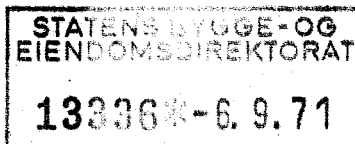


# SIVILINGENIØR PER A. MADSHUS

RÅDGIVENDE INGENIØR - GEOTEKNIKK

MEDLEM AV RÅDGIVENDE INGENIØRERS FORENING



## NORGES GEOGRAFISKE OPPMÅLING

## VIBRASJONSUNDERSØKELSER FOR EVENTUELT NYTT INSTITUTT PÅ HVERVEN

### 1. INNLEDNING

Etter oppdrag fra Norges Geotekniske Institutt foretok vi sommeren 1970 en rekke undersøkelser for å klarlegge hvorvidt det ville være betenkelig med hensyn til vibrasjonsforstyrrelser å legge et nytt institutt for Norges Geografiske Oppmåling på et nærmere bestemt område på Tandbergmoen ved Hønefoss.

Med brev av 25.6.1971 fra Norges Geotekniske Institutt til Ringerike kommune ble vi anmodet om å foreta en tilsvarende bedømmelse for en plasering av instituttet på Hverven ved Hønefoss.

I begge tilfeller gjelder problemet instituttets presisjonsinstrumenter som ansees meget vibrasjonsømfintlige, og det forhold at man på begge de angjeldende steder må fundamentere på løsavlagringer.

Noen data for hvilket vibrasjonsnivå som måtte ansees skadelig for instrumentene, kunne ikke fremskaffes, og det ble derfor ved den første undersøkelsen ansett nødvendig å forsøke å

klarlegge dette forhold ved undersøkelser av vibrasjonsnivået ved en rekke tilsvarende institutter.

I tillegg til dette ble det foretatt en undersøkelse av vibrasjonsnivået på Tandbergmoen, og det ble også gjort en rekke supplerende undersøkelser for å vurdere det spørsmål oppgaven gjaldt.

I en redegjørelse av 25.9.1970 er alle de nevnte målinger og betraktninger inntatt. Redegjørelsen inneholdt følgende avsnitt:

1. Innledning.
2. Tillatelige vibrasjoner for instrumentene. 1
3. Vibrasjonsnivået på Tandbergmoen.
4. Overføring av vibrasjoner fra grunn til bygning - Innføring  
*N.B.* av spesielle vibrasjonsisolerende systemer. *Klarlegges*
5. Konklusjon.

Da problemstillingen for den nye tomten er den samme som for Tandbergmoen, og grunnforholdene i relasjon til det aktuelle problem dessuten er svært like, vil det alt vesentlige av innholdet i den første redegjørelsen også gjelde for Hverven. Det henvises derfor til denne redegjørelsen, både når det gjelder de undersøkelser som direkte kan overføres, og for den mer generelle omtale av de anvendte målemetoder.

## 2. VIBRASJONSNIVÅET PÅ HVERVEN

På Hverven syd for Hønefoss er valgt ut et område på ca. 150 x 200 m innen hvilket det nye instituttet skulle kunne plasseres.

Norges Geotekniske Institutt foretok i april 1971 grunnundersøkelser for området, Redegjørelse for de geotekniske forhold er gitt i rapport nr: 7007-3 av 11.6.1971, og det henvises til denne.

Det fremgår av denne at det er løsavlagringer i hele den undersøkte dybde ned til ca. 40 m. Massene består av ren, vesentlig middels grov sand med enkelte lag av finsand og grovsand, ned til 16 m dyp hvor prøvetakingen er avsluttet. Materialet er i det alt vesentlige meget fast lagret. Grunnvannstanden ligger

under den dybde det er tatt prøver til (16 m).

## 2.1 - Vibrasjonsundersøkelser på Hverven.

Målinger er utført på fire steder fordelt over området. Målestedene er avmerket på vedlagte skisse, bilag 5. Målingene er utført 3.8. og 12.8.1971. Programmet for undersøkelsene er utarbeidet i samarbeide med Norges Geotekniske Institutt.

Undersøkelsene har tatt sikte på å bestemme:

2.11 - Det alminnelige vibrasjonsnivå over området uten spesielle vibrasjonskilder.

2.12 - Vibrasjonsnivået over området fra en utvalgt vibrasjonskilde.

2.13 - Forplantningsforholdene for vibrasjoner over området.

2.14 - Dominerende svingefrekvenser i området.

2.12 - For bestemmelse av vibrasjonsnivået er valgt en kilde bestående av en lastebil med sand, totalvekt ca. 10 t. Bilen ble kjørt med en hastighet på ca. 10-45 km/t langs skogsveier der hvor dette lot seg gjøre (hastigheten er angitt i tabell, bilag 2-4). Slike målinger er foretatt på fire steder, hvert sted i to punkter med varierende avstand fra kilden. Punktenes beliggenhet fremgår av skisse, bilag 5. Da de skogsveiene bilen kjørte på, hadde sterkt varierende jevnhet, kan observasjonene på de fire steder ikke sammenlignes med hensyn til amplituder.

2.13 - For å klarlegge forplantningsforholdene i dybden er det på et sted gjort sammenlignende målinger i terreng og i 8,5 m dybde. Som vibrasjonskilde er benyttet lastebil (se under pkt. 2.12) og nedfallende sandsekk (se under pkt. 2.14).

2.14 - På grunn av refleksjons- og refraksjonsforhold vil bestemte frekvenser bære vesentlig bedre igjennom enn andre. For å finne frem til slike er det på alle fire steder fremkalt et støt i bakken ved at en sandsekk med vekt ca. 50 kg er sluppet ned ca. 1,8 m.

Målingene av vibrasjonene er utført med elektrodynamiske seismometre i kombinasjon med en mangekanals lyspunktsskriver. En nærmere beskrivelse av det anvendte utstyr er gitt i redegjørelse av 25.9.1970, side 6-7.

Resultatene av de utførte undersøkelser fremgår av tabeller, bilag 1-4. For definisjon av de anvendte uttrykk henvises til redegjørelse av 25.9.1970, bilag 2, side 2-5.

Av resultatene av undersøkelsene skal trekkes ut følgende:

2.11 - Uten spesielle vibrasjonskilder er det på de fire målesteder på tomten i terreng observert følgende maksimale vibrasjonsverdier:

Nordvestre hjørne:

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $0,4 \cdot 10^{-6}$ m.               |
| Hastighetsamplitude    | $0,055 \cdot 10^{-3}$ m/s.           |
| Akselerasjonsamplitude | $8 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Nordøstre hjørne:

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $0,2 \cdot 10^{-6}$ m.               |
| Hastighetsamplitude    | $0,033 \cdot 10^{-3}$ m/s.           |
| Akselerasjonsamplitude | $5 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Sydvestre hjørne:

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $0,4 \cdot 10^{-6}$ m.               |
| Hastighetsamplitude    | $0,055 \cdot 10^{-3}$ m/s.           |
| Akselerasjonsamplitude | $8 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Sydøstre hjørne:

|                        |                                      |
|------------------------|--------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $0,4 \cdot 10^{-6}$ m.               |
| Hastighetsamplitude    | $0,055 \cdot 10^{-3}$ m/s.           |
| Akselerasjonsamplitude | $8 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Den nærmeste kjente vibrasjonskilde er E68, som går ca. 300 m øst for tomtens østre begrensingsvei. (Det var imidlertid under målingene ingen kommunikasjon med veien, og det har derfor ingen oversikt over hvor tunge kjøretøyer som passerte på denne tiden.)

Ny måling

ingen innflytelse

En annen mulig vibrasjonskilde er vind som gjennom svingninger av trærne skaper vibrasjoner i grunnen.

- 2.12 - Fra lastebiltrafikk på skogsveier er det på de fire områder på tomten observert følgende maksimale vibrasjonsverdier; observasjonene er gjort i terreng hvor intet annet er angitt:

Nordvestre del, kjørt på vestre begrensingsvei, relativt jevnt veidekke, maks. kjørehastighet ca. 45 km/t.

I 20 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $4,4 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $0,55 \cdot 10^{-3}$ m/s.             |
| Akselerasjonsamplitude | $69 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

I 60 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $5,8 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $0,61 \cdot 10^{-3}$ m/s.             |
| Akselerasjonsamplitude | $64 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Den mest dominerende frekvens er ca. 20 s<sup>-1</sup>.

Nordøstre del, kjørt langs nordøstre begrensingsvei, relativt jevnt veidekke, maks. kjørehastighet ca. 30 km/t.

I 20 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |  |
|------------------------|--|
| Forskyvningsamplitude  | $7,4 \cdot 10^{-6}$ m.                 |
| Hastighetsamplitude    | $0,94 \cdot 10^{-3}$ m/s.              |
| Akselerasjonsamplitude | $117 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

I 60 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $3,1 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $0,39 \cdot 10^{-3}$ m/s.             |
| Akselerasjonsamplitude | $48 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Den mest dominerende frekvens er ca. 20 s<sup>-1</sup>.

*Hva er grunnen til  
dette amplituden med  
dette avstand*

*hvorfor er  
denne høy i  
relasjon til andre  
bør målinger.*

N.B. | Sydvestre del, kjørt på søndre begrensingsvei, meget ujevnt  
veidekke, maks. kjørehastighet 20 km/t.

I 20 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |  |
|------------------------|--|
| Forskyvningsamplitude  | $7,0 \cdot 10^{-6}$ m.                 |
| Hastighetsamplitude    | $0,88 \cdot 10^{-3}$ m/s.              |
| Akselerasjonsamplitude | $112 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

I 60 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

N.B. |

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $3,5 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $0,44 \cdot 10^{-3}$ m/s.             |
| Akselerasjonsamplitude | $55 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Den mest dominerende frekvens er  $20 \text{ s}^{-1}$ .

Sydøstre del, kjørt på søndre begrensingsvei, meget ujevn  
vei, maks. kjørehastighet 20 km/t.

I 20 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |  |
|------------------------|--|
| Forskyvningsamplitude  | $10,0 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $1,32 \cdot 10^{-3}$ m/s.              |
| Akselerasjonsamplitude | $248 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

I 60 m avstand fra vibrasjonskilden (veien):

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $4,4 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $0,61 \cdot 10^{-3}$ m/s.             |
| Akselerasjonsamplitude | $95 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Synes å  
avta med  
dybden

I 20 m avstand fra vibrasjonskilden (veien), 8,5 m  
under terreng:

|                        |                                       |
|------------------------|---------------------------------------|
| Forskyvningsamplitude  | $1,7 \cdot 10^{-6}$ m.                |
| Hastighetsamplitude    | $0,15 \cdot 10^{-3}$ m/s.             |
| Akselerasjonsamplitude | $13 \cdot 10^{-3}$ m/s <sup>2</sup> . |

Den mest dominerende frekvens er  $20 \text{ s}^{-1}$ .

2.14 - Fra undersøkelserne med nedfallende sandsekk has følgende  
maksimale verdier for hastighetsamplitudene; observasjonene  
er tatt i terreng hvor ikke annet er angitt:

Nordvestre del:

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| I 20 m avstand: Hastighetsamplitude | $0,22 \cdot 10^{-3}$ m/s  |
| I 60 " " :                          | $0,17 \cdot 10^{-3}$ m/s. |

Den mest dominerende frekvens er ca.  $25 \cdot s^{-1}$ .

Nordøstre del:

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| I 20 m avstand: Hastighetsamplitude | $0,66 \cdot 10^{-3}$ m/s. |
| I 60 " " "                          | $0,28 \cdot 10^{-3}$ m/s. |

Den mest dominerende frekvens er ca.  $25 \cdot s^{-1}$ .

Sydvestre del:

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| I 20 m avstand: Hastighetsamplitude | $0,90 \cdot 10^{-3}$ m/s. |
| I 60 " " "                          | $0,33 \cdot 10^{-3}$ m/s. |

Den mest dominerende frekvens er ca.  $25 \cdot s^{-1}$ .

Sydøstre del:

|                                     |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|
| I 20 m avstand: Hastighetsamplitude | $0,55 \cdot 10^{-3}$ m/s. |
| I 60 " " "                          | $0,19 \cdot 10^{-3}$ m/s. |

Den mest dominerende frekvens er ca.  $25 \cdot s^{-1}$ .

## 2.2 Konklusjon.

De vibrasjoner som kunne observeres uten at det ble introdusert spesielle kilder, lå på et meget lavt nivå og noe under den laveste verdi som ansees merkbart for mennesker.

De vibrasjoner den valgte kilde, lastebil med totalvekt 10 t, frembragte, er moderate. Veien som begrenser området mot syd, er vesentlig mer ujevn enn de øvrige veiene, og de vibrasjoner som fremkaltes ved kjøring med lastebil her, ville under ellers like forhold bli vesentlig større. De observerte vibrasjonsamplituder i de forskjellige deler av tomten kan derfor ikke sammenlignes direkte. Når de ikke skiller seg mer enn tilfellet er, skyldes dette delvis at kjørehastigheten nødvendigvis måtte settes vesentlig lavere der hvor veien var mest ujevn.

2 | Vibrasjonsamplitudene avtar relativt raskt med avstanden fra svingningskilden. En unntagelse danner verdiene i den nordvestre delen av tomten, men det er overveiende sannsynlig at disse i punktet nærmest vibrasjonskilden her er blitt redusert på grunn av spesielle lokale forhold.

Vibrasjonsamplitudene avtar også raskt med dybden.

### 3. KONKLUSJON

På grunnlag av de undersøkelser som er utført og de opplysninger som foreligger fra annet hold, er vi kommet frem til følgende konklusjon:

Konklusjonen blir i det alt vesentlige den samme som for Tandbergmoen, men det er allikevel funnet riktig å gjenta den her:

For det undersøkte området på Hverven ligger det naturlige vibrasjonsnivå i dag under den verdi som, alle forhold tatt i betraktning, kan virke hemmende eller forstyrrende på målinger med de mest ømfintlige instrumenter Norges Geografiske Oppmåling i dag har til disposisjon.

Ved bygging av et nytt institutt på tomten er det ved en hensiktsmessig utforming av bygningskonstruksjonene, inklusiv fundamenteringen, mulig å oppnå at vibrasjonsnivået i bygningene ikke overstiger det som eksisterer i grunnen i dag.

Det er også fullt mulig ved innføring av spesielle konstruksjoner å bringe vibrasjonsnivået i bygningen ned under dette nivå.

Innføring av nye vibrasjonskilder i området vil kunne øke vibrasjonsnivået ut over det som eksisterer i dag. Som slike kilder kan tenkes gjennomgangsveier med tyngre trafikk og industri med vibrasjonsgenererende maskineri (f.eks. smihammere, rammesager). For at man ikke skal risikere at vibrasjonsnivået i instituttet skal øke ut over det som er ønskelig, må det derfor ikke innføres slike nye kilder uten at virkningen av disse er undersøkt på forhånd. Slike undersøkelser kan utføres ved at det på de aktuelle tomtene plasseres en transportabel vibrator (for støykilder med



periodisk forløp) eller en rambukk (for støykilder med støtpulser) og at de vibrasjoner som overføres til det nye instituttet (eller instituttstomten) måles.

Det kan regnes med at det vil være tilstrekkelig med slike undersøkelser innenfor en avstand av 500 m fra instituttet. Skulle det imidlertid dreie seg om spesielt sterke vibrasjonskilder, vil det være tilrådelig at det foretas måling også utenfor denne grense.

Ovenstående betyr på den annen side ikke at vibrasjonsgenererende anlegg ikke kan plasseres innen den angitte grense. Vibrasjonene synes å tape seg relativt raskt på den aktuelle tomten, og det er sannsynlig at de nevnte restriksjoner vil få liten praktisk betydning for disponeringen av området omkring instituttet. Således går E68 i dag bare ca. 300 m fra tomtens østre del uten at dette synes å ha noen uheldig innflytelse. Ved innføring av spesielle konstruksjoner for å redusere vibrasjonsoverføringen til bygningen, slik som omtalt foran, vil man dessuten i sterkere grad kunne gjøre seg uavhengig av eventuelle nye vibrasjonskilder i området.

*NB  
Vurderes  
konkret med  
dette*

Det er av betydning at den delen av bygningen hvor de ømfintlige instrumentene blir plassert, blir adskilt fra den øvrige delen av bygningen, og at det i den aktuelle delen ikke blir introdusert vibrasjonskilder av betydning. Alle konstruksjonselementer (dekker, vegger) må både statisk og dynamisk dimensjoneres under hensyntagen til de krav instrumentene stiller.

Som det fremgår av foranstående, synes det ikke å skulle innebære noen betenkeligheter med hensyn til vibrasjonsforstyrrelser å legge et nytt institutt for Norges Geografiske Oppmåling på det undersøkte området på Hverven ved Hønefoss, når bare de forhold som er nevnt, ivaretas.

Oslo, 30.8.1971

*Per A. Madshus*  
Per A. Madshus

| VIBRASJONS-<br>KILDE | MALE-<br>PUNKT | MALE-<br>RETN. | MAKS.<br>HAST.<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S | MAKS.<br>FORSK.<br>AMPL.<br>-6<br>10 M | MAKS.<br>AKS .<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S | FREKVENNS<br><br>1/S |
|----------------------|----------------|----------------|---|--|---|----------------------|
| INGEN SPESIELL       | 1              | V              | 0.015                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |
|                      | 1              | N-S            | 0.033                                   | 0.3                                    | 4.14                                    | 20.0                 |
|                      | 1              | O-V            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63                                    | 25.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 2              | V              | 0.007                                   | 0.0                                    | 1.18                                    | 25.0                 |
|                      | 2              | N-S            | 0.022                                   | 0.1                                    | 5.53                                    | 40.0                 |
|                      | 2              | O-V            | 0.022                                   | 0.1                                    | 3.45                                    | 25.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 3              | V              | 0.007                                   | 0.0                                    | 2.35                                    | 50.0                 |
|                      | 3              | N-S            | 0.011                                   | 0.1                                    | 1.38                                    | 20.0                 |
|                      | 3              | O-V            | 0.033                                   | 0.2                                    | 5.18                                    | 25.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 4              | V              | 0.007                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |
|                      | 4              | N-S            | 0.022                                   | 0.1                                    | 3.45                                    | 25.0                 |
|                      | 4              | O-V            | 0.011                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |
| INGEN SPESIELL       | 5              | V              | 0.007                                   | 0.0                                    | 1.18                                    | 25.0                 |
|                      | 5              | N-S            | 0.022                                   | 0.2                                    | 2.76                                    | 20.0                 |
|                      | 5              | O-V            | 0.022                                   | 0.2                                    | 2.76                                    | 20.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 6              | V              | 0.022                                   | 0.1                                    | 7.06                                    | 50.0                 |
|                      | 6              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63                                    | 25.0                 |
|                      | 6              | O-V            | 0.033                                   | 0.2                                    | 5.18                                    | 25.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 7              | V              | 0.015                                   | 0.0                                    | 4.71                                    | 50.0                 |
|                      | 7              | N-S            | 0.022                                   | 0.2                                    | 2.76                                    | 20.0                 |
|                      | 7              | O-V            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63                                    | 25.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 8              | V              | 0.037                                   | 0.1                                    | 11.77                                   | 50.0                 |
|                      | 8              | N-S            | 0.033                                   | 0.2                                    | 5.18                                    | 25.0                 |
|                      | 8              | O-V            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63                                    | 25.0                 |
| INGEN SPESIELL       | 9              | V              | 0.000                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |
|                      | 9              | N-S            | 0.000                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |
|                      | 9              | O-V            | 0.000                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |

MALESTED: HVERVEN, HONEFOSS

MALEPUNKT: 1 - TERRENG, SE BILAG 5

" : 2 - " , "

" : 3 - " , "

" : 4 - " , "

" : 5 - " , "

" : 6 - " , "

" : 7 - " , "

" : 8 - " , "

" : 9 - 8.5 M DYBDE, "

| VIBRASJONS-<br>KILDE                                     | MALE-<br>PUNKT | MALE-<br>RETN. | MAKS.<br>HAST.<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S | MAKS.<br>FORSK.<br>AMPL.<br>-6<br>10 M | MAKS.<br>AKS .<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S <sup>2</sup> | FREKVENNS<br>1/S |
|--|----------------|----------------|---|--|--|------------------|
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT NORD.<br>15 - 20 KM/T.           | 1              | N-S            | 0.110                                   | 0.9                                    | 13.82  | 20.0             |
|  | 2              | V              | 0.037                                   | 0.0                                    | 0.00   | 0.0              |
|  | 2              | N-S            | 0.110                                   | 0.9                                    | 13.82  | 20.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.165                                   | 1.5                                    | 17.62  | 17.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT SYD.<br>15 - 20 KM/T.            | 1              | N-S            | 0.132                                   | 1.0                                    | 18.24  | 22.0             |
|  | 2              | V              | 0.037                                   | 0.0                                    | 0.00   | 0.0              |
|  | 2              | N-S            | 0.110                                   | 0.8                                    | 15.20  | 22.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.110                                   | 1.0                                    | 11.74  | 17.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT NORD.<br>25 KM/T.                | 1              | N-S            | 0.165                                   | 1.5                                    | 17.62  | 17.0             |
|  | 2              | V              | 0.037                                   | 0.2                                    | 6.59   | 28.0             |
|  | 2              | N-S            | 0.165                                   | 1.3                                    | 20.72  | 20.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.275                                   | 2.6                                    | 29.36  | 17.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT SYD.<br>30 KM/T.                 | 1              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54  | 20.0             |
|  | 2              | V              | 0.075                                   | 0.9                                    | 6.59   | 14.0             |
|  | 2              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54  | 20.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.385                                   | 3.6                                    | 41.10  | 17.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT SYD.<br>45 KM/T.                 | 1              | N-S            | 0.440                                   | 3.5                                    | 55.26  | 20.0             |
|  | 2              | V              | 0.187                                   | 1.5                                    | 23.55  | 20.0             |
|  | 2              | N-S            | 0.385                                   | 3.1                                    | 48.36  | 20.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.550                                   | 5.8                                    | 51.81  | 15.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT SYD.<br>45 KM/T.                 | 1              | N-S            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0             |
|  | 2              | V              | 0.187                                   | 2.1                                    | 16.48  | 14.0             |
|  | 2              | N-S            | 0.440                                   | 3.2                                    | 60.79  | 22.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.605                                   | 5.7                                    | 64.59  | 17.0             |
| SANDSEKK (50 KG)<br>SLUPPET I BAKKEN<br>FRA 1.8 M HOYDE. | 1              | O-V            | 0.220                                   | 1.9                                    | 24.87  | 18.0             |
|  | 2              | V              | 0.075                                   | 0.6                                    | 9.42   | 20.0             |
|  | 2              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 7.60   | 22.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.132                                   | 1.2                                    | 14.92  | 18.0             |
| SANDSEKK (50 KG)<br>SLUPPET I BAKKEN<br>FRA 1.8 M HOYDE. | 1              | N-S            | 0.220                                   | 1.4                                    | 34.54  | 25.0             |
|  | 2              | V              | 0.037                                   | 0.2                                    | 7.77   | 33.0             |
|  | 2              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63   | 25.0             |
|  | 2              | O-V            | 0.165                                   | 1.5                                    | 18.65  | 18.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT OST.<br>10 - 15 KM/T.            | 7              | O-V            | 0.330                                   | 3.1                                    | 35.23  | 17.0             |
|  | 8              | N-S            | 0.550                                   | 5.2                                    | 58.72  | 17.0             |
|  | 8              | O-V            | 1.100                                   | 5.8                                    | 207.24   | 30.0             |
|  | 8              | O-V            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT OST.<br>10 - 15 KM/T.            | 7              | O-V            | 0.880                                   | 10.0                                   | 77.37  | 14.0             |
|  | 8              | O-V            | 0.990                                   | 5.3                                    | 186.52   | 30.0             |
|  | 7              | V              | 0.112                                   | 0.9                                    | 14.13  | 20.0             |
|  | 7              | O-V            | 0.330                                   | 2.6                                    | 41.45  | 20.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT OST.<br>10 - 15 KM/T.            | 8              | N-S            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0             |
|  | 8              | O-V            | 0.825                                   | 4.4                                    | 155.43   | 30.0             |
|  | 8              | N-S            | 0.550                                   | 5.2                                    | 58.72  | 17.0             |
|  | 8              | O-V            | 1.320                                   | 7.0                                    | 248.69   | 30.0             |
| LASTEBIL. KJØRER<br>MOT OST.<br>10 - 15 KM/T.            | 7              | V              | 0.150                                   | 1.7                                    | 13.19  | 14.0             |
|  | 7              | N-S            | 0.220                                   | 1.8                                    | 27.63  | 20.0             |
|  | 7              | O-V            | 0.550                                   | 3.5                                    | 86.35  | 25.0             |

MALESTED: HVERVEN, HONEFOSS.

MALEPUNKT: 1 - TERRENG, SE BILAG 5

" : 2 - " , "

" : 7 - " , "

" : 8 - " , "

| VIBRASJONS-<br>KILDE                                     | MALE-<br>PUNKT | MALE-<br>RETN. | MAKS.<br>HAST.<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S | MAKS.<br>FORSK.<br>AMPL.<br>-6<br>10 M | MAKS.<br>AKS .<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S <sup>2</sup> | FREKVENS<br>1/S |
|--|----------------|----------------|---|--|--|-----------------|
| LASTEBIL KJØRER<br>MOT SYD.<br>25 - 30 KM/T.             | 6              | V              | 0.187                                   | 2.5                                    | 14.13  | 12.0            |
|  | 6              | N-S            | 0.495                                   | 3.2                                    | 77.71  | 25.0            |
|  | 6              | O-V            | 0.770                                   | 6.1                                    | 96.71  | 20.0            |
|  | 5              | V              | 0.249                                   | 2.8                                    | 21.89  | 14.0            |
|  | 5              | N-S            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0            |
|  | 5              | O-V            | 0.440                                   | 3.5                                    | 55.26  | 20.0            |
| LASTEBIL KJØRER<br>MOT SYD.<br>30 KM/T.                  | 6              | V              | 0.225                                   | 3.0                                    | 16.96  | 12.0            |
|  | 6              | N-S            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0            |
|  | 6              | O-V            | 0.660                                   | 5.3                                    | 82.90  | 20.0            |
|  | 5              | V              | 0.166                                   | 1.3                                    | 20.85  | 20.0            |
|  | 5              | N-S            | 0.330                                   | 2.6                                    | 41.45  | 20.0            |
|  | 5              | O-V            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0            |
| LASTEBIL KJØRER<br>MOT SYD OG ØST.<br>20 - 25 KM/T.      | 6              | V              | 0.112                                   | 1.4                                    | 9.18   | 13.0            |
|  | 6              | N-S            | 0.550                                   | 4.4                                    | 69.08  | 20.0            |
|  | 6              | O-V            | 0.660                                   | 5.3                                    | 82.90  | 20.0            |
|  | 5              | V              | 0.083                                   | 0.7                                    | 10.42  | 20.0            |
|  | 5              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54  | 20.0            |
|  | 5              | O-V            | 0.220                                   | 1.8                                    | 27.63  | 20.0            |
| LASTEBIL KJØRER<br>MOT VEST.<br>20 KM/T.                 | 6              | V              | 0.300                                   | 3.4                                    | 26.38  | 14.0            |
|  | 6              | N-S            | 0.715                                   | 4.6                                    | 112.25   | 25.0            |
|  | 6              | O-V            | 0.880                                   | 7.0                                    | 110.53   | 20.0            |
|  | 5              | V              | 0.124                                   | 1.7                                    | 9.38   | 12.0            |
|  | 5              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54  | 20.0            |
|  | 5              | O-V            | 0.440                                   | 3.5                                    | 55.26  | 20.0            |
| SANDSEKK (50 KG)<br>SLUPPET I BAKKEN<br>FRA 1.8 M HOYDE. | 6              | V              | 0.900                                   | 2.9                                    | 282.60   | 50.0            |
|  | 6              | N-S            | 0.770                                   | 4.9                                    | 120.89   | 25.0            |
|  | 6              | O-V            | 0.440                                   | 2.8                                    | 69.08  | 25.0            |
|  | 5              | V              | 0.166                                   | 1.1                                    | 26.06  | 25.0            |
|  | 5              | N-S            | 0.220                                   | 1.8                                    | 27.63  | 20.0            |
|  | 5              | O-V            | 0.330                                   | 2.6                                    | 41.45  | 20.0            |
| LASTEBIL KJØRER<br>MOT VEST.<br>25 - 30 KM/T.            | 3              | V              | 0.300                                   | 2.4                                    | 37.68  | 20.0            |
|  | 3              | N-S            | 0.330                                   | 2.6                                    | 41.45  | 20.0            |
|  | 3              | O-V            | 0.935                                   | 7.4                                    | 117.44   | 20.0            |
|  | 4              | V              | 0.124                                   | 1.4                                    | 10.95  | 14.0            |
|  | 4              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54  | 20.0            |
|  | 4              | O-V            | 0.330                                   | 2.6                                    | 41.45  | 20.0            |
| LASTEBIL KJØRER<br>MOT VEST.<br>20 - 25 KM/T.            | 3              | V              | 0.262                                   | 3.5                                    | 19.78  | 12.0            |
|  | 3              | N-S            | 0.330                                   | 2.6                                    | 41.45  | 20.0            |
|  | 3              | O-V            | 0.880                                   | 7.0                                    | 110.53   | 20.0            |
|  | 4              | V              | 0.124                                   | 1.4                                    | 10.95  | 14.0            |
|  | 4              | N-S            | 0.220                                   | 1.8                                    | 27.63  | 20.0            |
|  | 4              | O-V            | 0.385                                   | 3.1                                    | 48.36  | 20.0            |
| SANDSEKK (50 KG)<br>SLUPPET I BAKKEN<br>FRA 1.8 M HOYDE. | 3              | V              | 0.375                                   | 1.2                                    | 117.75   | 50.0            |
|  | 3              | N-S            | 0.660                                   | 5.3                                    | 82.90  | 20.0            |
|  | 3              | O-V            | 0.495                                   | 3.2                                    | 77.71  | 25.0            |
|  | 4              | V              | 0.124                                   | 0.8                                    | 19.55  | 25.0            |
|  | 4              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54  | 20.0            |
|  | 4              | O-V            | 0.275                                   | 1.8                                    | 43.17  | 25.0            |

MALESTED: HVERVEN, HONEFOSS.

MALEPUNKT: 3 - TERRENG, SE BILAG 5

" : 4 - " ; "

" : 5 - " ; "

" : 6 - " ; "

| VIBRASJONS-<br>KILDE | MALE-<br>PUNKT | MALE-<br>REIN. | MAKS.<br>HAST.<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S | MAKS.<br>FORSK.<br>AMPL.<br>-6<br>10 M | MAKS.<br>AKS .<br>AMPL.<br>-3<br>10 M/S | FREKVENNS<br><br>1/S |
|----------------------|----------------|----------------|---|--|---|----------------------|
| SANDSEKK (50 KG)     | 7              | V              | 0.187                                   | 0.5                                    | 64.76                                   | 55.0                 |
| SLUPPET I BAKKEN     | 7              | N-S            | 0.110                                   | 1.3                                    | 9.67                                    | 14.0                 |
| FRA 1.8 M HOYDE.     | 7              | O-V            | 0.550                                   | 3.5                                    | 86.35                                   | 25.0                 |
|                      | 8              | N-S            | 0.550                                   | 5.2                                    | 58.72                                   | 17.0                 |
|                      | 8              | O-V            | 0.330                                   | 1.8                                    | 62.17                                   | 30.0                 |
| SANDSEKK (50 KG)     | 8              | V              | 0.375                                   | 3.0                                    | 47.10                                   | 20.0                 |
| SLUPPET I BAKKEN     | 8              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54                                   | 20.0                 |
| FRA 1.8 M HOYDE.     | 8              | O-V            | 0.220                                   | 1.8                                    | 27.63                                   | 20.0                 |
| LASTEBIL KJØRER      | 8              | N-S            | 0.110                                   | 0.9                                    | 13.82                                   | 20.0                 |
| MOT NORD.            | 8              | O-V            | 0.165                                   | 1.2                                    | 22.80                                   | 22.0                 |
| 15 - 20 KM/T.        | 7              | V              | 0.075                                   | 0.6                                    | 9.42                                    | 20.0                 |
|                      | 7              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63                                    | 25.0                 |
|                      | 7              | O-V            | 0.055                                   | 0.4                                    | 6.91                                    | 20.0                 |
| LASTEBIL KJØRER      | 8              | V              | 0.075                                   | 0.5                                    | 11.77                                   | 25.0                 |
| MOT NORD.            | 8              | N-S            | 0.110                                   | 1.0                                    | 11.74                                   | 17.0                 |
| 15 - 20 KM/T.        | 8              | O-V            | 0.055                                   | 0.2                                    | 17.27                                   | 50.0                 |
| LASTEBIL KJØRER      | 8              | V              | 0.600                                   | 3.2                                    | 113.04                                  | 30.0                 |
| MOT ØST.             | 8              | N-S            | 0.550                                   | 5.2                                    | 58.72                                   | 17.0                 |
| 10 - 15 KM/T.        | 8              | O-V            | 0.330                                   | 5.3                                    | 20.72                                   | 10.0                 |
| SANDSEKK (50 KG)     | 9              | V              | 0.225                                   | 0.7                                    | 70.65                                   | 50.0                 |
| SLUPPET I BAKKEN     | 9              | O-V            | 0.165                                   | 1.3                                    | 20.72                                   | 20.0                 |
| FRA 1.8 M HOYDE.     | 7              | V              | 0.249                                   | 0.8                                    | 78.19                                   | 50.0                 |
|                      | 7              | N-S            | 0.275                                   | 1.8                                    | 43.17                                   | 25.0                 |
|                      | 7              | O-V            | 0.880                                   | 5.6                                    | 138.16                                  | 25.0                 |
| SANDSEKK (50 KG)     | 9              | V              | 0.112                                   | 0.3                                    | 47.34                                   | 67.0                 |
| SLUPPET I BAKKEN     | 9              | O-V            | 0.055                                   | 0.1                                    | 34.54                                   | 100.0                |
| FRA 1.8 M HOYDE.     | 7              | V              | 0.124                                   | 0.4                                    | 39.09                                   | 50.0                 |
|                      | 7              | N-S            | 0.165                                   | 1.3                                    | 20.72                                   | 20.0                 |
|                      | 7              | O-V            | 0.330                                   | 1.8                                    | 62.17                                   | 30.0                 |
| LASTEBIL KJØRER      | 9              | V              | 0.150                                   | 1.7                                    | 13.19                                   | 14.0                 |
| MOT VEST.            | 9              | O-V            | 0.055                                   | 0.6                                    | 4.84                                    | 14.0                 |
| 20 KM/T.             | 7              | V              | 0.207                                   | 2.4                                    | 18.24                                   | 14.0                 |
|                      | 7              | N-S            | 0.275                                   | 2.2                                    | 34.54                                   | 20.0                 |
|                      | 7              | O-V            | 0.605                                   | 3.9                                    | 94.98                                   | 25.0                 |
| LASTEBIL KJØRER      | 9              | V              | 0.090                                   | 1.1                                    | 7.35                                    | 13.0                 |
| MOT VEST.            | 9              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 6.91                                    | 20.0                 |
| 20 KM/T.             | 8              | V              | 0.373                                   | 2.4                                    | 58.64                                   | 25.0                 |
|                      | 8              | N-S            | 0.550                                   | 2.9                                    | 103.62                                  | 30.0                 |
|                      | 8              | O-V            | 1.100                                   | 7.0                                    | 172.70                                  | 25.0                 |
| SANDSEKK (50 KG)     | 9              | V              | 0.112                                   | 0.4                                    | 35.32                                   | 50.0                 |
| SLUPPET I BAKKEN     | 9              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 8.63                                    | 25.0                 |
| FRA 1.8 M HOYDE.     | 9              | O-V            | 0.220                                   | 0.2                                    | 276.32                                  | 200.0                |
|                      | 8              | V              | 0.498                                   | 2.0                                    | 125.10                                  | 40.0                 |
|                      | 8              | N-S            | 1.320                                   | 7.0                                    | 248.69                                  | 30.0                 |
|                      | 8              | O-V            | 0.550                                   | 2.9                                    | 103.62                                  | 30.0                 |
| LASTEBIL KJØRER      | 9              | V              | 0.112                                   | 1.5                                    | 8.48                                    | 12.0                 |
| MOT VEST.            | 9              | N-S            | 0.055                                   | 0.4                                    | 6.91                                    | 20.0                 |
| 15 - 20 KM/T.        | 9              | O-V            | 0.055                                   | 0.0                                    | 0.00                                    | 0.0                  |
|                      | 8              | V              | 0.415                                   | 2.2                                    | 78.19                                   | 30.0                 |
|                      | 8              | N-S            | 0.660                                   | 3.5                                    | 124.34                                  | 30.0                 |
|                      | 8              | O-V            | 0.770                                   | 4.1                                    | 145.07                                  | 30.0                 |

MALESTED: HVERVEN, HONEFOSS.

MALEPUNKT: 7 - TERRENG, SE BILAG 5

" : 8 - " "

" : 9 - 8.5 M DYBDE, "