgraving 1,0 m	Tidligere beregning	Revidert	Avlastning	Avlastning og sikring	Utgraving 0,5 m	Utgraving 1,0 m
B-B	1.27						1.57					
C-C	1.66						1.52					
D-D	1.09	1.01	1.22	1.24	1.23	1.22	1.34	1.28		1.31	1.29	1.28
E-E	1.19	1.17	1.31	1.33	1.32	1.31	1.16	1.20	1.35		1.35	1.34
F-F	1.08	1.06	1.20	1.22	1.22	1.21						
1-1								1.24	1.30			
2-2		1.04	1.21									

I utgangspunktet anbefales det en sikkerhetsfaktor langs Herrevassdraget på 1.3 eller høyere for at stabiliteten skal kunne sies å være tilfredsstillende. Det må derfor foretas avlastning av terrenget for de områdene langs Herrevassdraget som har en beregningsmessig sikkerhet under 1.3. Kravet om sikkerhet på 1.3 eller høyere er derimot ikke noe absolutt krav. Sikkerheten er i dag minst 1.0. En stabilitetsøkning på 15-20 % vil derfor ansees som akseptabel selv om den beregningsmessige sikkerhetsfaktoren ikke kommer over 1.3

Omfanget av nødvendig avlastning på terrenget er vist i figur 1, mens prinsippet for utførelse er vist i figur 2, 3 og 4. Avlastningen anbefales å starte omtrent 5 meter horisontalt fra elvebredden. Stabilitetsberegningene er basert på en lineær avlastning som vist på figur 2. Utgangspunktet for utførelsen bør derfor være å tilstrebe en slik lineær avlastning. Dersom det ønskes en annen utforming på terrengavlastningen må dette avklares med geoteknisk rådgiver.

Som vi ser av sammenstillingen i tabellen ovenfor, så er den beregnede sikkerheten på nordsida av Herreelva tilfredsstillende ( $F_c = 1.30$ ) dersom avlastning av terrenget utføres som vist på figur 1. Dette innebærer at størsteparten av den sørlige og vestlige del av tomta



til Nedre Herrejordet 1 vil bli berørt av avlastningen. Dersom dette ikke er akseptabelt kan terrenget reetableres ved hjelp av lette masser. Lette masser kan for eksempel være lett-klinker eller ekspandert polystyren. Den beregningsmessige sikkerheten i profil 1-1 vil øke fra 1.30, som vist i tabell 1 ovenfor, til 1.34 dersom det utføres masseutskiftning og reetablering med lette masser av type løs leca ( $7 \text{ kN/m}^3$ ) som vist på figur 4. Alternativt kan det benyttes EPS ( $1 \text{ kN/m}^3$ ) isteden for løs leca, noe som vil føre til mindre masseutskiftning enn det som er vist på figur 1 og 4.

Avlastningen i området vest for Nedre Herrejordet 1 vil komme i konflikt med en kommunal 250 mm PVC spillvannsledning.

Når det gjelder den beregnede sikkerheten på sørsida av Herreelva, så er den lav selv etter utført avlastning. Dette gjelder spesielt profil D-D, F-F og 2-2. Profil D-D går fra en beregningsmessig sikkerhet før avlastning på 1.01 til en sikkerhet på 1.22 etter avlastning. Dette vurderes som tilfredsstillende, og begrunnes med at avlastningen gir 21 % økning i stabiliteten i forhold til dagens situasjon. Stabiliteten i profil F-F vurderes også som tilfredsstillende etter avlastning med samme begrunnelse som for profil D-D. Her øker den beregningsmessige sikkerheten etter avlastning og erosjonssikring dog med bare 15 % til 1.22.

I utgangspunktet hadde det vært ønskelig med avlastning av terrenget i området der trafokiosken står i dag. Store kostnader forbundet med flytting av trafokiosken har derimot ført til at vi har vært nødt til å finne en løsning som gjør at trafokiosken får stå der den står i dag. For profil 2-2 forutsettes det at avlastningen stopper ca 1 m fra trafokiosken, se figur 3. Stolpen som står nord for trafokiosken må da flyttes. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i dette området må det foretas avlastning rundt trafokiosken som vist på figur 1 og 3. Dette innebærer at trafokiosken vil bli stående igjen som en utstikkende odde. Inntil trafokiosken utføres graveskråningen med en helning på 1:1,5. Ved avlastning som vist på figur 3 vil den beregningsmessige sikkerheten i profil 2-2 øke med 16 % til 1.21. Dette vurderes som tilfredsstillende.

## KRAV TIL UTFØRELSE

Under utførelse anbefales det først å begynne med erosjonssikring av elvebredden. Erosjonssikringen bør da være så bred at den kan trafikkeres med både gravemaskin og lastebil.

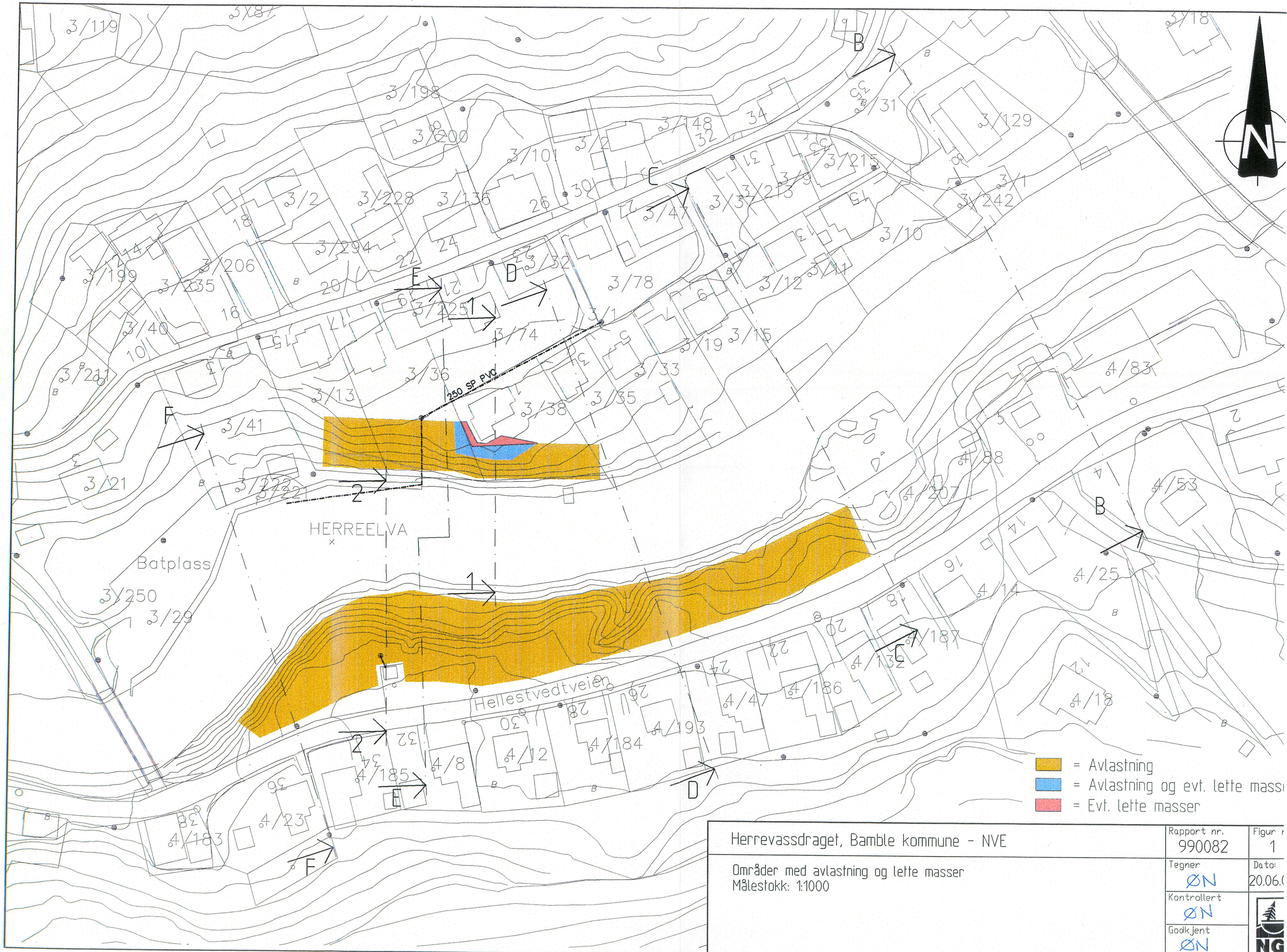
I hovedsak bør avlastning i rasfarlige områder skje ved at massene skjæres av litt og litt med gravemaskin. Avlastningen må starte fra toppen av skråningen. Masser lastes fortløpende opp og transporteres bort. Dette føres til at man unngår midlertidige depoter og tipper. Dette fordi det viser seg at faren for ras ofte er størst i forbindelse med utførelse av selve planeringsarbeidene. Det har vist seg at i de fleste tilfeller der bakkeplanering har medført ras, har rasene skjedd som følge av midlertidig stabilitetsforverring under flytting av jordmasser. Det er derfor nødvendig at slike arbeider gjennomføres etter retningslinjer som ivaretar den stabilitetsmessige sikkerheten. Den arbeidsoperasjonen som er anbefalt



her med trinnvis skjæring og fortløpende bortkjøring av massene kan virke urasjonell og kostnadskrevende, men anses nødvendig ut fra en sikkerhetsmessig vurdering.

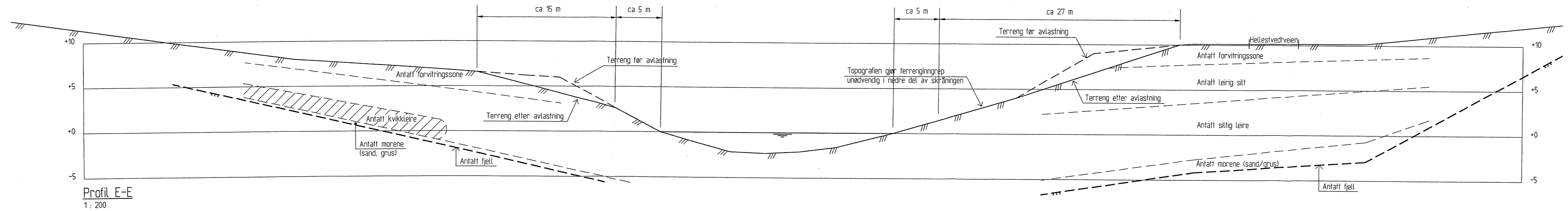
## REFERANSER

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (2000)  
Herrevassdraget, Bamble kommune. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering.  
NGI-rapport 990082-1, datert 10. januar 2000.
- /2/ Norges Geotekniske Institutt (2000)  
Herrevassdraget, Bamble kommune. Supplerende grunnundersøkelser og reviderte stabilitetsberegninger.  
NGI-rapport 990082-2, datert 15. juni 2000.




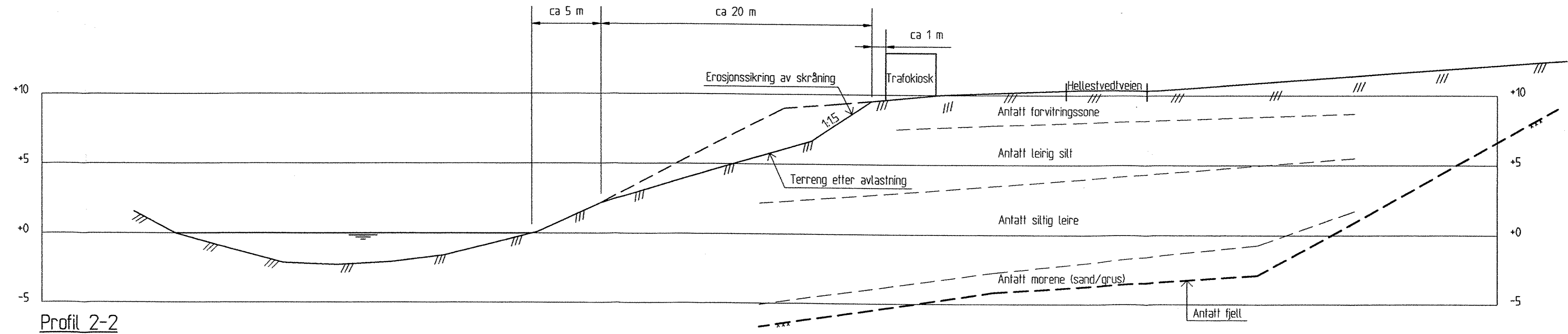
- = Avlastning
- = Avlastning og evt. lette masser
- = Evt. lette masser

Herrevassdraget, Bamble kommune - NVE		Rapport nr. 990082	Figur nr. 1
Områder med avlastning og lette masser		Tegner ØN	Dato: 20.06.0
Målestokk: 1:1000		Kontrollert ØN	
		Godkjent ØN	




Profil E-E  
1 : 200

Herrevassdraget, Bamble kommune - NVE		Rapport nr. 990082	Figur nr. 2
Avlastning langs profil E-E M = 1 : 200		Tegner ØN	Dato: 20.06.00
		Kontrollert ØN	
		Godkjent ØN	

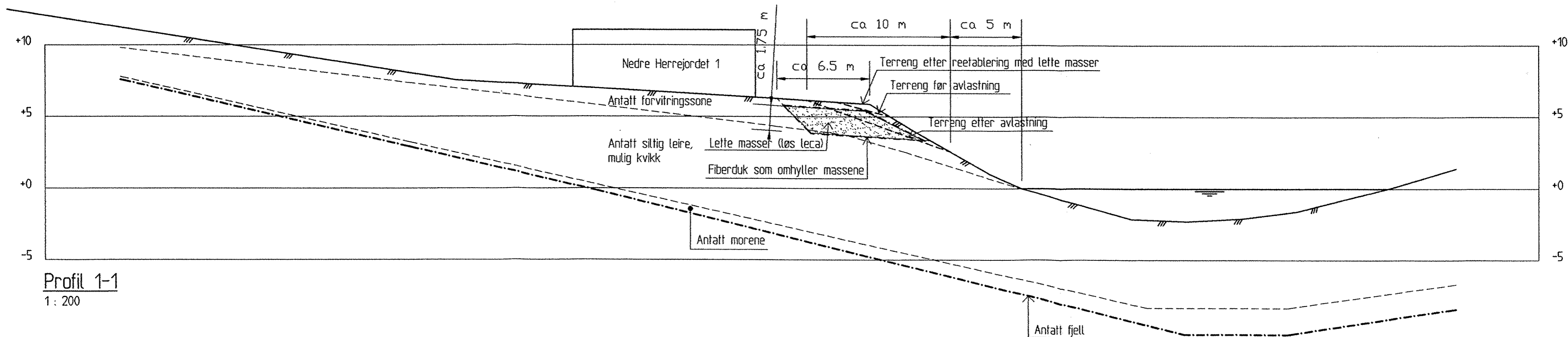


Profil 2-2  
1 : 200


Herrevassdraget, Bamble kommune - NVE	Rapport nr. 990082	Figur nr. 3
	Tegner ØN	Dato 20.06.00
	Kontrollert ØN	
	Godkjent ØN	

Avlastning langs profil 2-2  
M = 1 : 200





Profil 1-1  
1:200

Herrevassdraget, Bamble kommune - NVE	Rapport nr. 990082	Figur nr. 4
	Tegner ØN	Dato 20.06.00
Profil 1-1 Målestokk 1:200	Kontrollert ØN	
	Godkjent ØN	

C:\Programmer\Autodesk\AutoCAD 2000\Profiles\1-1-avl\avl-1-1-avl.dwg

### **NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT**

er en privat stiftelse etablert i 1953, NGI er et nasjonalt og internasjonalt senter for forskning og rådgivning innen geofagene. NGI har følgende kompetanseområder:

- \* Fundamenter og undergrunnsanlegg
- \* Marine konstruksjoner
- \* Bergrom og tunneler
- \* Dammer
- \* Sikring mot skred
- \* Miljøvern og miljøgeoteknologi
- \* Reservoarmekanikk og borhullsteknologi
- \* Grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser
- \* Modell- og feltforsøk
- \* Måleteknisk instrumentering og tilstandskontroll

### ***NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE***

*is an independent foundation established in 1953. NGI is a national and international center for research and consulting in the geosciences. NGI has the following areas of expertise:*

- \* Foundations and underground structures*
- \* Offshore and nearshore structures*
- \* Rock engineering and tunnelling*
- \* Dam engineering*
- \* Avalanches, landslides and safety measures*
- \* Environmental geotechnical engineering*
- \* Petroleum reservoir mechanics and borehole technology*
- \* Site investigations and laboratory testing*
- \* Model and field testing*
- \* Field instrumentation and performance evaluation*



NORGES  
GEOTEKNISKE  
INSTITUTT

NORWEGIAN  
GEOTECHNICAL  
INSTITUTE

Sognsveien 72 – P.O.Box 3930 Ullevaal Stadion, N-0806 Oslo, Norway  
Telephone: (+47) 22 02 30 00 – Telefax: (+47) 22 23 04 48 – Telex: 19787 ngi n