



Multiconsult

NS8141-3:2025 Virkning av vibrasjoner på utløsning av skred i kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer

Harry Herland

Seksjonsleder Måletjenester – seniorrådgiver vibrasjon og bygningsskader

Multiconsult Norge AS

Leder av SN/K 293 Vibrasjoner og bygningsskader

Håhammeren bro og turvei | Foto: Jo Gaute Fornes



Innhold

- Innledning
- Bakgrunn for revisjonen
- Grunnlaget
- Endret innhold siden 2014

Bildet er fra raset i Stenungsund ved Gøteborg som gikk om natten 23. sept. ved kl. 01:45 tiden.



Foto iStock



NS 8141 Vibrasjoner og støt – Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk

- Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom
- **Del 3: Virkning av vibrasjoner på utløsning av skred i kvikkleire og andre spøbruddmaterialer**
- Del 4: Retningslinjer og krav til besiktigelse av byggverk og eiendom før bygge- eller anleggsstart.
- Tidligere Del 2 er trukket tilbake og innholdet er innarbeidet i ny Del 1.
- Publikasjon P-828, Veiledning til NS 8141 – Vibrasjoner fra sprengning og annen anleggsvirksomhet.

NS 8141-3 Virkning av vibrasjoner på utløsning av skred i kvikkleire



- Veiledende grenseverdier ble først innført i NS 8141 – 3:2014
- Reaksjon på skredet i Kattmarka, Namsos 2009
- Grenseverdien var basert på en forskningsstudie som foreslo $v = 25 \text{ mm/s}$.
- For å harmonisere med de øvrige delene av NS 8141 ble den omgjort til en frekvensveid grenseverdi på $v_f = 45 \text{ mm/s}$

Raset i Kattmarka i 2009 var et stort kvikkleireras som rammet Namsos. Det ble utløst av sprengning i forbindelse med veiarbeid og ødela ti hus og hytter. Ingen mennesker omkom eller ble alvorlig fysisk skadet, men flere måtte reddes ut med helikopter.



Hvorfor trenger vi en revisjon?

- Harmonisering med ny Del 1, gjeninnføring av uveid toppverdi
- Grenseverdien har blitt vurdert som for konservativ
- Vibrasjonstoleransen er avhengig av de stedsspesifikke grunnforholdene og skråningens stabilitet.
- Det er behov for en bedre beskrivelse av hvordan målingene skal gjennomføres.
- Det var et ønske om å få inkludert andre kilder enn sprengning



SN/K 293 Vibrasjoner og bygningsskade

- Komiteen arbeider med revisjon av NS 8141 serien av standarder
- Ledes av Harry Herland, Multiconsult
- Teksten til prNS 8141-3 er utarbeidet av SN/K 293/AG 07:
Harry Herland Multiconsult, Jörgen Johansson NGI, Hermann Bruun SVV, Jørgen Stenerud Bane NOR, Ronny Enger Forcit Consulting, Espen Hugaas Orica, Joakim Bergström AVA monitoring (observatør Sverige)
- Andre medlemmer av SN/K 293:
Tom Gunnar Hagen Nexconsult, Erland Lavoll TT Anlegg, Thomas Norland EBA, Frode Andersen MEF, Ann Kathrin Malmo Forcit Consulting, Johan Engh Frekventia, Karl Kure, Mathias Jern Nitro Consult (observatør Sverige)



Forskningsprosjekt for å innhente bakgrunnsmateriale

- Utført av NGI i 2023
- Finansiert av SVV, Bane NOR og NVE. Nye Veier har bidratt med måledata
- Litteraturstudie av tidligere skredhendelser
- Analyse av vibrasjons- og poretrykksmålinger fra sprengning i områder med kvikkleire
- Statistiske og sykliske laboratorietester på kvikkleire fra forskjellige steder.

(Laboratorietester viste at kvikkleireprøvene tolererte minst 10 sykler med 100 mm/s uten å gå til brudd)



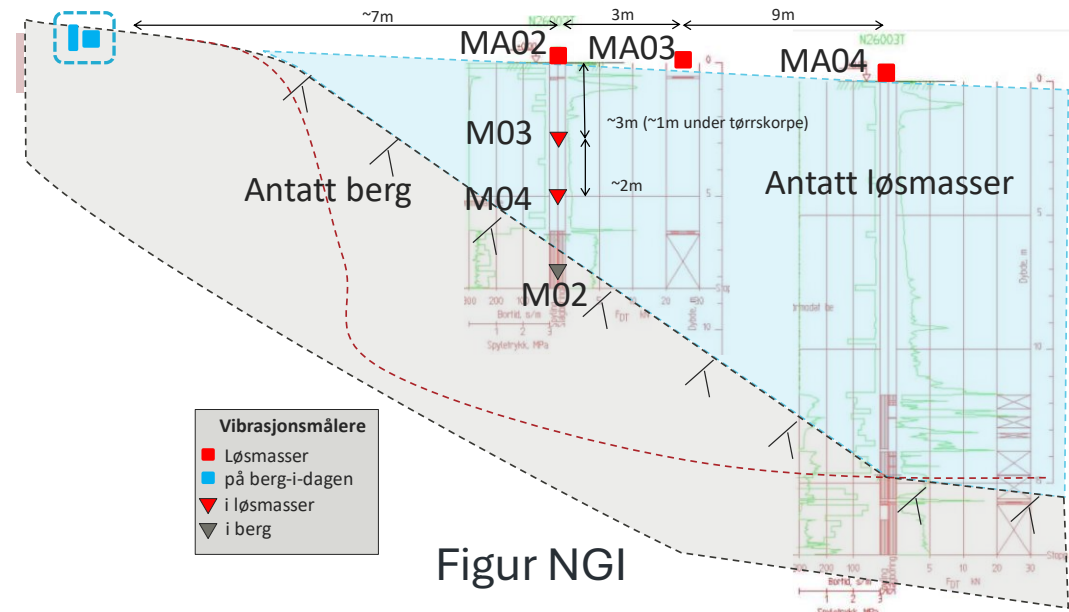


Litteratur studie

- Flere skred i kvikkleire i Canada, Norge og Sverige er knyttet til sprengningsaktivitet
- Sprengning var ofte ikke den eneste årsaken
- Studien viser at skred i kvikkleire vanligvis utløses av en kombinasjon av forhold som lav stabilitet, grunnvannsforhold, erosjon, belastning fra masser, kast eller forskyvning av bergmasser på eller inn i løsmasser.
- Alle studerte skred i kvikkleire, hvor sprengvibrasjoner kan ha bidratt, hadde utløp mot vann.
- Ofte løst avsatt materiale rundt vann

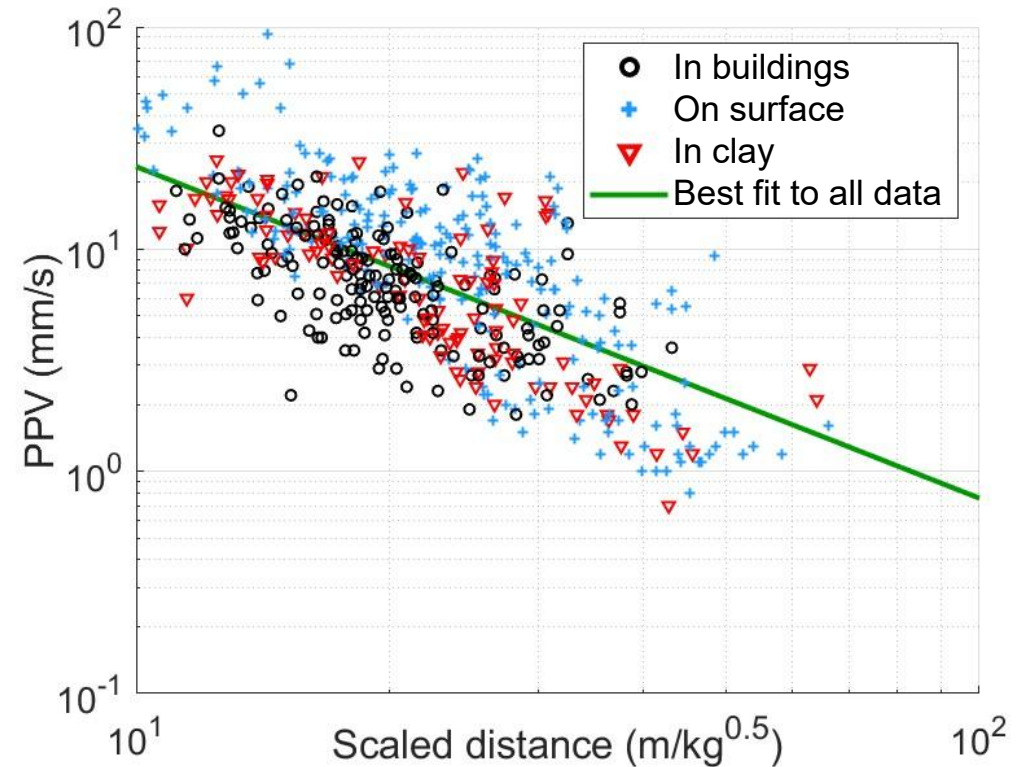
Analyse av måledata

- Målinger på tre forskjellige steder med kvikkleire
- To lokasjoner med tunnelsprengning og en med pallsprengning
- Instrumentert med geofoner og piezometre
- Geofoner på overflaten, på forskjellige dyp i leire, på bygninger og i berg (ett sted)
- 1586 kurveforløp med målt vibrasjon.



Sammenligning av måledata

- Sammenligning av målinger i leire, på terrengoverflate og på bygninger
- Generelt høyeste verdier på overflate og lavest på bygninger
- Stor spredning i måledata
- Basert på resultatene, ble måling i flere målepunkter på overflaten anbefalt



Figur NGI



Målsetting for revisjonsarbeidet

- Fastsette optimale grenseverdier som med nødvendig fagkunnskap og undersøkelser, ivaretar sikkerheten for det aktuelle tiltaket.
- Angi en konservativ grenseverdi som vil kunne benyttes i mindre prosjekter med begrenset økonomi og faginnsikt.
- Inkludere andre kilder enn sprengning i Standarden, men ikke anleggsarbeider som utføres direkte i kvikkleire eller andre sprøbrummaterialer.
- Beskrive egnede måleopplegg ut fra omfattende analyse av måledata.

Omfang og innhold i NS 8141-3:2025



- Fastsetter metode for å beregne veiledende grenseverdi for vibrasjoner fra bygge- og anleggsaktivitet og trafikk
- Gjelder nær områder med kvikkleire der skred vil kunne utvikle seg
- Beskriver hvordan vibrasjonene skal måles og vurderes
- Gjelder ikke for anleggsarbeider som utføres direkte i sprøbruddmaterialer



Forhåndsvurdering

For å oppnå en mest mulig optimal grenseverdi for hvert enkelt tilfelle, var det nødvendig å stille krav til bruk av geoteknisk fagkompetanse og dokumentasjon av stedlige grunnforhold.

- Skal utføres i områder med kvikkleire før anleggsarbeider utføres
- Skal omfatte risiko for at vibrasjoner kan utløse skred
- Skal utføres av en person med formell geoteknisk kompetanse
- Bør omfatte en terrenganalyse og kartlegging av skråningsstabilitet basert på kriteria gitt i NVE Veileder 1/2019.
- Dersom forhåndsvurderingen viser at det kan være risiko for utløsning av skred, skal det utføres nødvendige undersøkelser for å fremskaffe parametere for beregning av grenseverdi

Formel for beregning av grenseverdi

$$v = v_0 \cdot 0,9 \cdot F_k \cdot F_p \cdot F_s \cdot \frac{V_s}{V_{s,\text{ref}}} \cdot \left(1 + \frac{I_p}{I_{p,\text{ref}}} \right)$$

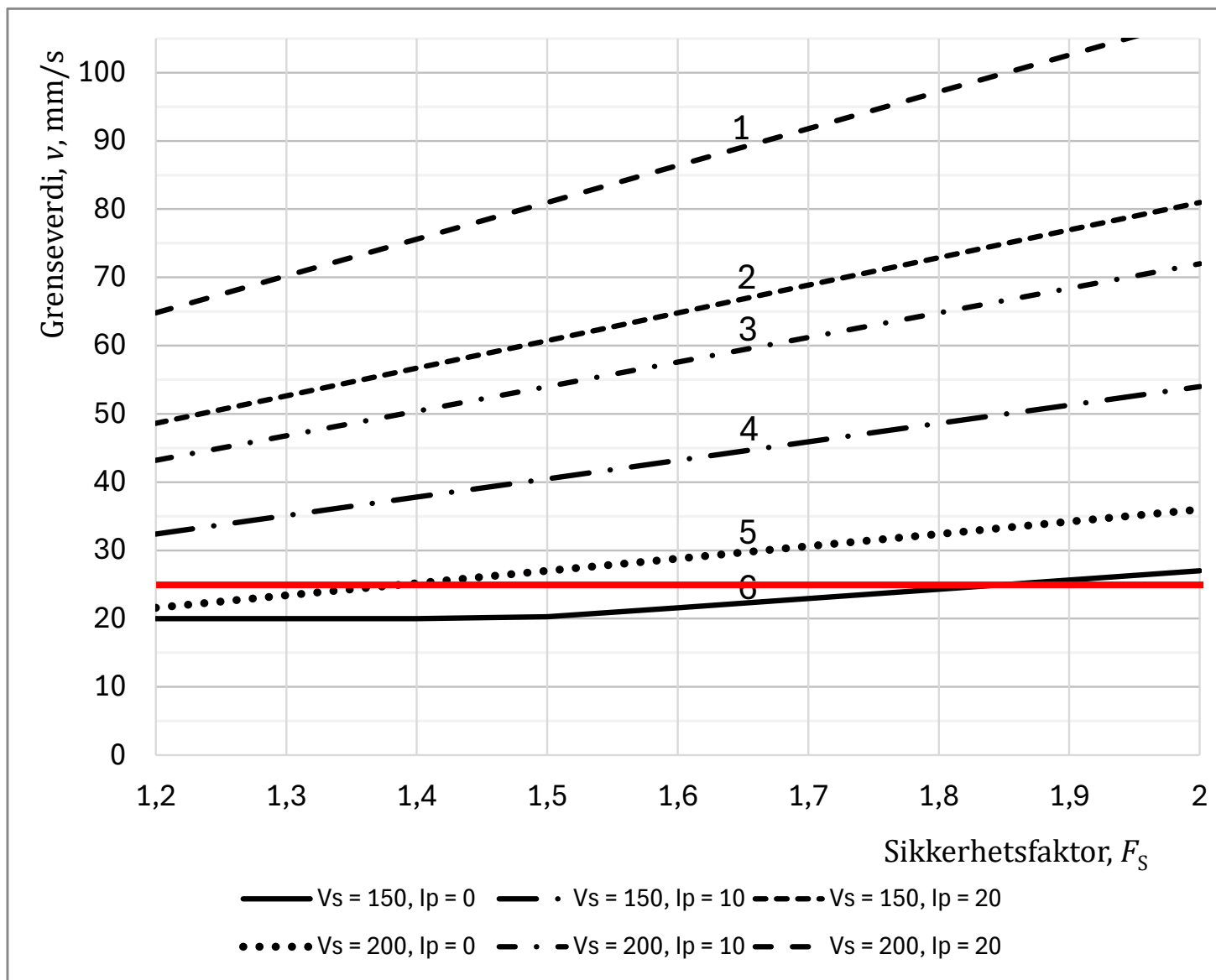
der

- v_0 er 10 mm/s;
- F_k er kildefaktor
- F_p er målepunktsfaktor
- F_s er skråningens beregnede sikkerhetsfaktor
- V_s er skjærbølgehastigheten
- $V_{s,\text{ref}}$ er 100 m/s;
- I_p er plastistietsindeks;
- $I_{p,\text{ref}}$ er 10 %.

Formelen er begrenset oppover til 200 mm/s og nedover til $v_0 \cdot 2 \cdot F_k \cdot F_p \cdot F_u$,
der F_u avhenger av om skråningen har utløp på land eller i vann



Eksempel på beregnede grenseverdier for sprengning



Grenseverdi i
henhold til
gjeldende standard



Måleoppsett

- Minst tre målepunkter
- Minst 5 m mellom målepunktene
- De trenger ikke å ligge på en linje
- Som et grunnprinsipp skal målingene utføres der avstanden fra vibrasjonskilden til sprøbruddmaterialet er kortest
- Som et alternativ kan det utføres målinger ved skråninger der forhåndsvurderingen viser risiko for skred.
- Giverne skal monteres minst 10 cm og maks 1 m under terrengoverflaten, ikke medregnet løst topplag eller telelag



Tunnelsprengning under kvikkleire

- Målinger rett under terrengoverflaten er foretrukket
- Målinger på bygninger er tillatt med en korreksjonsfaktor på grenseverdien
- Et blandet oppsett er tillatt



Andre kilder enn sprengning

- Begrenset til kilder nær, men ikke i sprøbruddmaterialer
- F.eks. komprimering av fyllinger over sprøbruddmaterialer, spunting nær sprøbruddmaterialer og trafikk
- Lavere grenseverdier for periodiske og stokastisk kilder, enn for transiente kilder som sprengning.



Oppsummert

- En detaljert og fleksibel standard som gir stedsspesifikke grenseverdier for angjeldende grunnarbeider.
- Fleksibelt måleopplegg med utgangspunkt i flere målepunkter ved terrengoverflaten.
- Standarden vil spesielt få betydning for større utbyggingsprosjekter med god oversikt over de stedlige grunnforholdene og med fare for selvskryt, så er den en ren gavepakke til bransjen.



Takk for oppmerksomheten.

harry.herland@multiconsult.no