

# Forebyggende snøskred- kontroll

Erfaringsrapport fra RESPONS-prosjektet

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 623



**Tittel**

Forebyggende snøskredkontroll

**Undertittel**

Erfaringsrapport fra RESPONS-prosjektet

**Forfatter**

Lene Lundgren Kristensen m. fl.

**Avdeling**

Vegutforming

**Seksjon**

Klima og geofag

**Prosjektnummer**

L10110

**Rapportnummer**

Nr. 623

**Prosjektleder**

Lene Lundgren Kristensen

**Godkjent av****Emneord**

Forebyggende skredkontroll, snøskred, skredsikring, naturfare, skredberedskap

**Sammendrag**

Rapporten oppsummerer Statens vegvesens erfaringer med forebyggende snøskredkontroll. Rapporten er utarbeidet av delprosjekt 4 i FoU-prosjektet RESPONS ("Reagere effektivt og samordna på natur- og skredfare"). Prosjektet har pågått i perioden 2018-2019.

Forebyggende snøskredkontroll er en fellesbetegnelse på alle metoder hvor man aktivt foretar seg noe for å utløse snøskred preventivt. Hovedmålsetningen med arbeidet har vært å innhente Statens vegvesens erfaringer med bruk av ulike metoder av dette, og å komme med anbefalinger for videre bruk av metodene.

Rapporten er utarbeidet av Njål Farestveit, Andreas Persson, Jens Tveit, Ole-André Helgaas, Trond Jøran Nilsen og Lene Lundgren Kristensen.

**Title**

Preventive snow avalanche release

**Subtitle**

Summarizing report

**Author**

Lene Lundgren Kristensen et al.

**Department**

Road Design

**Section**

Geotechnics and Climate Adaptation

**Project number**

L10110

**Report number**

No. 623

**Project manager**

Lene Lundgren Kristensen

**Approved by****Key words**

Preventive avalanche release, Avalanche Control, Snow avalanches, Protection measures, Natural hazards

**Summary**

This report summarizes The Norwegian Public Roads Administration's (NPRA) experiences with the use of Preventive snow avalanche release. The work was conducted by the RESPONS Project (2018-2019).

Preventive snow avalanche release is a common term for methods that allow the user to release snow avalanches in a controlled and active way. The main goal of this work has been to gather experiences with the use of such methods within the NPRA, and to give recommendations for future use of Avalanche Control.

# RESPONS

---

## Forebyggende snøskredkontroll Erfaringsrapport

---

*Januar 2020*

## Innhold

|   |    |
|---|----|
| Forord.....   | 3  |
| 1 Innledning .....  | 4  |
| 2 Presentasjon av metoder som benyttes av Statens vegvesen .....                    | 5  |
| 2.1 Snøskredtårn .....  | 5  |
| Teknisk beskrivelse .....   | 5  |
| Eksempellokalitet: Fv. 53 Tyn – Årdal .....   | 6  |
| Erfaringer og anbefalinger.....   | 9  |
| 2.2 Gasskanoner (gassrørssystem).....   | 9  |
| Teknisk beskrivelse .....   | 11 |
| Eksempellokalitet: Fv. 883 Skillefjord, Finnmark .....                              | 11 |
| Erfaringer og anbefalinger.....   | 14 |
| 2.3 Taubane (kabelbane) .....   | 14 |
| Teknisk beskrivelse .....   | 15 |
| Eksempellokalitet: Fv. 50 Østerbø .....   | 17 |
| Erfaringer og anbefalinger.....   | 18 |
| 2.4 Mobil snøskredkontroll ved hjelp av helikopter og gassklokke.....               | 19 |
| Teknisk beskrivelse .....   | 19 |
| Eksempel på bruk: Påska 2018 i Finnmark .....                                       | 21 |
| Erfaringer og anbefalinger.....   | 22 |
| 2.5 Mobil snøskredkontroll ved hjelp av drone .....                                 | 23 |
| 3 Sikkerhetshensyn ved bruk av forebyggende snøskredkontroll.....                   | 25 |
| 4 En sammenligning av metoder og oppsummering av Statens vegvesens erfaringer ..... | 26 |
| Drift av anleggene .....  | 31 |
| Oppnådd sikringseffekt.....   | 31 |
| Forebyggende snøskredkontroll – en del av et beredskapssystem .....                 | 32 |
| 5 Oppsummering – våre anbefalinger .....  | 33 |
| 6 Litteraturliste .....   | 34 |
| 7 Vedlegg .....   | 36 |

## Forord

Denne rapporten oppsummerer Statens vegvesens erfaringer med forebyggende snøskredkontroll. Rapporten er utarbeidet av Delprosjekt 4 «Forebyggende snøskredkontroll» i FoU-prosjektet RESPONS («Reagere effektivt og samordnet på natur- og skredfare»). Prosjektet har gått i perioden 2018–2019.

Forebyggende snøskredkontroll er en fellesbetegnelse på alle metoder hvor man aktivt foretar seg noe for å utløse snøskred preventivt. Begreper som 'aktiv skredkontroll' og 'kunstig utløsning av snøskred' blir noen ganger brukt om det samme formålet. I denne rapporten har vi valgt å holde oss utelukkende til begrepet 'forebyggende snøskredkontroll'.

Hovedmålsetningen med arbeidet har vært å innhente Statens vegvesens erfaringer med bruk av ulike metoder av dette. I tillegg har prosjektet forsøkt å komme med noen anbefalinger for videre bruk av disse metodene.

## 1 Innledning

De senere årene har Statens vegvesen tatt i bruk noen metoder av forebyggende snøskredkontroll, eksempelvis bruk av faste installasjoner som snøskredtårn og gasskanoner, og mobile løsninger som gassklokke under helikopter. I løpet av 2019 ble det i samarbeid med AF Decom gjennomført et forsknings- og utviklingsprosjekt for å teste snøskredkontroll ved hjelp av drone.

Det disse metodene har til felles, er at de aktivt benyttes for å få til kontrollerte nedsprenninger av snøskred. Formålet med forebyggende snøskredkontroll er å redusere sannsynligheten for store, naturlige skred som havner på veg, i tillegg til å redusere antallet vegstengninger som følge av snøskred eller snøskredfare. Ved å benytte forebyggende snøskredkontroll er det dessuten mulig å redusere stengingstiden når en veg først er stengt som følge av skredfare. Bruk av forebyggende snøskredkontroll gir økt trygghet for brøytemannskaper og andre driftsentreprenører, i tillegg til økt trafiksikkerhet og framkommelighet for alle som bruker vegene.

De ulike metodene gir gode muligheter for å konstruere akkurat det systemet man trenger, det være seg å sikre bare ett enkelt skredløp eller et større skredområde.

I 2010 styrket Statens vegvesen satsingen på skredsikring gjennom oppstart av skredspesialistordningen. Det var også på denne tiden etaten begynte å ta i bruk nyere metoder av forebyggende snøskredkontroll, som snøskredtårn og gassklokke. Gradvis ble også ytterligere metoder tatt i bruk. Disse har etter hvert delvis erstattet eldre metoder, eksempelvis taubane og forhåndsutlagt sprengstoff. De nyere metodene kan fungere som erstatning eller supplement til tradisjonelle sikringstiltak, eksempelvis skredoverbygg, tunnel og skredsikringsvoll.

Dette delprosjektet har jobbet med å sammenstille etatens erfaringer med bruk av noen utvalgte metoder innen forebyggende snøskredkontroll. Denne rapporten inneholder de viktigste erfaringene Vegvesenet har med bruken av de ulike metodene. Nyere metoder har blitt sammenlignet med eldre metoder, og alle metoder av forebyggende snøskredkontroll har blitt sammenlignet med noen utvalgte tradisjonelle skredsikringstiltak. Eksempler på faktorer som har blitt vurdert for den enkelte metode er sikringseffekt, økonomi, HMS, opplæringsbehov og aktuelle driftsløsninger.

I og med at metodene omtalt i denne rapporten er ganske nye her til lands, er det nødvendig å få på plass en del prosedyrer og terminologi i løpet av de neste årene. Prosjektgruppa tar derfor høyde for at en del begreper som brukes i denne rapporten kan bli endret i nær framtid.

Det er et mål at erfaringene og anbefalingene som presenteres i denne rapporten skal være til hjelp ved valg av sikringsmetode på ny lokalitet. Målgruppe for denne rapporten er alle vegeiere som ønsker å vurdere forebyggende snøskredkontroll som sikringsmetode.

## 2 Presentasjon av metoder som benyttes av Statens vegvesen

Når en ny skredutsatt vegstrekning (skredpunkt) skal sikres, er det viktig med gode, innledende vurderinger av skredutfordringen, topografien og værforholdene lokalt. Skredhistorikken i området gjennomgås, slik at man får en god oversikt over løseområde(r) og typiske skredutløp. I tillegg er det viktig å kartlegge hvilke værforhold som typisk fører til skred. Aktuelle informasjonskilder er NVDB (Nasjonal Vegdatabank), nettportalen xgeo.no, Vegvesenets Naturfareportal, aktuell beredskapsplan for naturfare og lokalkjente i området (eksempelvis brøytemannskaper). I tillegg er det nyttig med befaring i området.

Dette kapitlet gir en beskrivelse av de metodene av forebyggende snøskredkontroll som Statens vegvesen benytter i dag. Hver enkelt metode er beskrevet med sikringskonsept, kostnader/økonomi, HMS og sikkerhet, kompetansebehov ved bruk og erfaringer med drift.

Følgende metoder for forebyggende snøskredkontroll omtales:

- Fastmonterte systemer: Snøskredtårn, gasskanoner og taubaner
- Mobile systemer: Gassklokke og drone

### 2.1 Snøskredtårn

#### Teknisk beskrivelse

Metoden innebærer at man ved en eller flere lokaliteter (skredutløsningspunkt) har installert et snøskredtårn påmontert et magasin ladet med sprengningsmidler (figur 1). Sprengningsmidler kan være ordinært sprengstoff eller to-komponents-ladninger (Wyssen, 2019). Slike snøskredtårn kan benyttes enkeltvis, eller de kan benyttes i et nettverk, for å sikre et større skredområde.

Ved sprengning vil en sprengladning senkes fra magasinet og ned til et stykke over snøoverflaten, og deretter detoneres. Sprengning fjernstyres ved oppkobling via en nettside. Styringssystemet tillater at det kan sprenges i ett tårn av gangen, eller i flere tårn samtidig.

Snøskredtårn gir mulighet til å gjennomføre snøskredkontroll så snart et uvær har gitt seg, og gir dermed mulighet for rask gjenåpning av stengt veg.





Figur 1: Snøskredtårn levert av Wyssen Norge (Statens vegvesen, 2016).

### Eksempellokalitet: Fv. 53 Tyin – Årdal

Ved skredutsatt område langs Fv. 53 Tyinkrysset – Øvre Årdal er det installert et nettverk av 14 snøskredtårn (figur 2). Tårnene var klare til bruk i desember 2016. I forkant av utbyggingen ble det gjennomført et FoU-prosjekt med uttesting av snøskredtårn på samme strekning (Farestveit and Skutlaberg, 2012). Hovedmålet med systemet har vært å løse ut mindre skred relativt ofte, for på den måten å sikre trafikanter og vegarbeidere (brøytemannskaper) mot snøskred som når veg (figur 3). For å oppnå en mest mulig effektiv bruk av systemet, har man i avtalen med leverandør valgt å inkludere at disse utarbeider snøskredfarevarsler for vegstrekningen.





*Figur 2: Nettverket av 14 snøskredtårn ved Tyin sto klare til bruk i desember 2016. Bildet viser skred i vegen løst ut ved skredpunktet Gamle Varden 02.12.2016. Dette var den første ladningen som ble detonert etter ferdigstillelse av prosjektet. Foto: Ragnar Ekker, NVE.*

Hvert enkelt skredtårn kan lades med tolv sprengstoffladninger av gangen. Dersom det er behov for flere enn tolv sprengninger fra et tårn i løpet av vinteren, må magasinet løftes av og fylles med nye ladninger. Ved behov for reparasjoner eller annet vedlikehold, kan aktuelle magasiner demonteres og fraktes til et skredsikkert område. Dermed unngås det at mannskaper oppholder seg unødvendig lenge i skredutsatt terreng.

I gjeldende prosedyre for dette anlegget kreves det fri sikt til aktuelt snøskredtårn ved sprenging (se vedlegg 1A). Ved snøskredkontroll på allerede skredstengt veg, kan det benyttes snøscooter for transport av mannskaper.

Vinteren 2016/2017 ble det gjennomført 13 snøskredaksjoner (Wyssen Norge AS, 2017). Totalt ble det utført 99 sprengninger, og resultatet ble 95 utløste skred. Bare 11 av disse skredene var så store at de nådde veg. Denne vinteren ble det gitt ut daglige snøskredvarsler. Disse traff i all hovedsak godt, og resultatene viste at 80 % av alle utløste snøskred havnet innenfor varslet skredstørrelse på aktuell dag. Leverandøren har hatt en person boende i området. Denne har gjort rutinemessige observasjoner av snødekket.

Vinteren 2017/2018 ble det gjennomført elleve snøskredaksjoner (Wyssen Norge AS, 2018). Til sammen 96 sprengninger ble fyrt av, hvorav 94 førte til snøskred. Det ble av leverandør publisert jevnlig snøskredvarsler. Treffprosenten for varslede skredstørrelser i forhold til observerte skred etter gjennomført snøskredkontroll ble på 69 %.

Prosjektet på Tyin har aktivt kommunisert med hytteeiere og andre veifarende om planlagte snøskredaksjoner, vha. Facebook og SMS. Det er positivt for publikum at det gis god informasjon fra sprengningsansvarlige, slik at folk gis muligheten til å planlegge reisene sine. I tillegg øker dette forståelsen for at vegstrekningen må stenges.

Erfaringer fra vinteren 2016/2017 viste at systemet kan være sårbart ved lading av skredtårnene. Det har hendt at de nye sprengstoffmagasinene ikke har blitt montert eller ladet på riktig måte, noe som har ført til blindgjengere ved første påfølgende snøskredkontroll. Et eksempel på dette er en hendelse 02.12.16, hvor sprengladningen på ett av tårnene ikke ble avfyrt fullstendig. Da man ikke klarte å finne årsaken, ble alt av sprengstoff demontert fra alle tårnene og nytt sprengstoff bestilt fra leverandør i Sveits. Dette førte til at man var uten sprengstoff i en drøy måneds tid, og altså uten et operativt skredsikringssystem. Systemet var i drift igjen f.o.m. 05.01.17. Årsaken til problemet ble funnet, og dette er nå forbedret fra leverandørens side.

Ved ett tilfelle 16.03.17 ble det utløst et snøskred som ble mye større enn forventet. Dette skredet gikk over vegen, og rakk nesten fram til ei hytte. Skredet stoppet 15 meter fra hytteveggen. Hendelsen viser at selv om snøskred utløses hyppig og snøen fortløpende fjernes fra løsnemårene, kan utløste skred bli større enn man forutser. Forebyggende snøskredkontroll bør derfor brukes med varsomhet i områder med bebyggelse og annen infrastruktur som kan bli ødelagt.



*Figur 3: I 2009 førte et naturlig utløst snøskred ved skredpunktet Gamle Varden en søk- og redningsaksjon etter mulige skredtatte biler. Det ble avklart at ingen ble tatt i dette skredet. Foto: Pål Nickelsen, brøytebilsjåfør.*

### Erfaringer og anbefalinger

Det er kostbart og ressurskrevende å drifte et slikt anlegg, slik det har blitt lagt opp til så langt, med både lokal snøskredvarsling, rutinemessige observasjoner av snø/snøprofil og forebyggende snøskredkontroll. Samtidig sikrer metoden god framkommelighet langs vegen og god sikkerhet for trafikanter og mannskaper i området.

Dersom det benyttes «fullskala-anlegg» (et nettverk av skredtårn + lokal skredfarevarsling) også i framtida, anbefales det at man effektiviserer ressursbruken noe, slik at tidsbruken/innsatsen reduseres i perioder med liten skredfare. I perioder med lav skredfare og stabile værforhold og værprognoser som tilsier at skredfaren vil fortsette å være lav, anbefales det at ressursbruken reduseres til å bare observere været og snøforholdene. På slike dager er det ikke nødvendig med et fullstendig snøskredvarsel på strekningen. Det anbefales at det i perioder med skredfare, og i perioder med oppbyggende skredfare, stilles ekstra ressurser til disposisjon til å følge nøye med på situasjonen ved å utarbeide daglige snøskredvarsler på strekningen, og eventuelt gjennomføre snøskredkontroller.

Sprengningsmidler kan være både ordinært sprengstoff eller to-komponents ladninger. Sprengstoffladninger blir tilvirket før plassering i magasinet, mens to-komponents-ladninger tilvirkes idet ladningen løses ut fra magasinet (Wyssen, 2019). Ved anlegget på Tyin startet leverandør med uttesting av to-komponents-ladninger vinteren 2018/2109. De nye ladningene har også blitt testet ut i Sveits, og resultatene har så langt vært lovende. Det er ønskelig at denne uttestinga fortsetter.

## 2.2 Gasskanoner (gassrørsystem)

Gasskanoner kan enten brukes enkeltvis eller flere sammen i et nettverk, og utgjør da et skreddetoneringsystem hvor man utnytter eksplosjonen fra en gassblanding (propan + oksygen) til å utløse snøskred. Systemet består av en hovedsentral i et enkelt lagerbygg, en eller flere gasskanoner og gassledninger mellom disse (se figurer 4 og 5). Systemet opereres ved hjelp av en PC koblet opp mot hovedsentralen.



Figur 4: Gasskanon av typen Gazex ved Fv. 883 i Skillefjorden (Foto: Ole-André Helgaas, Statens vegvesen).



Figur 5: Hovedsentral (Foto: Ole-André Helgaas, Statens vegvesen).

## Teknisk beskrivelse

Gasstankene som brukes er relativt store, noe som tillater mange sprengninger. Ved anlegget i Skillefjorden (se omtale på neste side) får man anslagvis 60 sprengninger ved fulle gasstanker. Dette gjør at terskelen for å sprengre er lav. Sprengningsansvarlig trenger ikke prioritere dager med særlig stor skredfare eller holde igjen på sprengningene. Fulle gasstanker består av to 33 kg-flasker med propan og tolv 50 kg-flasker med oksygen. For anlegget i Skillefjorden har dette vist seg å holde en hel vintersesong. Dersom man kobler flere gasskanoner til samme hovedsentral, vil imidlertid gassforbruket øke, og det kan bli nødvendig med etterfylling av gass i løpet av en vintersesong.

Dersom oppkobling til systemet ikke fungerer som det skal, er det nødvendig å ta seg opp til hovedsentralen for å manuelt avfyre ved hjelp av en avfyringsboks. Denne kobles direkte til hovedsentralen. Dersom feilen ikke ligger i oppkoblingen, må det feilsøkes for å avdekke hvor problemet ligger. Kjente problemer har vært at tenningsboksen på gasskanonen ikke har fungert, eller at tilbakeslagsventilen har hengt seg opp. For å kontrollere dette må man ta seg opp i skredterreng for å utbedre, noe som kan være risikofyllt dersom dette må gjøres vinterstid.

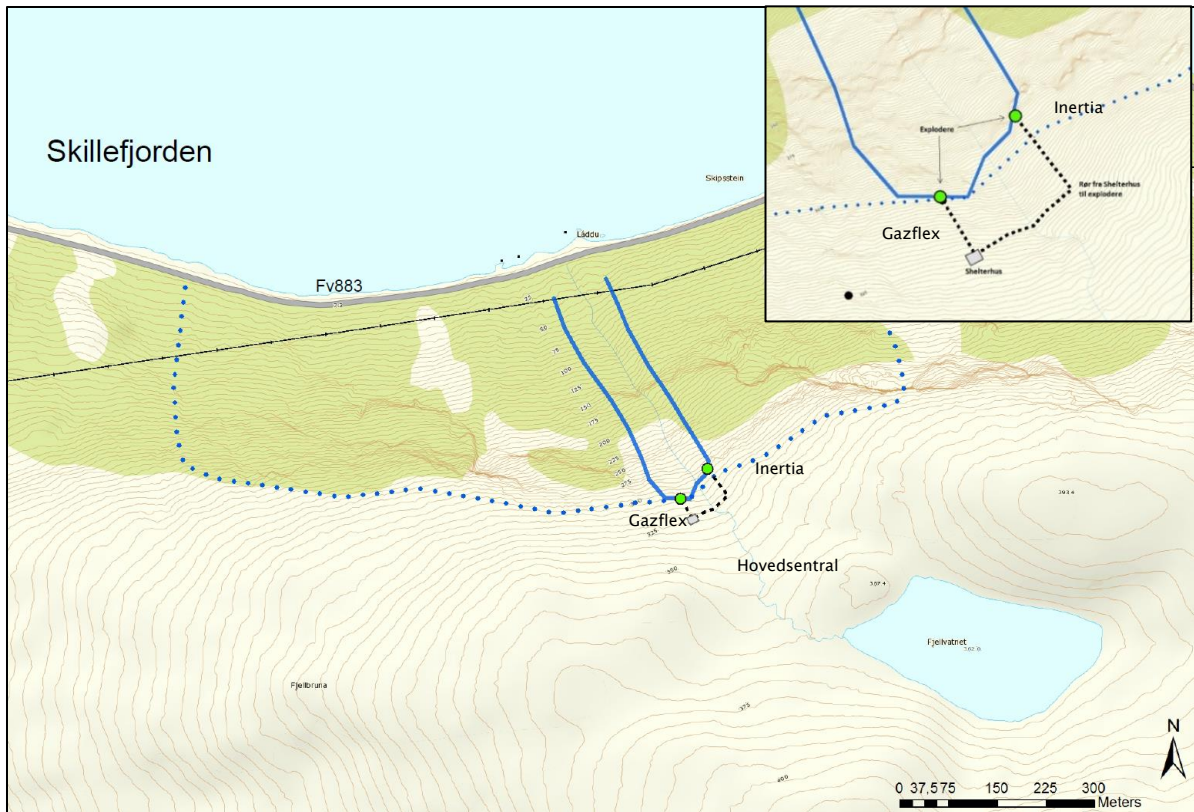
Driftsansvarlig for et slikt system bør ha kurs i håndtering av propangass (Statens vegvesen, 2014a), og inneha god kjennskap til bruken av systemet. Produsenten anbefaler daglige oppkoblinger mot systemet den første uka etter installasjon, for å avdekke eventuelle gasslekkasjer. Det er videre anbefalt å gjøre noen testsprengninger den første tida etter installasjon, i tillegg til oppkoblinger mot systemet en gang i uka gjennom hele vintersesongen. Produsenten anbefaler også at det gjennomføres vedlikehold tre ganger i året; ved sesongavslutning på våren, om sommeren og før sesongstart på høsten (Statens vegvesen, 2014a).

### Eksempellokalitet: Fv. 883 Skillefjord, Finnmark

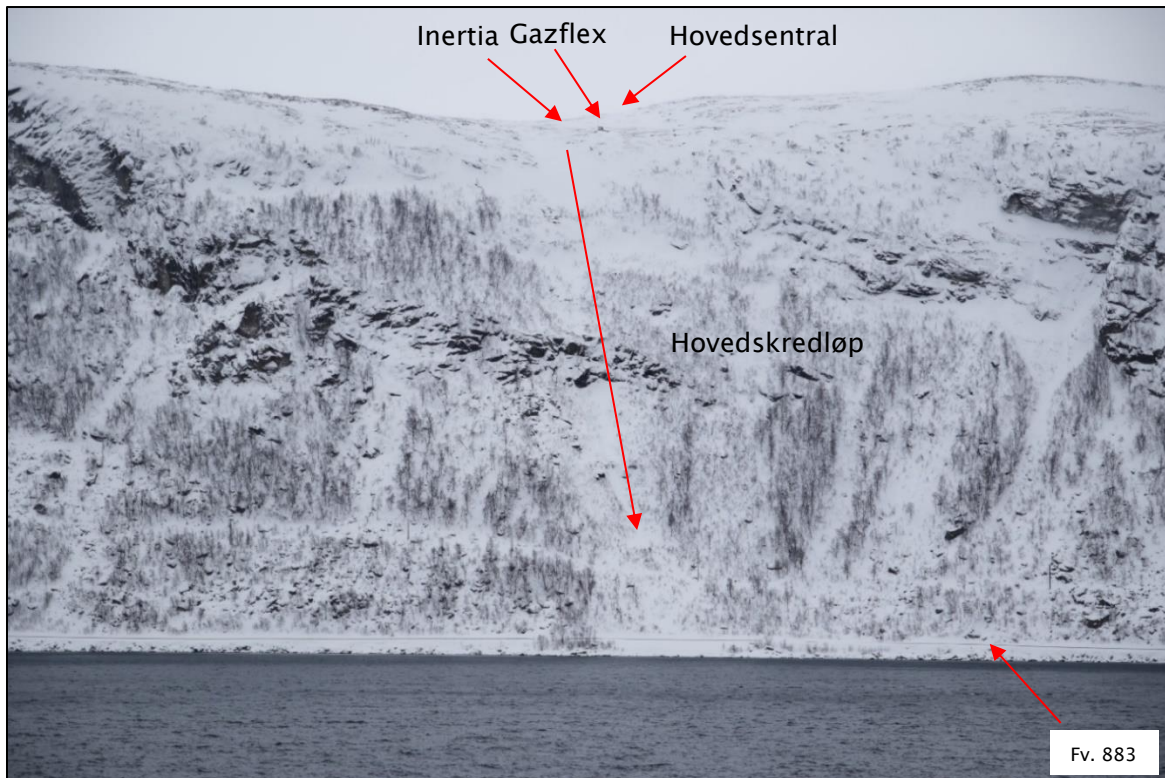
Gasskanonene ble montert høsten 2014 og sikrer et skredløp langs Fv. 883 i Skillefjorden i Alta kommune, se figurer 6 og 7 (Statens vegvesen, 2017a). Dette er foreløpig eneste lokalitet hvor gasskanoner benyttes i Norge. I Sverige er det bygd et system med 15 gasskanoner i Abisko. Disse sikrer E10 og Malmbanen. For øvrig brukes systemet mye i Alpelandene.

Systemet består av en hovedsentral med ekstern gasstank og to gasskanoner. Også tilknyttet systemet er en SM4-sensor (værstasjon), som måler snødybde, temperatur, vindstyrke og vindretning. Sensoren oppdaterer med nye data hver time. Det gjennomføres to årlige vedlikeholdsrunder på hele anlegget; en sent om våren og en tidlig på høsten.





*Figur 6: De to gasskanonene er markert med grønne sirkler (Gazflex og Inertia) og hovedsentralen er markert med grå firkant. Stiplet svart linje markerer gassledninger.*



Figur 7: Oversiktsbilde fra andre siden av Skillefjorden. Foto: Trond Jøran Nilsen, Statens vegvesen.

Vurdering av skredfare og gjennomføring av nedspregning skjer av eget personell, i samarbeid med driftsentreprenør. Lokalkjent mannskap melder ifra når værforholdene tilsier at det lokalt er tilstrekkelig skredfare. Data fra værstasjonen nyttiggjøres i vurderingen av egne sprengetidspunkt. Det er skredkyndig som tar den endelige avgjørelsen på hvorvidt det skal gjennomføres skredaksjon eller ei.

Ved spregning er tre personer tilstede – en sprenningsansvarlig og to personer til å holde vakt ved vegsperringene. Vegen sperres ved bruk av hjullaster eller brøytebil. Denne brukes også til å rydde vegen for snø dersom snøskred havner på veg. Det er alltid mobilkommunikasjon mellom sprenningsansvarlig og vaktpostene. Som regel sprennes det mer enn én gang; det vanligste er to til fire sprenninger. Dette gjøres som en forsikring om at all potensiell «skredsnø» har løsnet fra løsneområdet. Som regel sprennes det fra begge gasskanonene samtidig. Gjeldende prosedyre for anlegget stiller ikke krav om dagslys, selv om dette er mest praktisk (vedlegg 2). Dette er en fordel særlig i Nord-Norge vinterstid, hvor tilgangen på lys er begrenset. Ved spregning i mørket, holdes imidlertid vegen stengt fram til dagslys gjør det mulig å få oversikt over skredsituasjonen.

Den første vinteren etter at anlegget kom på plass, var det noen oppstartsproblemer. Leverandøren hadde feilmontert et batteri, og dette førte til utlading av anlegget. Det oppsto også en gasslekkasje fra oksygentanken, men dette ble raskt oppdaget og rettet opp. Ved en anledning sluttet den ene gasskanonen å fungere som følge av problemer med tilbakeslagsventilen. Dette skjedde helt på slutten av en vintersesong, og skaden ble fikset på vårkontrollen.



I Skillefjorden er det bare ett av flere skredløp som er sikret med gasskanoner. Det er derfor utfordringer med naboskred, og enkelte dager har det vært nødvendig å supplere med bruk av gassklokke hengende fra helikopter (se kap. 2.4) for å ta ned naboskredene, slik at man har unngått å stenge vegstrekningen pga. skredfare. Det foreligger planer om å utvide anlegget for å sikre flere skredløp.

Anlegget i Skillefjorden er godt utprøvd. Vinteren 2015/2016 ble det foretatt 17 snøskredaksjoner, hvorav syv helt sikkert førte til utløste snøskred (Statens vegvesen, 2017a). Ved to av aksjonene var man usikre på utfallet (pga. manglende sikt). Ved åtte av aksjonene ble det ikke utløst snøskred. Vinteren 2016/2017 ble det gjennomført åtte sprengningsaksjoner, hvorav seks helt sikkert førte til utløste snøskred.

### Erfaringer og anbefalinger

Alt i alt er man godt fornøyd med de resultatene som er oppnådd med gasskanon-metoden. Systemet er relativt enkelt å operere og programvaren er intuitiv i bruk. I Skillefjorden er det ønskelig å bygge ut anlegget med flere hovedsentraler og gasskanoner, slik at man begrenser problemet med naboskred.

I Skillefjorden kobler man seg opp mot hovedsentralen ved hjelp av radiosignal fra antenne på fjernkontroll. Dette er tungvint, da man må fysisk ut på stedet for å innhente data om værforhold og for å sjekke gassbeholdning. Det anbefales derfor å oppgradere anlegget, slik at kommunikasjonen med hovedsentralen kan skje via mobilnettet. Da kan været lokalt og status på anlegget sjekkes fra kontoret, og drifta vil bli mer effektiv ved at man har bedre grunnlag for å vite når tid man bør dra til lokaliteten for å gjennomføre en skredaksjon.

Det anbefales også å vurdere en mindre oksygenbank. I dag har man en stor oksygenbank med 12 flasker, som alle må løftes ut når denne skal byttes (fylles på). Vekta på oksygenbanken er opp mot maksimalt av hva et B3-helikopter kan løfte (1300 kg). En mindre og lettere bank, ev. oppdelt oksygenbank, hadde gjort bytte-jobben enklere.

## 2.3 Taubane (kabelbane)

Taubaner brukes til å systematisk sprengne ned snøskred vha. sprengstoffladninger som transporteres langs taubanen. Taubanen styres fra et vinsjhus. Sprengstoffet kan detoneres hvor som helst langs taubanen (figur 8). Statens vegvesen har taubaner til forebyggende snøskredkontroll ved tre lokaliteter; E134 Pepparstein på Haukelifjellet, Fv. 50 Østerbø i Aurland og Fv. 614 Magnhildskaret i Bremanger. Disse taubanene har vært i drift siden begynnelsen av 90-tallet.

Taubaner er fleksible i bruk. Muligheten til å velge utløsningspunkter langs taubanen gjør at man kan velge det beste utløsningspunktet til enhver tid, basert på snøfordelingen i området. Gjennom flere års erfaring kan de beste utløsningspunktene identifiseres, lagres og beskrives for senere bruk.



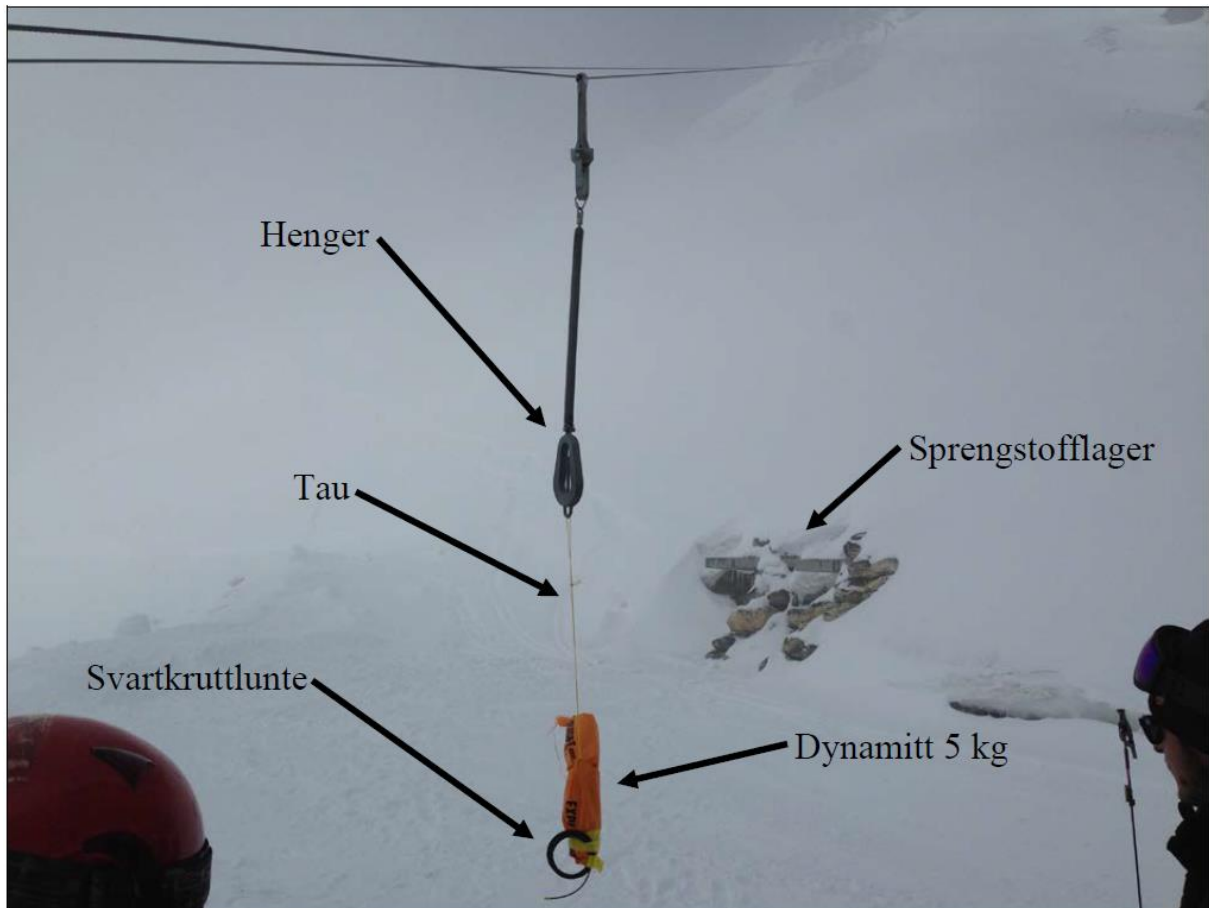
*Figur 8: Prinsippskisse av et taubaneanlegg. Til venstre ses vinsjhuset. Tre skredløp er indikert med gule varselrekanter, med taubanetraseen ovenfor. Røde «stjerner» indikerer typiske utløsningspunkter for anlegget (illustrasjon hentet fra [www.montaz.fr](http://www.montaz.fr), 2015).*

### Teknisk beskrivelse

Et taubaneanlegg består av et vinsjhus, to eller flere master med enkle eller doble løpehjul og kabel/wire mellom mastene. Til transport av sprengladninger brukes en vinsj med ladning og lunte (figur 9). Det benyttes enten svartkruttlunte eller fjernstyrte elektroniske tennere. Plassering av mastene ute i terrenget krever befaring og nøye planlegging. Mastene må stå skredsikkert og høyden må tilpasses slik at taubanen går i riktig høyde over snøoverflata (Statens vegvesen, 2015). Mastene er normalt mellom fire og tolv meter høye, og krever god fundamentering. Dimensjon på wiren avhenger av lengden på taubanen, men åtte til ti millimeter er vanlig.

Taubane kan være et fornuftig valg av sikringsmetode dersom man har flere løsneområder innenfor et begrenset område, særlig dersom det benyttes taubane med mulighet for flere samtidige sprengningspunkter. Det kan imidlertid ikke sprenges for nært en mast, da dette kan føre til skader på konstruksjonen. Ved bruk av automatiserte taubaner er det nødvendig med fast strøm til vinsjhuset. Dersom en taubane bygges under skoggrensa, må hugging av skog i taubanetraseen utføres så ofte at traseen ikke blokkeres av ny vegetasjon. Etablering av taubane krever søknad til luftfartsmyndighetene og oppføring i Kartverkets kartmateriale, for å ivareta sikkerheten ved helikoptertrafikk og militær lav flyging.

Dersom det skredutsatte området er stort i utstrekning, kan taubane være mindre egnet som skredsikringsløsning. Lange taubaner kan fort bli kostbart, og dominerende i terrenget. Lange taubaner vil dessuten også føre til lange kjøretider med løpekatta for hver enkelt sprengning. Sikt vil også kunne bli en utfordring i større skredområder.



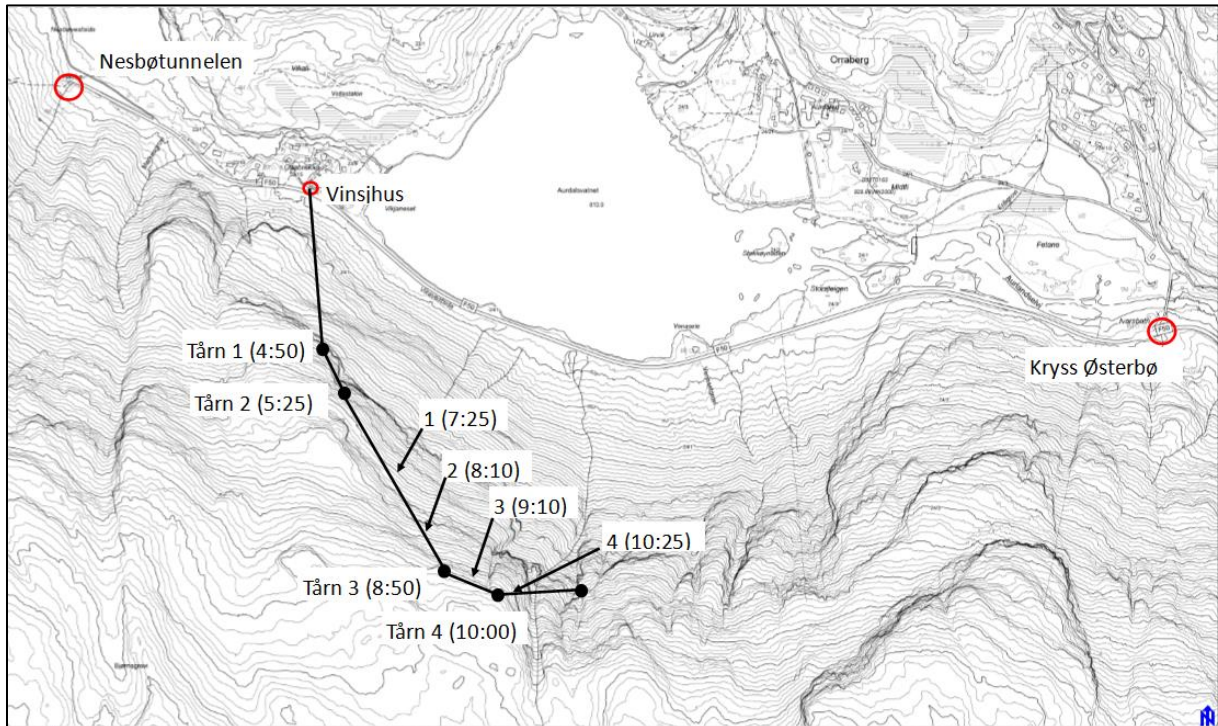
*Figur 9: Ordinært opplegg for vinsj/henger med ladning og lunte. Bildet er fra et taubaneanlegg i Cranz Montana i Sveits, og her er hengeren på vei ut fra vinsjhuset. Flere ladninger kan kjøres ut samtidig hengende i hver sin nummererte vinsj. Ladningene detoneres på ønsket måte ved bruk av fjernstyrte elektroniske tennere (Statens vegvesen, 2015).*

Det trengs normalt et mannskap på mellom fire og seks personer. To personer stenger den aktuelle vegstrekninga, og oppholder seg i hver sin ende av den stengte vegen, mens de følger med på at ingen uvedkommende beveger seg inn i skredområdet. Dette er som regel brøytemannskaper, og normalt brukes brøytebilene som vegsperringer. For øvrig er det nokså like prosedyrer som for bruk av snøskredtårn. Det trengs en skytebas, i tillegg til en assistent. I tillegg er det vanlig at Vegvesenet selv stiller med en eller to personer. Det skal alltid oppnevnes en sprengingsansvarlig, og denne personen skal ha fått opplæring i bruk av taubanen.

Før en skredaksjon kan gjennomføres, skal taubanen prøvekjøres, og det skal utføres en SJA (Sikker-jobb-analyse) (se vedleggene 3A og 3B). Moderne taubaner kan stilles inn på automatisk kjøring noen ganger i døgnet slik at wire og løpekatter kontinuerlig holdes fri for snø og is. VTS skal kontaktes om stenging av veg, trafikken skal stanses. Vegen skal alltid være stengt før sprengstoff festes til wiren. Hver enkelt skredaksjon skal loggføres med registrert vindretning, vindstyrke og nedbørsmengde i forkant av sprenging.

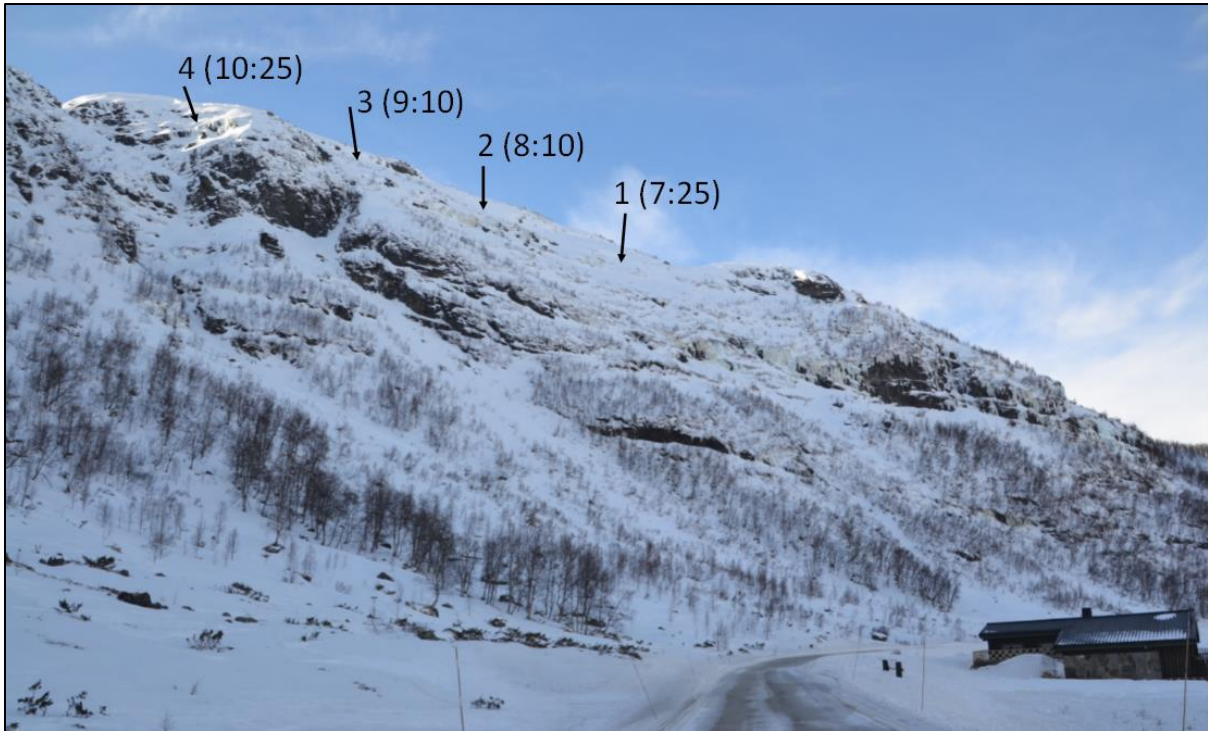
## Eksempellokalitet: Fv. 50 Østerbø

En av Statens vegvesens taubaner ligger langs Fv. 50 ved Østerbø i Aurlandsdalen i Sogn og Fjordane (figurer 10 og 11).



Figur 10: Kart over området ved Østerbø på Fv. 50. Taubanetraseen er tegnet inn med svarte linjer. Vinsjhuset og stengningspunkter lang vegen er markert med rød sirkler. De fire tårnene/mastene og utløsningspunktene er markert med tall og tidsbruken vinsjen bruker fra vinsjhuset og opp til det aktuelle punktet (i minutter og sekunder) (Statens vegvesen, 2019 (III)).





*Figur 11: Taubanen og skredløpene ved Fv. 50 Østerbø, sett fra vegen. Utløsningspunkter langs traseen er nummerert fra 1 til 4, med angitt tidsbruk fra vinsjhuset og opp i parentes (minutter:sekunder) (Statens vegvesen, 2019c).*

For dette anlegget blir skredkontroll utført ved hjelp av dynamitt festet på et armeringsjern som henger på en wire. En svartkruttlunte med beregnet brennetid festes på jernet og kobles til ladninga. Lunta blir tent og taubanen kjører ladninga i posisjon mens lunta brenner. Ladninga eksploderer i ønsket posisjon, og vinsjen kjører deretter armeringsjernet ned til sentralen for en ny runde med sprenging (Statens vegvesen, 2019c).

### Erfaringer og anbefalinger

En taubaneløsning slik man har ved Østerbø i dag innebærer at mannskapet må håndtere sprengstoffet selv, og ved hver snøskredaksjon. Sprengstoffet må transporteres fra lager for hver skredaksjon. Dette er en ulempe sammenlignet med andre systemer for nedspregning, hvor sprengningsmidlene er integrert i infrastrukturen, og dermed minimerer behovet for sprengstoff-håndtering underveis i vintersesongen (Statens vegvesen, 2015).

Slik skredkontroller med taubane blir gjennomført ved Østerbø i dag, med bruk av tradisjonelt sprengstoff som transporteres fra et eksternt lager, resulterer i ganske tid- og ressurskrevende skredaksjoner. Det krever en arbeidslogistikk som ofte involverer en håndfull personer, ofte fra flere hold/ulike firma. Av denne grunn kan det bli en noe høy terskel for å sette i gang en skredaksjon.

Det er ønskelig å «fornye» bruken av taubanen ved å erstatte tradisjonelt sprengstoff med mer moderne sprengningsteknologi for å få en mer effektiv, lettvin og sikker bruk av taubanen. Den tidligere omtalte to-komponents-løsningen (se kap. 2.1) egner seg også til bruk på taubaner. I Alpelandene har leverandøren utviklet taubaner hvor de nye

sprenningsladningene er tatt i bruk. Systemet er fjernstyrt, og har likheter med snøskredtårnene som er montert på Tyn–Årdal (Statens vegvesen, 2019c). En «Charge carrier» (ladningsbeholder) benyttes til å transportere ladninger opp i terrenget og slippe disse ved riktig lokalitet. Ladninga aktiveres på ønsket tidspunkt, og det er ikke nødvendig å tenne på ladninga. Slike to-komponents-ladninger har en sprengkraft tilsvarende 5 kg med dynamitt, og det er ønskelig å teste ut om dette kan være tilstrekkelig for bruk ved taubaneanlegget ved Østerbø. I dag benyttes det dynamittladninger på mellom 10 og 20 kg ved dette anlegget.

Det har skjedd mye tekniske utvikling siden Statens vegvesen tok i bruk taubaner på begynnelsen av 90-tallet. Med relativt enkle grep kan man modernisere eksisterende taubaner, slik at de blir både mer driftssikre og mindre ressurskrevende.

## 2.4 Mobil snøskredkontroll ved hjelp av helikopter og gassklokke

I løpet av de siste ti årene har gassklokke hengende under helikopter blitt testet ut og tatt i bruk i Statens vegvesen, og etaten disponerer i dag fire slike. Disse er utplassert i Leikanger, Tromsø, Arnøya og i Alta, og driftes av Region vest og Region nord. I tillegg har Visinor en gassklokke i Bjerkvik. Den første erfaringen med bruk av gassklokke fikk man vinteren 2010, da metoden ble testet ut på Fv. 91 ved Breivikeidet i Troms. I Region vest har man benyttet denne metoden siden vinteren 2015/2016.

### Teknisk beskrivelse

Fordi gassklokke hengende under helikopter er en mobil løsning, muliggjør denne metoden nedsprenning av snøskred over store områder på relativt kort tid (figur 12). Selve sprenningen utføres ved at gassene fra de to innebygde beholderne i klokken, hydrogen og oksygen, blandes til knallgass. Den påfølgende eksplosjonen over snødekket kan resultere i snøskred.



*Figur 12: Øverst: Gassklokke klar for oppdrag (foto: Ole-André Helgaas, 2018). Nederst: Helikopter med underhengende gassklokke (DaisyBell) (Foto: T.A.S./Interfab).*

Metoden har to bruksområder. Det ene er å løse ut skred på skredutsatt veg, og innebærer å aktivt løse ut snøskred langs aktuelle vegstrekninger på dager med høy skredfare. På denne måten kan Vegvesenet være i forkant av ev. skredhendelser, og dermed unngå eller begrense varigheten av vegstengninger. Det andre bruksområdet innebærer å bruke metoden til å «teste» stabiliteten til snødekket langs ei vegstrekning i etterkant av skredhendelser, ved å forsøke å utløse snøskred langs strekningen. I dette tilfellet benyttes resultatet av prøvesprengingene sammen med tilgjengelige værprognoser og informasjon om snødekkeoppbyggingen lokalt for å gjøre en lokal snøskredfarevurdering. Gassklokka kan slik sett redusere usikkerheten knyttet til hvorvidt man bør holde vegen åpen eller stenge den, og hvorvidt man kan igangsette rydding av stengt veg.



## Eksempel på bruk: Påska 2018 i Finnmark

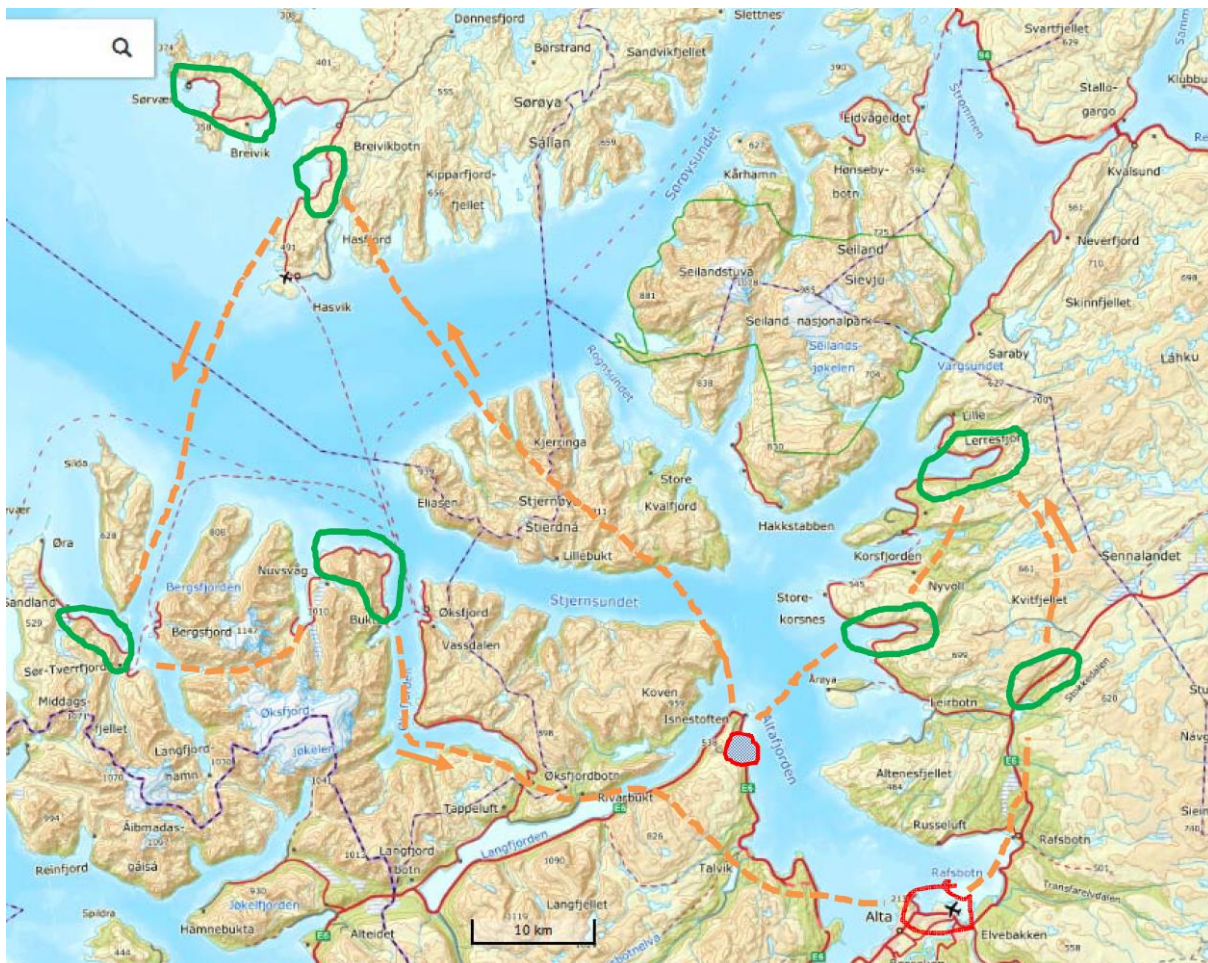
Påsken 2018 bød på særdeles utfordrende snøforhold, flere dager med veger stengt på grunn av snøskred og snøskredfare i nord. I Finnmark ble gassklokke (DaisyBell) benyttet for å løse ut flere titalls snøskred i dagene 31.03.–02.04.2018 (se figurer 13 og 14).

Disse dagene ble gassklokken som er utplassert i Alta brukt til å gjennomføre skredaksjonene. Skredaksjonen 1. april resulterte i rundt 50 kontrollert utløste snøskred. Takket være muligheten til å benytte gassklokke og helikopter, kunne Vegvesenet holde oversikt over snøskredfare for et større område, og lettere beslutte åpning/stenging/rydding av de inspiserte vegstrekningene.





*Figur 13: Oversikt aksjoner med gassklokke i Finnmark første påskedag 01.04.2018. Helikopterets flyrute er inntegnet i oransje. Røde sirkler markerer «basestasjoner» for gassklokke, gass og helikopterdrivstoff. De grønne områdene markerer områdene hvor det ble gjennomført skredaksjoner. (Illustrasjon Ole-André Helgaas, 2018.)*



*Figur 14: Oversikt aksjoner med gassklokke i Finnmark andre påskedag 02.04.2018. Helikopterets flyrute er inntegnet i oransje. Røde sirkler markerer «basestasjoner» for gassklokke, gass og helikopterdrivstoff. De grønne områdene markerer områdene hvor det ble gjennomført skredaksjoner. (Illustrasjon Ole-André Helgaas, 2018.)*

### Erferinger og anbefalinger

For å sikre en effektiv bruk av denne metoden, er det viktig med en god logistikk. Etter flere vintre med erfaringer med metoden, har det blitt klart at det er fornuftig å oppbevare gassklokkene på tilhengere plassert på faste lokaliteter, slik at de er lett tilgjengelige, og enkelt kan kjøres ut dit de trengs. Dersom gassklokka transporteres med helikopter, må helikopteret kjøre med redusert hastighet. Helikopterdrivstoff og gassbeholdere til gassklokka oppbevares også på faste lokaliteter, for å begrense til- og fra-flyging med helikopter underveis i en aksjon. Ved planlegging av en aksjon, har det vist seg viktig å utnytte døgnet timer maksimalt, for å få mest mulig nytte av de lyseste timene ila. en dag. Dette gjelder spesielt for Nord-Norge. Transport av gassklokke og annet utstyr til ønsket

lokasjon bør gjøres unna mens det er mørkt, slik at man er klare for snøskredaksjon når dagslyset kommer.

Den største fordelen med metoden er at den er mobil, og kan brukes der hvor det til enhver tid er skredfare. Det er dessuten relativt enkelt å transportere gassklokka på en tilhenger, slik at den er lett tilgjengelig dersom det skulle bli aktuelt med en aksjon med helikopter.

Den største ulempen med metoden er at den er væravhengig. Det er nødvendig med flyvær og god sikt i løseområdet for å kunne benytte metoden (tilstrekkelig sikt, ikke for mye vind, dagslys). Skredfaren er ofte høyest underveis i en uværperiode, noe som betyr at det ikke er mulig å benytte metoden på de mest skred-gunstige tidspunktene. Denne typen helikopterflyging er dessuten ganske krevende, da piloten må fly lavt og svært nærme fjellsider.

En annen ulempe er at det tar noe tid å organisere og gjennomføre en slik nedsprenningsaksjon. Helikopter og mannskaper må rekvireres, og utstyr og folk må transporteres til det skredutsatte området. Det flys alltid en rekognoseringsrunde først, hvor man avtaler lokasjoner det skal sprenges, og i tillegg klareres området (man forsikrer seg om at det ikke er folk i området). Dette tar tid, men er helt nødvendig for å kunne gjennomføre en aksjon.

Sprengningskraften til en gassklokke er begrenset. Dette betyr at i de tilfeller hvor det finnes svake lag dypt nede i snødekket, kan det hende at kraften (trykkbølgen) fra eksplosjonen ikke klarer å trenge dypt nok ned i snødekket til at det ustabile laget kollapser. Dermed vil man i slike tilfeller ikke få utløst et snøskred, og kan villedes til å tro at snøforholdene er mer stabile enn de i realiteten er.

Det er en fordel å eie egne gassklokker. Tidligere leide Vegvesenet inn gassklokke til hver enkelt skredaksjon, og dette ga nokså store driftsutgifter. Det å eie gassklokkene selv, sparer etaten for både tid og penger. Anslått kostnadsreduksjon ligger på mellom 50 000 og 100 000 kr per skredaksjon (før fratrukk av egenkostnader). Det er nå lavere terskel for å bruke gassklokke enn det var tidligere. Tilhenger med gassklokke kan også tas med ut også på dager hvor man er usikker på om den vil bli benyttet.

I løpet av de årene Statens vegvesen har eid egne gassklokker har behovet for vedlikehold vært lite. En gassklokke av typen DaisyBell er funksjonelt utformet med få bevegelige deler. Det vil etter hvert bli behov for utskifting av bl. a. elektronikk og ventiler, og dette er deler som er relativt enkle å skifte ut.

## 2.5 Mobil snøskredkontroll ved hjelp av drone

Droneteknologi har utviklet seg hurtig de senere årene. Fra andre land er det en kjent metode for forebyggende snøskredkontroll å benytte helikopter hvor håndladninger blir kastet ut fra helikopter. I Norge er dette en metode som ikke har vært benyttet, da regelverket ikke tillater denne metoden. Tilsvarende regelverk (Luftfartsloven forskrift om luftfartøy som ikke har fører om bord, §12 Transport av gods og passasjerer, og §20 Våpen mv.), har frem til 2019 hindret bruk av drone som plattform for forebyggende snøskredkontroll.

I 2019 ble det i samarbeid med AF Decom utført to tester av ny teknologi som muliggjør snøskredsprenning med drone som metode, og som samtidig oppfyller krav i lovverk for å utføre slike operasjoner (figur 15) (Statens vegvesen, 2019a). Testene konkluderer med at metoden har positive funksjoner utover de metodene som er i bruk i dag. Det gjenstår imidlertid fortsatt noe utvikling av metoden og utstyret før denne kan tas i bruk. Det må i tillegg også lages en prosedyre for hvordan metoden skal brukes i Statens vegvesen.

I forbindelse med sommeråpning av vinterstengte veger, kan denne metoden for forebyggende snøskredkontroll være mer effektiv enn andre metoder vi har tilgang til. Snødekket på våren er ofte mer stabilt, og det kan være ønskelig å benytte seg av en større sprengkraft enn det en gassklokke kan gi. Ved sommeråpning av veger vil en ofte kunne jobbe med forebyggende snøskredkontroll uten å tenke på at vegen skal åpnes direkte etter sprengning, og det vil være mulig å optimalisere sprengingspunkt gjennom flere års erfaring fra et område.



*Figur 15: Detonasjon av 5,1 kg sprengstoff hengende i longline fra dronen under test på Fv. 13 Gaularfjellet i Sogn og Fjordane 27.3.2019 (Foto: AF Decom).*

### 3 Sikkerhetshensyn ved bruk av forebyggende snøskredkontroll

All bruk av forebyggende snøskredkontroll innebærer at man innfører et nytt faremoment for å fjerne et annet (Statens vegvesen, 2014b). Det er derfor et absolutt krav at sprengningsmidlene brukes slik at det er minimal fare for de som foretar sprengningen, for de som ferdes langs vegen og for de som ferdes i området der forebyggende skredkontroll foretas. Forebyggende skredkontroll bør ikke foregå i områder med bebyggelse, på grunn av usikkerhet rundt hvordan skredforplantningen kan skje.

Ved hver enkelt aksjon med forebyggende skredkontroll, uansett benyttet metode, skal sikkerhet være hovedfokus og ligge til grunn for alle vurderinger som blir gjort. Eksempler på forhold som kan utfordre sikkerheten ved skredaksjoner er:

- Å holde oversikt over trafikanter og sikre at ingen kjører inn på ei skredstengt vegstrekning,
- Å ha god oversikt over mennesker som eventuelt oppholder seg i terrenget (skiløpere, turgåere).
- Å ha god sikkerhetsmargin ved stenging av veg i forkant av skredaksjoner (gjelder særlig dersom naboskredproblematikk).

Ved gjennomføring av skredkontroll skal en forhåndsdefinert vegstrekning i utløpsområdet stenges ved bruk av fysisk vakt på hver side av området. Ved nedspregning skal det alltid være både skredkyndig person og sprengningsansvarlig tilstede. Det skal også være brøttemannskaper tilgjengelig for å rydde eventuelle skredmasser på veg og holde vakt.

Et viktig sikkerhetstiltak ved skredaksjoner er kommunikasjon. Det bør tilstrebes at alle berørte parter, eksempelvis kraftselskaper, hytteeiere, vegtrafikksentral og formidlere av turistinformasjon, får beskjed om planlagte snøskredkontroller i et område. Dette kan være særlig utfordrende ved bruk av mobile løsninger, da man med disse metodene utfører skredkontroller ved en rekke lokaliteter.

Ofte benyttes en værstasjon sammen med den resterende infrastrukturen til forebyggende snøskredkontroll. Dette gir god oversikt over værforhold i løsneområder og muligheten til å følge opp med snøskredkontroll på dager med oppbyggende eller stor snøskredfare. Å stenge veger for trafikk på dager med stor snøskredfare er i seg selv en sikringsmetode.

Statens vegvesen har utarbeidet arbeidsprosedyrer og maler for SJA (sikker–jobb–analyse) for alle metoder av forebyggende snøskredkontroll, og disse skal alltid benyttes i forkant av og underveis i en skredaksjon (se vedleggene til denne rapporten). Mobil skredkontroll ved hjelp av drone er en såpass fersk metode at det ennå ikke finnes noen prosedyre for denne metoden.

Prosjektet anbefaler at alle gjeldende prosedyrer gjennomgås. Det skjer mye nytt innen forebyggende snøskredkontroll, og derfor bør man vurdere om prosedyrene trenger å revideres. I tillegg anbefaler prosjektet at det utarbeides en egen prosedyre for bruk av drone til mobil snøskredkontroll.



## 4 En sammenligning av metoder og oppsummering av Statens vegvesens erfaringer

Denne rapporten oppsummerer Statens vegvesens erfaringer med bruk av ulike metoder av forebyggende snøskredkontroll. En oppsummering av de viktigste erfaringene (største fordelene og ulempene med de ulike metodene) er vist i tabell 1.

*Tabell 1: Oppsummering av fordeler og ulemper ved de metodene for forebyggende snøskredkontroll som anvendes av Statens vegvesen i dag.*

| METODE              | FORDELER  | ULEMPER   |
|---------------------|---|---|
| <b>Snøskredtårn</b> | <p>Brukervennlig system.</p> <p>Vegvesenet har flere års erfaring med denne metoden, og gode erfaringer med skredutløsning.</p> | <p>Hvert tårn har et begrenset antall sprengladninger (12 stk.) før det må «lades» med nye sprengningsmidler.</p> <p>Leverandøravhengighet</p> <p>Vedlikehold kan ta lang tid (dersom deler må bestilles fra leverandør og/eller leverandør må bistå med vedlikeholdet).</p> <p>Det trengs tillatelse fra DSB til oppbevaring og bruk av sprengstoff.</p> |
| <b>Gasskanon</b>    | <p>Brukervennlig system.</p> <p>«Ubegrenset» antall ladninger.</p>  | <p>Vedlikehold i bratt terreng (skredterreng) er krevende.</p> <p>Leverandøravhengighet</p> <p>Vedlikehold kan ta lang tid (dersom deler må bestilles fra leverandør og/eller leverandør må bistå med vedlikeholdet).</p>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>Taubane</b></p>   | <p>Fleksibilitet mhp. sprengingspunkt.</p> <p>Mastene langs banen kan plasseres utenom løsneområdene (på skredsikkert sted).</p> <p>Godt kjent metode (Vegvesenet har brukt metoden siden starten av 90-tallet).</p> | <p>Tid- og ressurskrevende skredaksjoner ved bruk av eldre anlegg (ikke-moderniserte anlegg).</p> <p>Større anlegg kan utgjøre et betydelig inngrep i landskapet.</p> <p>Vedlikehold vinterstid kan være krevende.</p> <p>Det trengs tillatelse fra DSB til bruk av sprengstoff.</p> |
| <p><b>Gassklokke</b></p>  | <p>Mobil løsning.</p> <p>Kan skredsikre større områder og/eller flere skredområder ila. samme skredaksjon.</p> <p>Vegvesenet har flere års erfaring med denne metoden, og god kjennskap til sikringseffekten.</p>    | <p>Avhengig av flyvær.</p> <p>Ofte krevende logistikk.</p> <p>Potensielt risikofylt helikopterflyging.</p> <p>Litt svak sprengkraft.</p> <p>Leverandøravhengighet</p>  |
| <p><b>Drone</b></p>   | <p>Mobil løsning.</p> <p>God rekkevidde.</p> <p>Ubemannet. Ingen personer utsettes for potensielt risikofylt flyging.</p>  | <p>Det trengs tillatelser til droneflyging og bruk av sprengstoff.</p> <p>Krever kompetanse på droneflyging.</p> <p>Helt fersk metode. Foreløpig lite erfaring med bruken.</p> <p>Leverandøravhengighet</p>  |
| <p><b>Forhåndsutlagt sprengstoff</b></p> <p><i>Metoden utgår, og er ikke aktuell for nye lokaliteter.</i></p> | <p>Enkelt å forberede.</p> <p>Lettvint å ta i bruk når man trenger det.</p>  | <p>Begrenset antall sprengninger.</p> <p>DSB godkjenner ikke lenger metoden.</p> <p>Stort naturinngrep.</p>  |



Prosjektet har sett på faktorer som investeringskostnader, driftsutgifter, vedlikeholdsbehov og antatt levetid for ulike typer sikringsanlegg. Resultatene er oppsummert i tabell 2. Tabellen sammenligner ulike typer av forebyggende snøskredkontroll med noen tradisjonelle sikringstiltak (referanse-sikringstiltak). Kostandene baserer seg på anslåtte kostnader oppgitt i Statens vegvesens Skredsikringsbehov for riks- og fylkesveger publisert desember 2019 (Statens vegvesen, 2019d).

*Tabell 2: Oppsummering av antatte kostnader ved ulike metoder innen forebyggende snøskredkontroll, sammenlignet med noen utvalgte tradisjonelle sikringsmetoder. Alle kostnadsoverslagene inneholder alle nødvendige kostnader for gjennomføring av sikringstiltakene, inkludert grunnverv, rigg, planlegging, byggeledelse og merverdiavgift.*

| KOSTNADER VED ULIKE SYSTEMER AV FOREBYGGENDE SNØSKREDKONTROLL |                             | Kostnader i 2019–kroner (inkl. mva.)<br>(Avhenger av flere faktorer, blant annet geografi/lokale terrengforhold, klima, aktuelt skredproblem, og nødvendig logistikk ved skredaksjoner.) |   | Kommentar<br>(Eksempelvis antatt levetid for anlegget, antatt sikringseffekt)   |
|---|-----------------------------|--|---|---|
| Sikringskonsept   | Sikringsmetode              | Antatte investeringskostnader<br>(pr. stk, pr. løpemeter (lm))   | Antatte driftskostnader<br>(pr. dag, pr. skredaksjon eller pr. år)  |   |
| Forebyggende snøskredkontroll:<br><br>Fastmonterte systemer   | Snøskred-tårn               | 1–3 mill. kr/skredtårn   | Årlig driftskostnad er anslått til mellom 5 og 10 % av investeringskostnad en.  | Foreløpig er metoden såpass ny, at det er vanskelig å anslå forventet levetid.  |
|   | Gasskanon                   | 1–3 mill. kr/gasskanon<br><br>Eksempel Skillefjorden: Hele anlegget kostet omtrent 6 mill. kr.   | Eksempel Skillefjorden: 50 000 – 100 000 kr/år + utgifter til gass. Vegvesenet står selv for driften av dette anlegget. | Foreløpig er metoden såpass ny, at det er vanskelig å anslå forventet levetid.  |
|   | Taubane                     | Kostnaden for et anlegg varierer nokså mye. Viktigste faktorer for pris er størrelse på skredområde som skal sikres, og valg av teknologi.   | Årlig driftskostnad er anslått til mellom 5 og 10 % av investeringskostnad en.  | Levetida for taubaner er erfaringsmessig nokså lang; så lenge man skifter ut nødvendige deler fortløpende.  |
| Forebyggende snøskredkontroll:<br><br>Mobile systemer         | Gassklokke under helikopter | 1–2 mill. kr/gassklokke + leieavtale med helikopterfirma   | 50 000–100 000 kr/dag i bruk.   | Sikringseffekten er usikker, og avhenger av en rekke faktorer, blant annet: Værforhold, tilgang på helikopter og gassklokke, tilgang på drivstoff og gass og tilgang på mannskaper med rette kompetansen. |

|  |                             |  |  |  |
|--|-----------------------------|--|--|--|
| <b>For sammenligning /referanse:</b><br><br><b>Tradisjonelle sikringsmetoder</b> | Tunnel (tofelts i fjell)    | 100 000 – 250 000 kr/løpemeteter.<br><br>Tunnelportaler: 300 000–600 000 kr/lm   | Årlig driftskostnad er anslått til mellom 0,5 og 1 % av investeringskostnaden. | For å oppnå høy sikringseffekt forutsettes det at skredoverbygg eller tunnel med tunnelportaler dekker hele skredområdet (bygges lange nok).                             |
|  | Skredoverbygg               | 300 000 – 600 000 kr/lm<br><br>Eksempel: 150 meter skredoverbygg = 45–90 mill. kr.   | Eksempel: 150 løpemeteter skredoverbygg = 225 000 – 900 000 kr.                |  |
|  | Voll (fangvoll og ledevoll) | Eksempel: Fangvoll i løsmasse, 8 m høy: 40 000 – 100 000 kr/lm<br><br>Eksempel: Ledevoll i løsmasse 4 m høy: 4000 – 9000 kr/lm |  | For å oppnå høy sikringseffekt forutsettes det at voller bygges med tilstrekkelige dimensjoner til å sikre mot skred av valgt størrelse og rekkevidde («designskredet»). |

Det er flere faktorer som påvirker kostnadene forbundet med skredsikring. Dette gjelder både investeringskostnader og driftskostnader, og gjelder også både for bruk av forebyggende skredkontroll og tradisjonelle skredsikringstiltak. Faktorer som påvirker totalprisen for et anlegg avhenger blant annet av:

- Terreng- og grunnforhold ved lokaliteten som skal skredsikres
- Størrelsen på planlagt anlegg (antall enheter, størrelsen på nødvendig sikringsinfrastruktur, dimensjoner på tiltak (eksempelvis voller))
- Selve installasjonen av anlegget/byggefasen (hvor enkelt eller krevende er det å få gjort jobben, størrelse på rigg, logistikk, gjennomførbarhet)
- Tilgjengelighet av materialer og masser
- Kompleksitetsgrad for anlegget (moderne/nyeste teknologi eller enklere teknologi, automatiserte eller manuelle anlegg)
- Konkurransen mellom ulike aktører/leverandører for det aktuelle sikringstiltaket

Usikkerheten forbundet med investeringskostnader er ofte uttrykt med et kostnadsspenn på +/- 40 % av beregnet kostnad, i alle fall i en tidlig planfase. De anslåtte kostnadene er

erfaringsbaserte. For noen typer tradisjonell skredsikring har man god kjennskap til kostnader, mens man for nye metoder har en noe begrenset kjennskap til det totale kostnadsbildet. For å kunne gi et mer sikkert kostnadsanslag enn det som framkommer av tabell 2 må skredsikringen detaljprosjekteres.

### Drift av anleggene

En fellesnevner for all bruk av forebyggende snøskredkontroll, er at oppnådd sikringseffekt avhenger av hvor god drift og oppfølging man har av anleggene. For å oppnå ønsket sikringseffekt må snøforhold og snøsituasjonen følges opp jevnlig gjennom hele sesongen, ofte så regelmessig som flere ganger i uka eller daglig. Dette for å ha god kontroll med når det bør gjennomføres snøskredaksjoner.

Det er også avgjørende at anleggene følges opp og at det årlig gjennomføres en teknisk sjekk/service av anleggene. Det er viktig å holde en jevnlig kontakt med leverandør eller andre med relevant teknisk innsikt i systemet.

Det er dessuten nødvendig å ha et godt samarbeid med driftsentreprenøren lokalt. Disse er ofte lokalkjente, og ferdes mye ute på vegene. For å sikre at entreprenørene har tilstrekkelig kompetanse på skredvurderinger og beredskap, er det essensielt at disse deltar på kurs i håndtering av naturfare, og at entreprenørene oppfordres til å være aktive i sin rapportering via Elrapp, og ev. også RegObs. Ved overgang til nye entreprenører ved kontraktskifte, er det viktig at disse så raskt som mulig kurses og gis den nødvendige naturfarekunnskapen.

Anlegg for forebyggende skredkontroll kan driftes på ulike måter. Valg av driftsmodell bør gjøres i planleggingsfasen, eller så tidlig som mulig etter uttesting av nytt anlegg. Det er mulig å drifte ved å enten kjøpe tjenesten av konsulent/leverandør, drifte i egenregi, eller velge en mellomløsning av disse to. Ved valg av driftsløsning bør følgende faktorer vurderes:

- Tilgang på relevant personell i egen organisasjon
- Økonomi
- Ønsket sikringsnivå/sikringseffekt

### Oppnådd sikringseffekt

I Norge har vi foreløpig begrenset erfaring med metodene omtalt i denne rapporten. Det er derfor krevende å skulle anslå hvilken sikringseffekt som oppnås med de ulike metodene, og hvor stor restrisiko man sitter igjen med etter bruk. Avhengig av forholdene på stedet og hva man ønsker å oppnå med tiltaket, kan oppnådd sikringseffekt måles på forskjellige måter. Noen eksempler er redusert stengetid (tiden en vegstrekning er stengt pga. skredfare), bedre framkommelighet langs vegen og opplevd økt sikkerhet av brøytemannskaper og trafikanter.

Den oppnådde sikringseffekten kan karakteriseres som *stedsspesifikk* og *tidsspesifikk*. Effekten av sikringstiltak er stedsspesifikk, fordi den avhenger av blant annet lokale terreng- og værforhold, trafikkmengde (ÅDT) langs vegen som sikres og trafikksammensetningen langs vegen. Antatt oppnådd sikringseffekt avhenger altså først og fremst av lokaliteten som sikres, og ikke av hvilken metode som velges. Den valgte metoden må passe på lokaliteten og det er en forutsetning at anlegget driftes av kompetente mannskaper. Effekten av

sikringstiltak er tidsspesifikk, fordi man må «treffe» med skredaksjonene på gunstige tidspunkter i løpet av sesongen for å kunne utnytte potensiell sikringseffekt fullt ut.

Etter hvert som Vegvesenet får mer erfaring med metodene, vil etaten få et stadig bedre datagrunnlag for å si noe konkret om sikringseffekt. Det er derfor viktig at skredaksjoner loggføres. Vegmeldinger om stengte veger på grunn av skredfare eller skred på veg lagres i Vegloggen og som vegmeldinger i Xgeo, og disse gir et bilde på hvor lenge vegstrekninger holdes stengt som følge av skred eller skredfare. Det jobbes med å få på plass et nytt system for lagring av data hos VTS (Vegtrafikksentralene). Når dette er på plass, vil det sannsynligvis gjøre jobben med å analysere historiske data lettere.

Bruk av forebyggende skredkontroll får ofte positiv oppmerksomhet i lokalmiljøer, og kan slik sett bidra til økt opplevd egensikkerhet langs vegnettet. Det settes ofte pris på av lokale at Statens vegvesen *aktivt* foretar seg noe for å håndtere snøskredfare. Noen ganger kan imidlertid lokale forventninger til Vegvesenet vanskelig innfris, særlig på dager med snøskredfare over flere og/eller større områder. I slike tilfeller er det gjerne aktuelt å bruke gassklokke for nedsprenkning av skred langs flere vegstrekninger, men det er, av flere mulige årsaker, begrensende hvor dette lar seg gjennomføre, og noen vegstrekninger må prioriteres over andre. Eksempler på slike begrensende årsaker kan være logistikk (transport av helikopter, gassklokke, gass, drivstoff, mannskaper), værutfordringer og lite dagslys (gjelder særlig midtvinters).

### Forebyggende snøskredkontroll – en del av et beredskapssystem

For å oppnå en vellykket utnyttelse av de ulike metodene innen forebyggende skredkontroll, er det essensielt at det finnes et velfungerende beredskapssystem, og at bruken av forebyggende snøskredkontroll er integrert i dette systemet. Med velfungerende beredskapssystem menes her at byggherre og entreprenører har den nødvendige kunnskapen om håndtering av skred og andre naturfarer, at eksisterende naturfareplaner blir benyttet og at vegnettet «overvåkes». Altså at ansvarlige følger med på lokale snøforhold og hvordan skredfaren endres over tid, og at værstasjoner i fjellet/skredområder benyttes til å innhente relevant værinformasjon. Dessuten må regionale snøskredvarsler bli fulgt opp og tilpasses lokale forhold.

Dersom alle leddene i beredskapssystemet fungerer godt, oppnås totalt sett en økt og forbedret skredberedskap. Dette gir frukter som at veger kan stenges preventivt ettersom man vet når og hvor skredfaren er stigende, og forebyggende snøskredkontroll kan benyttes for å utløse skred kontrollert. Dette vil gi både høyere trafikantsikkerhet og kortere stengingstider, ved at timingen for vegstengninger blir mer presis.

## 5 Oppsummering – våre anbefalinger

Statens vegvesen oppdaterer i 2019 oversiktene over skredsikringsbehov på vegnettet (Statens vegvesen, 2019d). Dette prosjektet anbefaler at det sees nærmere på alle kjente skredpunkter langs riksvegnettet for å se i hvilken grad forebyggende snøskredkontroll kan være egnet alternativ sikringsmetode for noen av skredpunktene. For noen skredpunkter kan muligens forebyggende snøskredkontroll supplere eksisterende eller planlagt fysisk sikring.

Et mulig eksempel i denne sammenhengen er E8 gjennom Lavangsdalen (Statens vegvesen, 2017b). Denne vegen er en hovedfartsåre i nord, og vegstengninger her fører til lange og kronglete omkjøringer for trafikantene, i tillegg til kødannelse. Her er vegen sikret med voller, og disse stopper de fleste snøskredene. Det har imidlertid vært tilfeller av store snøskred som har gått over voll og havnet på veg. Her kan muligens snøskredtårn være aktuell supplerende sikring. Disse ville da benyttes til å forebyggende utløse skred, for å begrense størrelsen på de naturlige utløste snøskredene, slik at skredvollene ville oppnådd bedre sikringseffekt.

En slik mulighetsstudie for bruk av forebyggende snøskredkontroll på riksveger bør også se på det økonomiske aspektet av ulike sikringsmetoder. Studien bør undersøke og sammenligne antatte kostnader for tradisjonell sikring for hvert snøskredpunkt, sett opp mot sikring med forebyggende snøskredkontroll. Nytte–kostnadsvurderinger bør være en del av studien. På denne måten kan nytteverdier og kostnader anslås, både på kort og lang sikt.

Dersom man ser på reduksjon i total skredrisiko for et større område, kan det vise seg at forebyggende snøskredkontroll gir mye sikring for pengene, sammenlignet med tradisjonelle sikringsmetoder som tunnel og skredoverbygg (se tabell 2). Forebyggende snøskredkontroll kan dessuten være velegnet til å bruke «mens vi venter» på en fast installasjon (eksempelvis tunnel), særlig i kombinasjon med overvåking av skredaktivitet og trafikantvarsling på strekningen.

Prosjektet anbefaler at alle gjeldende prosedyrer for forebyggende snøskredkontroll gjennomgås og at behovet for revisjon vurderes. Det mangler pr. dags dato en prosedyre for bruk av drone til mobil snøskredkontroll. Det er også behov for å se de ulike prosedyrene og sikker–jobb–analysene (se vedlegg 1A t.o.m. 4B) i sammenheng, og vurdere hvorvidt det er hensiktsmessig å utarbeide en overordnet prosedyre for all bruk av forebyggende snøskredkontroll.

Forebyggende snøskredkontroll brukt sammen med metoder for skredovervåking kan vise seg å bli et viktig beslutnings– og verifiseringsverktøy for vegeiere i framtida. Dersom forebyggende skredkontroll og skredeteksjon kombineres kan man få en god oversikt over skredfarlige områder, i tillegg til at det blir lettere å «se» (verifisere) skredene som har blitt utløst. Dette er også metoder og systemer som gir økt sikkerhet for de som arbeider og ferdes langs skredutsatte veger.

## 6 Litteraturliste

Farestveit and Skutlaberg, 2012. *The results from two years of testing The Wyssen Avalanche Tower in Norway*. Proceedings, 2012 International Snow Science Workshop, Anchorage, Alaska.

SLF, 2013. *Vergleich der Sprengmethoden: Gazex, Lawinenwächter/-mast Inauen-Schätti, Wyssen Sprengmast, Avalancheur*. Lukas Stoffel, WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, 18 pp.

Statens vegvesen, 2014a. *Erfaringsnotat fra oppstart og overlevering av gazexanlegg i Alta – Skillefjord 29–30.10.2014*. Notat. 04.11.2014. Referanse: 2010/217787–045. 10 pp.

Statens vegvesen, 2014b. *Veger og snøskred*. Håndbok V138. ISBN: 978–82–7207–675–6. 124 pp.

Statens vegvesen, 2015. *Erfaringsrapport for taubane som metode for forebyggende snøskredkontroll*. Spesialistfunksjonen for skred i Statens vegvesen v/ Region vest, (2015085055–01), 29 pp.

Statens vegvesen, 2016. *Skal sprengte bort skredfare*. Naboinformasjon. Fv. 53 Tyin – Årdal.

Statens vegvesen, 2017a. *Fv. 883 Skillefjord, Erfaringsrapport for FoU Gazex. Gassbasert nedsprenningsanlegg for snøskred*. Rapport. Geo- og labseksjonen i Region nord. 50969–GEOL–01. 26 pp.

Statens vegvesen 2017b. *Skredsikringstiltak E8 Lavangsdalen – Mulighetsstudie etter siste års skredhendelser*. Rapport. Geo- og labseksjonen i Region nord. 50952–SKRED–1. 2017–0–02. 10 pp.

Statens vegvesen, 2018. *Fv. 53 Tyin–Årdal – Alternativ for videre drift av Wyssen snøskredtårn*. Notat. Geo- og skredseksjonen i Region vest. 30634–GEOL–1. 8 pp.

Statens vegvesen, 2019a. *Snøskredsprenning med drone*. FoU-rapport Skredspesialistfunksjonen i Statens vegvesen. 31119–GEOL–1. 20 pp.

Statens vegvesen, 2019b. *Skredsikringstiltak Fv. 868 Pollfjellet Sør*. Rapport. Geo- og labseksjonen i Region nord. 51035–SKRED–1. 14 pp.

Statens vegvesen, 2019c. *Prosjektbeskriving. Nytt system for forebyggjande snøskredkontroll med taubane*. Notat. Geo- og skredseksjonen i Region vest. 3 pp.

Statens vegvesen, 2019d. Nettside med en oversikt over og lenker til dokumenterte skredsikringsbehov for riks- og fylkesveger for alle landsdeler.  
<https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/geofag/skred/skredsikring>

Wyssen Norge AS, 2017. *Forebyggende snøskredkontroll. Fv. 53 Tyin – Årdal vinteren 2016/2017*. Evalueringsrapport. Rapportnummer 0902–1. 32 pp.



Wyssen Norge AS, 2018. *Forebyggende snøskredkontroll. Fv. 53 Tyin – Årdal vinteren 2017/2018*. Evalueringsrapport. Rapportnummer 0902-6. 33 pp.

Wyssen, 2019. Nettside med informasjon om sprengning ved bruk av to-komponents-ladninger. <https://www.wyssenavalanche.com/nb/wyssen-2k-charge/> 26.11.2019

## 7 Vedlegg

Vedlegg 1A: Prosedyre for sprenging med Wyssen snøskredtårn i Statens vegvesen

Vedlegg 1B: Sikker-jobb-analyse sprenging med Wyssen snøskredtårn

Vedlegg 2: Prosedyre for kontrollert nedsprengning av snø, inkludert SJA (Gazex)

Vedlegg 3A: Prosedyre for bruk av taubane ved Fv. 50 Østerbø

Vedlegg 3B: Logg og SJA for sprenging med taubane ved Fv. 50 Østerbø

Vedlegg 4A: Prosedyre for bruk av DaisyBell i Statens vegvesen

Vedlegg 4B: Sikker-jobb-analyse for DaisyBell



## Prosedyre for sprenging med Wyssen snøskredtårn i Statens vegvesen.

|   |                                   |                        |
|---|-----------------------------------|------------------------|
| Dokumentansvar:<br>Geo- og skredseksjonen i Region vest | Utarbeidet av:<br>Njål Farestveit | Godkjent av:           |
| Utarbeidet dato:<br>29.9.2016                           | Versjon:<br>V1                    | Edvin Rye - byggeleder |

### 1 Formål

Prosedyren beskriver fremgangsmåte og sikkerhetsrutiner for sprenging med Wyssen snøskredtårn langs Fv 53 Tyin - Årdal.

### 2 Omfang

Prosedyren med tilhørende SJA skal følges ved sprenging med Wyssen snøskredtårn langs Fv 53 Tyin - Årdal.

### 3 Målgruppe

Prosedyrens målgruppe er de sprengningsansvarlige, byggherrepersonell og involverte entreprenører.

### 4 Sprengningsansvarlig

Sprengningsansvarlig skal være en person som har fått opplæring i bruk av Wyssen snøskredtårn og innehar gyldig kurs i Teknisk sprenging. I tillegg skal sprengningsansvarlig ha kompetanse til å vurdere snøskredfare. Sprengningsansvarlig skal utpekes spesielt i hvert enkelt tilfelle.

Sprengningsansvarlig skal gi råd til byggherre om en veg kan åpnes eller ikke etter sprengning.

### 5 Ansvar

Statens Vegvesen er overordnet ansvarlig for bruken av Wyssen snøskredtårn og skredfarevurderinger tilknyttet bruken. Sprengningsansvarlig er ansvarlig for å følge de pålegg som ligger i denne prosedyren, og de til enhver tid gjeldene lover og regler for sprengstoff.

Entreprenører som deltar i en aksjon plikter å følge de ordrer som blir gitt av sprengningsansvarlig.

Alle som deltar i en sprengning plikter å opplyse umiddelbart over åpent samband dersom det oppdages ferdsel inn i en definert sikkerhetszone eller et potensielt utløpsområde for snøskred.

**Sprengning skal da umiddelbart opphøre.**

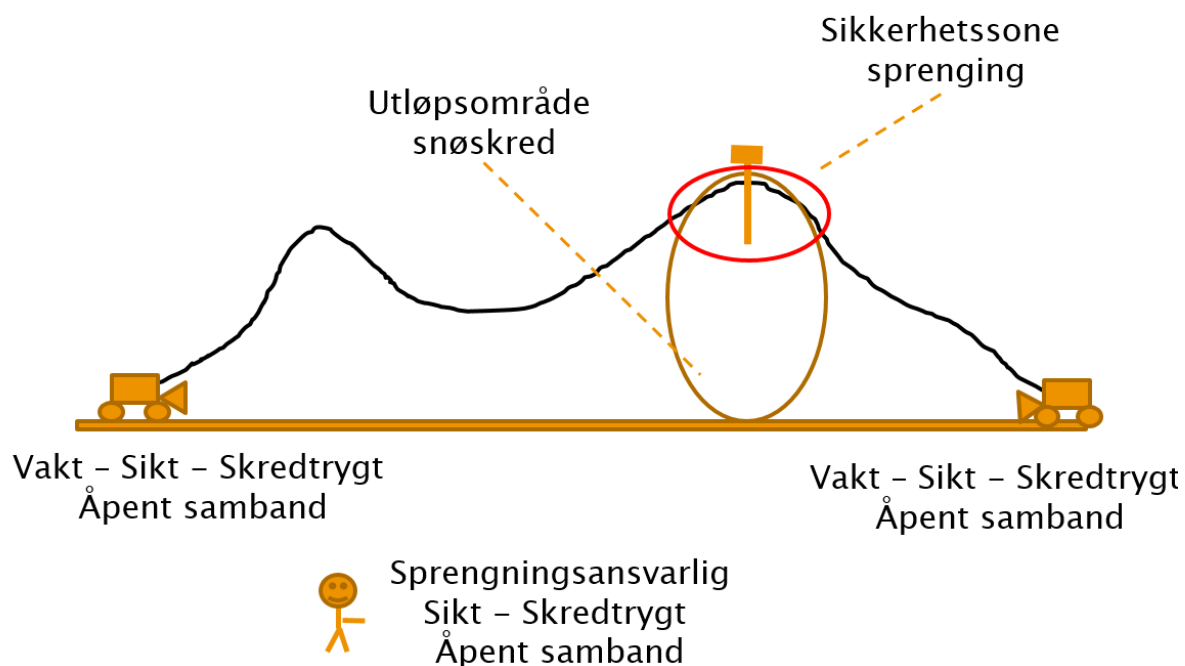
## 6 Sprengning med Wyssen snøskredtårn

- Det skal utføres en SJA for hvert område hvor Wyssen snøskredtårn skal benyttes. Områdets utbredelse kan variere alt etter hvor mange tårn som skal benyttes.
- Vegen skal alltid være stengt med fysisk vakt i hver ende av det definerte området som kan være skredutsatt (entreprenør).
- Skredfare i området hvor vakt er utplassert skal vurderes spesielt.
- Skredfare mot infrastruktur skal vurderes spesielt (bebyggelse, etc.).
- Skredfare i forbindelse med fjernutløsning skal vurderes spesielt.
- Det skal benyttes åpent samband mellom begge vakter og sprengningsansvarlig.
- Åpning av vegen skal vurderes spesielt.

Nedenfor er det vist en prinsippskisse for sprengning med Wyssen snøskredtårn. Dagsaktuelle forhold må tilpasses i Sikker jobb analyse. For eksempel kan det være hensiktsmessig å sprengne ved flere tårn samtidig. I *Sikker jobb analyse Wyssen snøskredtårn*, er det gitt en sjekklister som sprengningsansvarlig skal svare ut i hvert enkelt dagsaktuelle område. Sprengning kan bare utføres dersom alle punkter svares ut med JA.

Tabell 1. Sjekklister for sprengning med Wyssen snøskredtårn.

| Sjekkpunkter:  | JA | NEI |
|--|----|-----|
| Er det utpekt sprengningsansvarlig?  |    |     |
| Er det åpent samband mellom sprengningsansvarlig og vakter?                    |    |     |
| Er skredfare i området hvor vakt er utplassert vurdert?                        |    |     |
| Er skredfare mot infrastruktur vurdert (bebyggelse, etc.)?                     |    |     |
| Er skredfare i forbindelse med fjernutløsning av snøskred vurdert?             |    |     |
| Er definert sikkerhetssone og potensielle utløpsområder tomt for folk/ferdsel? |    |     |



## 7 Vedlegg

1. Mal for Sikker jobb analyse Wyssen snøskredtårn (SJA).

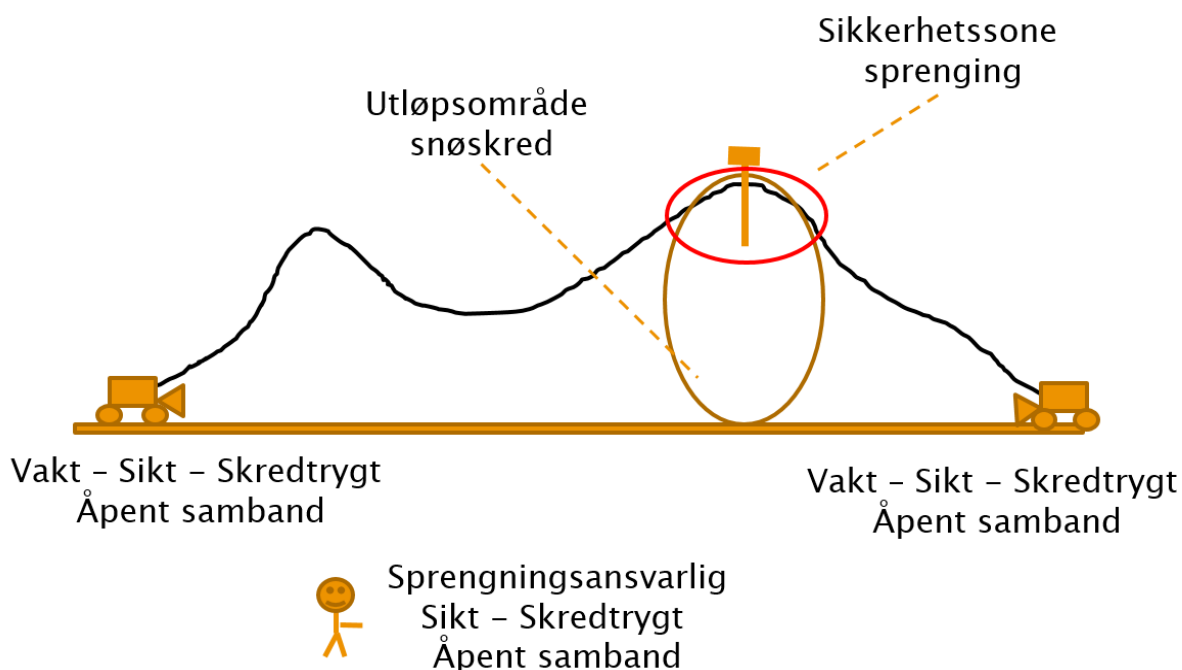


## Statens vegvesen

### Sikker-jobb-analyse sprengning med Wyssen snøskredtårn

#### Sted/Dato:

Nedenfor er det vist en prinsippskisse for sprengning med Wyssen snøskredtårn. Dagsaktuelle forhold må tilpasses i denne Sikker jobb analysen. Dersom sjekkpunktlisten under ikke kvitteres ut med JA på alle punkt skal en sprengning ikke utføres. Beskrivelse av området og skredfarevurdering på side 2 skal fylles ut. Det vises for øvrig til Prosedyre for bruk av Wyssen snøskredtårn i Statens vegvesen.



| Sjekkpunkter:  | JA | NEI |
|--|----|-----|
| Er det utpekt sprengningsansvarlig?  |    |     |
| Er det åpent samband mellom sprengningsansvarlig og vakter?                    |    |     |
| Er skredfare i området hvor vakt er utplassert vurdert?                        |    |     |
| Er skredfare mot infrastruktur vurdert (bebyggelse, etc.)?                     |    |     |
| Er skredfare i forbindelse med fjernutløsning av snøskred vurdert?             |    |     |
| Er definert sikkerhetssone og potensielle utløpsområder tomt for folk/ferdsel? |    |     |

**Signatur sprengningsansvarlig:**





**Beskrivelse av området:**

**Skredfarevurdering:**



## Prosedyre for kontrollert nedspregning av snø

Side 1 av 8

|  |  |  |
|--|--|--|
| Dokumentansvar:<br>56200 Geologi og<br>laboratorieseksjonen<br>(Ressursavd/Rn) | Utarbeidet av:<br>Silje S. Haaland, Trond Jøran<br>Nilsen og Njål Farestveit | Godkjent av:<br><br>Tor Inge Hellander<br><br>Leif Jenssen |
| Utarbeidet dato:<br>31.10.2014   | Versjon:<br>V1   | (sign.)  |

## 1 Formål

Prosedyren skal beskrive fremgangsmåte og sikkerhetsrutiner for kontrollert nedspregning av snøskred ved Fv 883 i Skillefjord. Hensikten er å ivareta sikkerheten for de involverte og trafikanter.

Utførelsen er tenkt å bidra til økt sikkerhet på Fv 883 under perioder med skredfare.

## 2 Omfang

Prosedyren omfatter kontrollert nedspregning av snø på anlegg ved Skillefjord, bestående av to skredkanoner av typen Gazex. Prosedyren gjelder for vintersesongen 2014/2015 og skal evalueres og oppdateres innen vintersesongen 2015/2016.

## 3 Målgruppe

Prosedyrens målgruppe er de sprengningsansvarlige, involverte entreprenører og skredfaglige rådgivere samt ledere i følgende seksjoner i Statens vegvesen:

- Geo- og lab.seksjonen, Region nord
- Vegavdeling Finnmark, Region nord

## 4 Ansvar

Statens Vegvesen er ansvarlig for anlegget som helhet og daglig drift. Årlig rutinemessig vedlikehold av anlegget vil det første året foretas av leverandøren. 2. og 3. år leverandøren utstyre oss med alt av nødvendig materiell til vedlikehold. Den sprengningsansvarlige og vedkommende sin nærmeste leder, er ansvarlig for at denne prosedyren følges.

Sprengningsansvarlige for vinteren 2014/2015:

- *Trond Jøran Nilsen, Geo- og lab.seksjonen, region nord*
- *Ronald Johansen, entreprenør, Lemminkainen*
- *Silje Haaland, Geo- og lab.seksjonen, region nord*

Skredspesialistfunksjonen ved Trond Jøran Nilsen, Silje S. Haaland og Ole-André Helgaas i Statens vegvesen har et overordnet ansvar for formidling og oppdatering av denne prosedyren.

Seksjonsleder i Geologi og laboratorieseksjonen har ansvar for å godkjenne denne prosedyren i samråd med leder for drifts- og vedlikeholdsseksjonen i Vegavdeling Finnmark, Region Nord. For vinteren 2014/2015 er dette:

- *Leif Jenssen, Geo- lab.seksjonen, Region nord*
- *Tor Inge Hellander, Vegavdeling Finnmark*

## **5 Beskrivelse**

### **5.1 Kriterier for sprengning**

I perioder med skredfare skal det vurderes behov for kontrollert nedspregning. Initiativ til nedspregning vil komme via skredfarevurdering gjort av lokale entreprenører, byggeleder på strekningen og skredfaglig rådgivere.

Vurdering av skredfaren gjøres på bakgrunn av lokale vurderinger i Skillefjord, innmeldte R13-skjema, oppdatert skredfare på Varsom.no og værvarsel. Sprengning er aktuelt dersom det antas at det er lagt opp mer enn 20cm snø i løснеområdet siden forrige sprengning.

Typiske kriterier som gir økt sannsynlighet for skred ved anlegget:

- Snøfall med påfølgende vind fra sørlig sektor.
- Vestlig vind med nedbør vil kunne gi cross-loading i løśnieområdet.
- Kraftig temperaturstigning over 0° i løśnieområdet (ca 300moh).

Disse kriteriene er foreløpige og vil utvikles kontinuerlig gjennom sesongen.

### **5.2 Sprengning under uvær og dårlig sikt**

Et av formålene ved kontrollert nedspregning av snøskred er å minske skredstørrelser. Det vil derfor være aktuelt å utføre sprengning under uvær og perioder med pålagring. I slike perioder vil sikten til løśnieområdet være begrenset. Det må da gjøres en sikkerhetsvurdering. Ved dårlig sikt vil det være vanskelig å verifisere om sprengningen har ført til skred eller ikke. Om vegen skal åpnes igjen etter en slik situasjon blir en vurderingen i hvert enkelt tilfelle. Sprengningsansvarlig avgjør i samråd med byggeleder og entreprenør om vegen skal åpnes igjen eller ikke.

### **5.3 Sprengningsprosedyre:**

Sprengningsansvarlig skal gjennomføre kontrollert sprengning på bakgrunn av skredfarevurdering for den aktuelle strekningen. Forut for en aksjon vil det være et team med skredfaglig rådgiver, lokalkjent entreprenør og byggeleder som vurderer en eventuell aksjon. Se kriterier for sprengning. Ved sprengning skal vegen stenges på begge sider av skredområdet med eksisterende bomber. Vanlig prosedyre for stenging av veg følges. Skredområdet er beskrevet i gjeldende beredskapsplan for driftskontrakt 2007\_Hammerfest.

1. De involverte møtes, sprengningsansvarlig går igjennom prosedyren
2. Det skal brukes åpnet samband mellom entreprenør og sprengningsansvarlig.
3. Entreprenør kommuniserer med VTS, det meldes normalt til VTS ved hver aksjon. Det er likevel mulig å stenge veien i inntil 30 minutter uten at VTS underrettes.
4. Sprengningsansvarlig stiller seg på plass og gjør klart for sprengning, normalt sett er dette på andre siden av fjorden. Dersom veien allerede er stengt plasserer sprengningsansvarlig seg like ved bommen vest for skredområdet.
5. Sprengningsansvarlig gir kommando «klar for sprengning» over åpent samband.
6. Entreprenør stenger veien og gir tilbakemelding over samband
7. Sprengningsansvarlig forsikrer seg om at det aktuelle skredområdet er tomt for mennesker
8. Sprengningsansvarlig gir kommando «det sprenses»
9. Etter sprengning kontrolleres skredområdet av sprengningsansvarlig og denne gir beskjed om veien kan åpnes eller ikke.

Dersom sprengningen ikke førte til skred vurderes skredfaren og sprengningsansvarlig og byggeleder avgjør om veien skal åpnes i samråd med entreprenør.

Det er mulig å utføre sprengning manuelt fra shelterhuset. Dette kan gjøres dersom fjernstyringen ikke fungerer. Ved manuell sprengning benyttes samme prosedyre som over, med unntak av at sprengningsansvarlig befinner seg ved shelterhuset. For å ta seg frem til shelterhuset benyttes vedlagt sikker jobbanalyse (SJA).

I perioder uten aktivitet på anlegget bør det kobles opp én gang pr uke for å sjekke trykk og funksjonalitet.

Ved behov for varsling brukes Vegvesenets varslingsplan.

#### 5.4 Dokumentasjon

Det skal dokumenteres vær- og skredfareforhold ved å fylle inn sjekklister, se vedlegg 4. Det skal tas bilder av skredområdet før og etter sprengning. Når det er mulighet filmes hendelsen. Det skal graves snøprofil på anvist plass i SJA ved hver aksjon. Dersom dette likevel ikke gjennomføres settes en notis i sjekklisten med årsak.

## 6 Referanser

Generelt for planlegging og gjennomføring av feltundersøkelser, samt varsling og registrering av uønskede hendelser, vises det til følgende dokumenter:

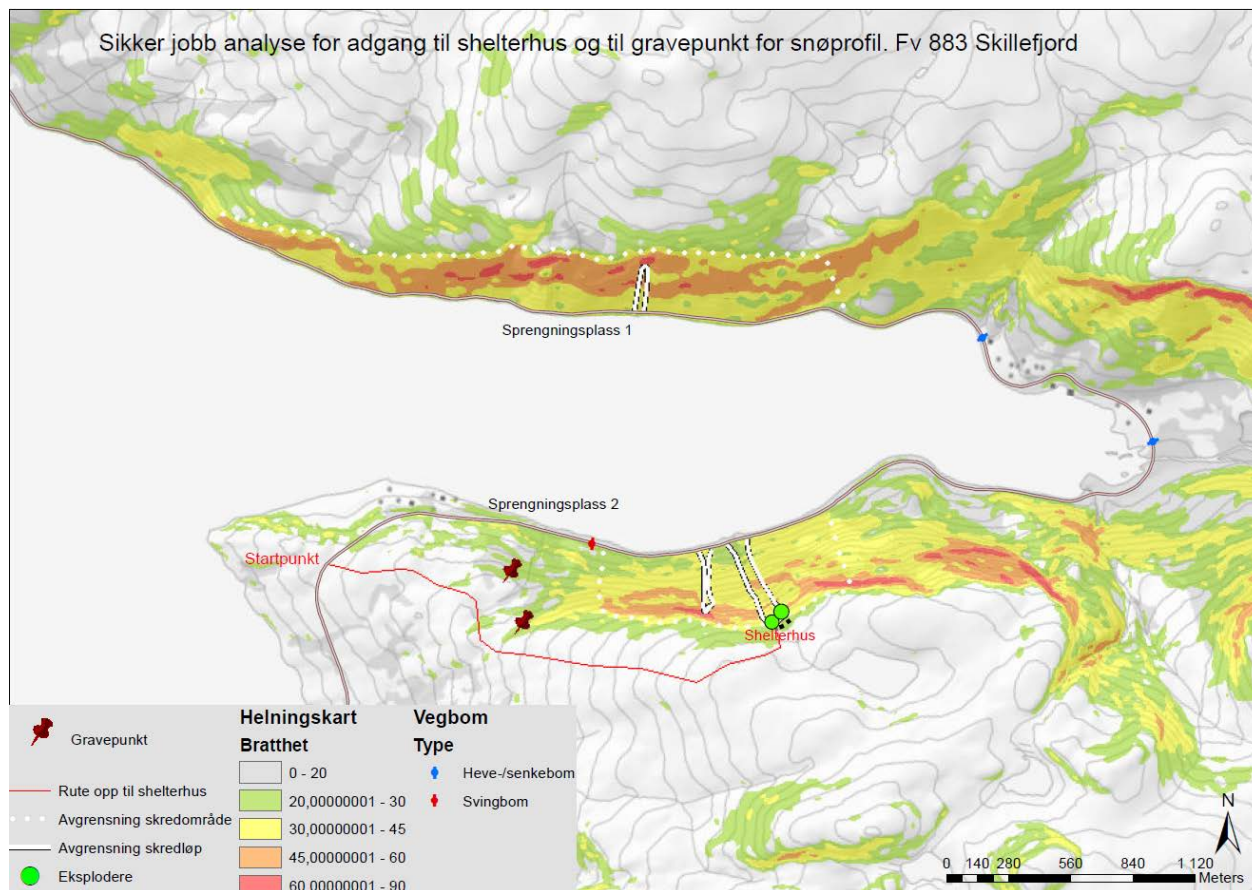
- Region nord: Gjeldende retningslinjer for HMS, risikoanalyse for ingeniører
- Hele etaten: Melding og oppfølging av uønskede hendelser innen HMS – interne (basert på Arbeidsmiljøloven §§ 2-1, 2-3 og interne HMS-føringer), PRO 5, versjon 5, datert 29.8.2011
- Varsling av alvorlige arbeidsulykker – egne tilsatte (basert på Arbeidsmiljøloven § 5-2 og håndbok 214 HMS). PRO 12, datert 28.6.2008.

**7 Vedlegg**

1. SJA. Spesifikk for adkomst til Shelterhuset, inkludert gravepunkt
2. Sjekkliste
3. Oversiktskart bomber observasjon, sprengningsplass Silje



Vedlegg 1



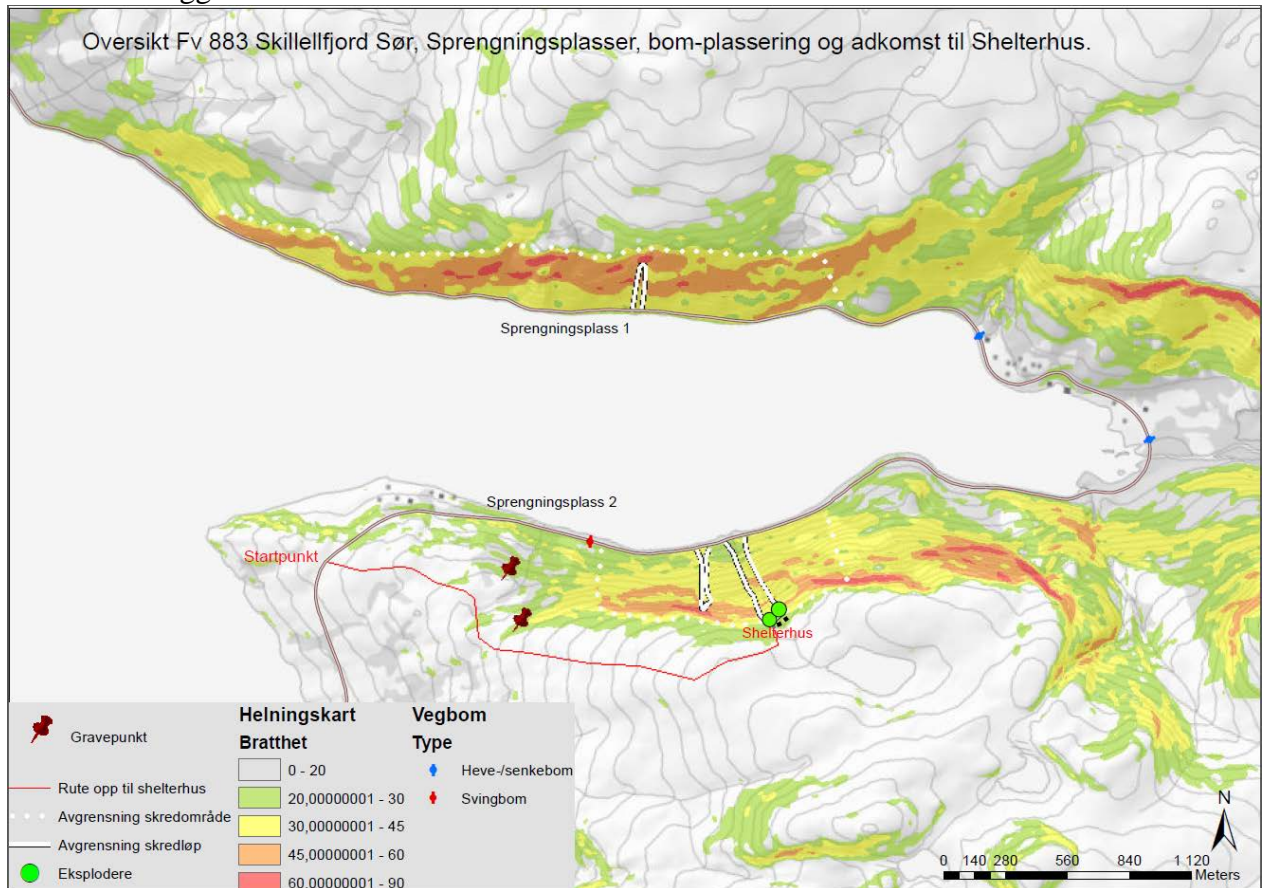
Når det skal utføres graving av snøprofil eller ved adkomst til shelterhuset benyttes kartet over. Det skal alltid tas forhåndsregler. Det vil si at vær og føreforhold vurderes i hvert enkelt tilfelle slik at den involverte ikke utsetter seg for unødig fare. Dersom sikten er begrenset skal GPS medbringes.

Ruten opp til shelterhuset befinner seg utenfor alt av skredterreng. Ruten på kartet er tenkt for ski/fot-transport. Dersom firhjuling eller scooter benyttes vil merket trasé fra byggefasen benyttes som adkomstveg. Denne går også utenom alt skredterreng.

Vedlegg 2

|                       |                      |      |
|-----------------------|----------------------|------|
| Loggføring:           |                      | Dato |
|                       |                      |      |
| Temperatur (SM4)      | Grader Celcius       |      |
| Vindstyrke (SM4)      | m/s                  |      |
| Vindretning (SM4)     | N,Ø,S,V              |      |
| Snødybde (SM4)        | cm                   |      |
| Snødybde Leirbotnvann | cm                   |      |
| Nedbør siste døgn     | mm                   |      |
| Nedbør i øyeblikket   | Ja/nei, Regn,<br>Snø |      |
| Vær Kommentar         | Fritekst             |      |
|                       |                      |      |
| Skred                 | Ja/nei               |      |
| Størrelse             | 1-5                  |      |
| Vått/Tørt             |                      |      |
|                       |                      |      |
| Faregrad på Varsom    | 1-5                  |      |
| Snøprofil             | Ja/nei               |      |
| Svakt lag             | Type                 |      |

Vedlegg 3



Oversiktskartet viser kjente skredløp på sørsiden av fjorden.

Sprengningsplass 1 er på avkjøringslomme vis á vis nedsprenningsanlegget. Her er det god oversikt til skredløpet og anlegget.

Sprengningsplass 2 er på avkjøringslomme like vest for bommen markert i kartet. Her er det skrå vinkel opp til skredløpet. Ikke like god oversikt som fra motsatt side av fjorden. Denne sprengningsplassen benyttes primært dersom forholdene tilsier at passering av skredområdet er for risikabelt.



## Prosedyre for bruk av taubane ved Fv. 50 Østerbø

Side 1 av 4

|                                    |                             |                                    |
|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Dokumentansvar:<br>Vegseksjon Sogn | Utarbeida av:<br>Jens Tveit | Godkjend av:                       |
| Utarbeida dato:<br>09.03.2017      | Versjon:<br>V1.2            | Leif Henning Øyre<br>Prosjektleder |

**1 Formål**

Prosedyra beskriv bruk og sikkerheitsrutiner for bruk av taubana ved Fv 50 Østerbø.

**2 Omfang**

Prosedyra med SJA skal følgast ved bruk av taubana ved Østerbø.

**3 Målgruppe**

Målgruppe er dei sprengingsansvarlige, byggherrepersonell, involverte entreprenørar.

**4 Sprengingsansvarlig**

Sprengingsansvarlig skal være en person som har fått opplæring i bruk av taubana. Sprengingsansvarleg skal ha godkjend sertifisering som teknisk sprengingskyndig eller bergsprengar. Sprengingsansvarlig skal peikast ut spesielt i kvart enkelt tilfelle. Sprengingsansvarlig er ansvarleg for loggføring og klargjering av taubana.

**5 Ansvar**

Statens Vegvesen er ansvarlig for bruk av taubana og skredfarevurderingar knytt til bruken. Alle involverte som deltar i ein aksjon pliktar å følgje dei ordar som blir gitt av sprengingsansvarleg.

Alle som deltek i ei sprenging pliktar å opplyse snarast over ope samband om det blir oppdaga ferdsel inn i et definert sprengingsområde.

**Sprengladning skal då køyrast ut av losneområde for snøskred.**

**6 Generelt**

Formålet med bana er å utløyse snøskred ved hjelp av sprengstoff for å sikra trafikantane på fv 50 Hol – Aurland mot snøskred ved Østerbø. Bana er montert av Igland a/s, og plassering av bana er i samsvar med NGI si vurdering.

- 6.1 Sprenging bør gjennomførast når det har bygd seg opp skredfare i området. Inntil vidare erfaringar er samla, blir sprenging anbefalt utført etter følgjande kriteriar:
- 40 mm nedbør i løpet av siste 3 døgn, samtidig med vind frå SØ-SV av bris styrke eller svakare.
  - 20 mm nedbør i løpet av siste 3 døgn, samtidig med vind frå SØ-SV av kuling styrke eller sterkare, og som har vart meir enn eit døgn.
  - 75 mm nedbør etter siste sprenging frå øvrige vindretningar eller vindstille.
  - Ved sterk stigning av temperaturen aukar faren for skred.
- 6.2 Det tilrådd å sprengja i posisjon 2 først. Om det er naudsynt bør det sprengast i posisjon 1, 3 og 4. Sjå vedlagt kart og bilete.
- 6.3 Bana skal kontrollerast og prøvekyrast før vintersesongen og minimum 1 gong pr. måned i vintersesongen. Bana skal alltid prøvekyrast umiddelbart før sprenginga.
- 6.4 Bana skal ikkje brukast dersom torevêr kan registrerast i området.
- 6.5 Sprenging skal berre utførast i dagslys.
- 6.6 Instruks i kontrakta: «D2-ID9400a Skred» skal følgast.
- 6.7 Alle feil og manglar skal rapporterast til byggherre snarast.

## **7 Sprenging med taubana**

- 7.1 Det skal utførast ei SJA for kvar gong taubana nyttast (vedlagt prosedyra).
- 7.2 Kraftselskap skal kontaktast for å sikre at det ikkje vert straumutkopling under aksjonen.
- 7.3 VTS skal kontaktast før stenging av veg, og etter opning av veg.
- 7.4 Trafikken skal stoppast ved Nesbøtunnelen, og ved avkøyringa til Østerbø Fjellstove. Det skal vere vakt på desse plassane. Begge vaktene skal ha ope samband med
-

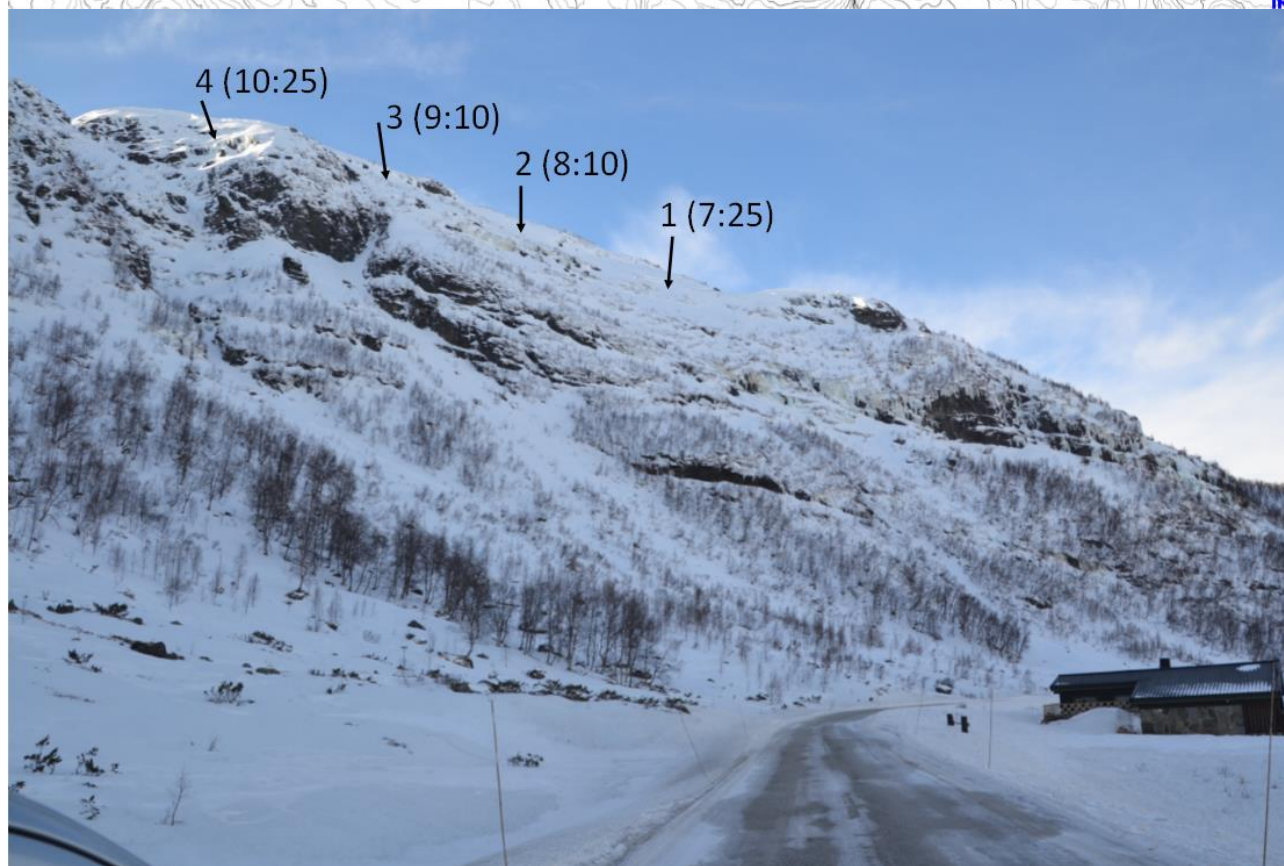
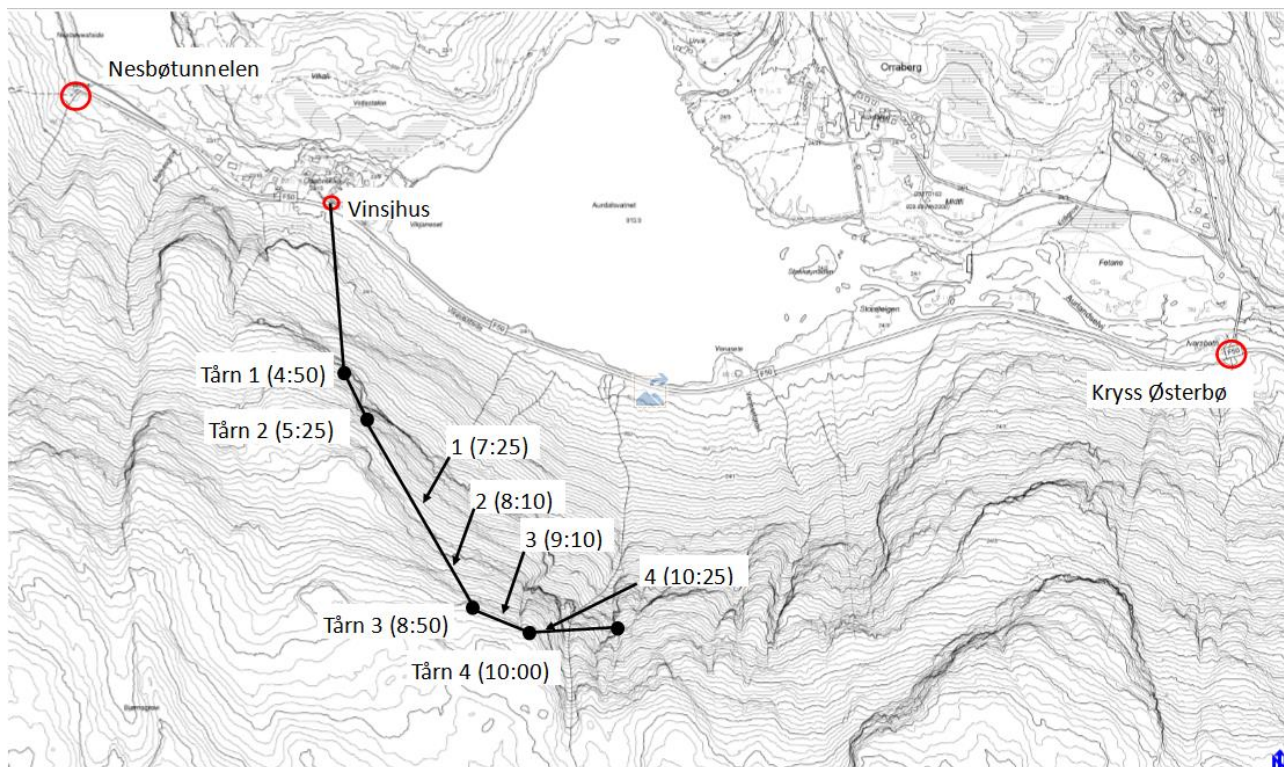


sprengingsansvarleg/skytebas. Vegen skal stengjast før sprengstoffet vert festa til løpekatten, og må også haldast stengt under utkøyring og sprenging

Sprengingsansvarleg/skytebas skal ha god oversikt over vegen og fjellsida under utkøyring av sprengstoffet. Vinsjføraren skal opphalde seg ved vinsjhuset under utkøyring av sprengstoffet, og ha kontakt med sprengingsansvarleg/skytebas.

Alt anna personell skal opphalde seg ved vinsjhuset, eller ved dei stadene trafikken blir stoppa.

- 7.5 Før prøvekøyring må vaier strammast opp om lag 2 meter.
  - 7.6 Ved sprenging vert det brukt inntil 12 kg sprengstoff, og sprengstoffet skal festast til løpekatten med eit minimum 3 m langt armeringsjern.
  - 7.7 Sprengstoffet skal detonerast med fenghette og tjærelunte. Lunta skal ha ei minimum brenntid på 7 min., og den skal tennast umiddelbart før utkøyring av sprengstoffet. Brennhastigheita til lunta skal kontrollerast før sprenging.
  - 7.8 Ved eventuell blindgengar:
    - Vent i 30 min.
    - Køyr ladninga ned til vegen
    - Legg ny ladning ved sida av den gamle
    - Køyr ladninga til ønska posisjon
  - 7.9 Ved avslutning av arbeidet setjast løpekatten i nedre posisjon. Strammevaier må slakkast att etter bruk.
  - 7.10 Det skal førast loggbok for kvar sprenging. Her skal det mellom anna gå fram kva for vindretning, vindstyrke og nedbørsmengde ein hadde før sprenging. Også mengde sprengstoff skal førast i loggen. Logg og SJA førast på same ark (vedlagt).
-





## Logg

## Statens vegvesen

|                      |  |
|----------------------|--|
| Dato:                |  |
| Sprengingsansvarleg: |  |
| Medverkande:         |  |

## Verforhold

|            |    |        | siste døgn  | siste 3 døgn |
|------------|----|--------|-------------|--------------|
| Skydekke   | %  | Nedbør |             |              |
|            |    |        | vindretning | vindstyrke   |
| Temperatur | °C | Vind   |             | m/s          |

## Logg frå sprenging

## Posisjon 1

| Tidspunkt   |    | Ladning | kg | Skred | JA | NEI |
|-------------|----|---------|----|-------|----|-----|
| Skred i veg | JA | NEI     |    |       |    |     |

## Posisjon 2

| Tidspunkt   |    | Ladning | kg | Skred | JA | NEI |
|-------------|----|---------|----|-------|----|-----|
| Skred i veg | JA | NEI     |    |       |    |     |

## Posisjon 3

| Tidspunkt   |    | Ladning | kg | Skred | JA | NEI |
|-------------|----|---------|----|-------|----|-----|
| Skred i veg | JA | NEI     |    |       |    |     |

## Posisjon 4

| Tidspunkt   |    | Ladning | kg | Skred | JA | NEI |
|-------------|----|---------|----|-------|----|-----|
| Skred i veg | JA | NEI     |    |       |    |     |

## Kommentar

---



---



---



---

## Signatur

---



## Statens vegvesen

Alle sjekkpunkt skal kvitterast med JA. Viss ikkje, skal ikkje sprenging utførast!

| Sjekkpunkt                         | JA | NEI |
|------------------------------------|----|-----|
| Er det utpekt sprengingsansvarleg? |    |     |
| Er det ope samband?                |    |     |
| Er området tomt for folk?          |    |     |
| Er faren for torevær vurdert?      |    |     |
| Er nettselskap kontakta?           |    |     |
| Er vegen stengt og VTS kontakta?   |    |     |
| Er taubana testkøyr?               |    |     |

### Kort skredfarevurdering

---

---

---

---

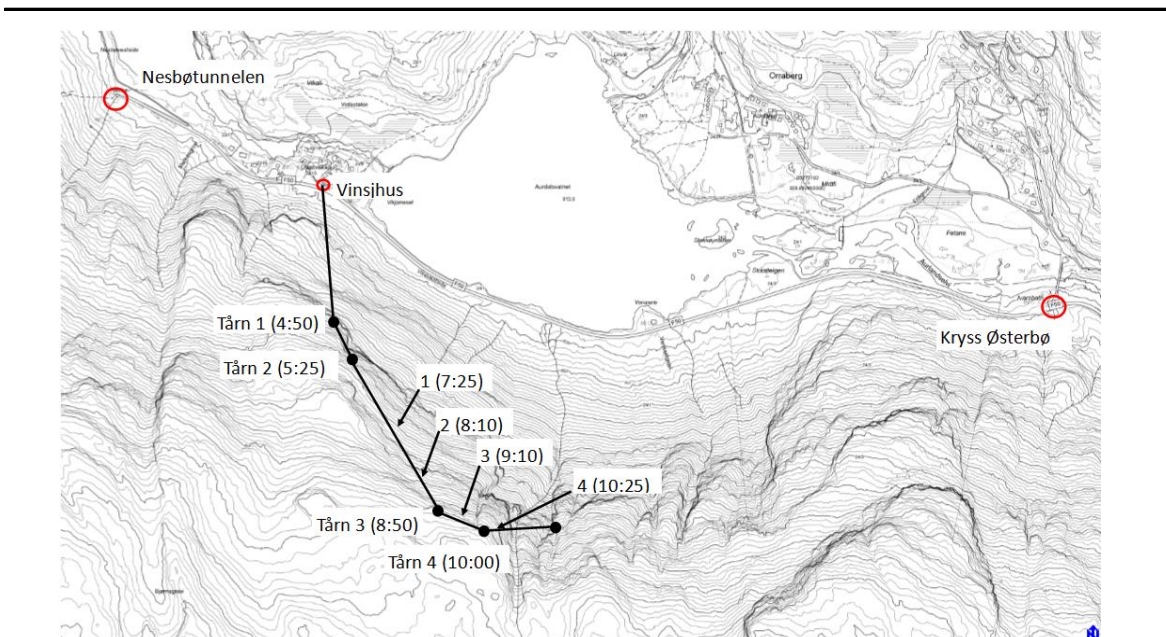
---

---

---

---

### Signatur





## Prosedyre for bruk av DaisyBell i Statens vegvesen

Side 1 av 2

|   |                                   |   |
|---|-----------------------------------|---|
| Dokumentansvar:<br>Geo- og skredseksjonen i Region vest | Utarbeidet av:<br>Njål Farestveit | Godkjent av:<br><br>Stein Olav Njøs - seksjonsleder |
| Utarbeidet dato:<br>30.11.2015                          | Versjon:<br>V1                    |   |

## 1 Formål

Prosedyren beskriver fremgangsmåte og sikkerhetsrutiner for bruk av DaisyBell i Statens vegvesen.

## 2 Omfang

Prosedyren med tilhørende SJA skal følges ved bruk av DaisyBell i Statens vegvesen.

## 3 Målgruppe

Prosedyrens målgruppe er de sprengningsansvarlige, byggherrepersonell, involverte entreprenører og helikoptermannskap.

## 4 Sprengningsansvarlig

Sprengningsansvarlig skal være en person som har fått opplæring i bruk av DaisyBell. I tillegg skal sprengningsansvarlig ha kompetanse til å vurdere snøskredfare. Sprengningsansvarlig skal utpekes spesielt i hvert enkelt tilfelle. Sprengningsansvarlig skal gi råd til byggherre om en veg kan åpnes eller ikke etter sprengning. Sprengningsansvarlig er ansvarlig for loggføring (Pkt. 10.1 i manualen) og klargjøring (sjekkliste i manualens pkt. 4.7) av DaisyBell i henhold til brukermanualen.

## 5 Ansvar

Statens Vegvesen er ansvarlig for bruk av DaisyBell og skredfarevurderinger tilknyttet bruken. Helikopterpilot og lastemenn som deltar i bruk av DaisyBell plikter å følge de ordrer som blir gitt av sprengningsansvarlig. Det er helikopterpilot som er ansvarlig for selve flygingen med DaisyBell (flyging med underhengende last). Et eksempel på at piloten må ta eget ansvar kan være at lasten skal droppes over sikkert område, ved for eksempel brann. Entreprenører som deltar i en aksjon plikter å følge de ordrer som blir gitt av sprengningsansvarlig.

Alle som deltar i en sprengning plikter å opplyse umiddelbart over åpent samband dersom det oppdages ferdsel inn i et definert sprengningsområde. Sprengning skal da umiddelbart opphøre.



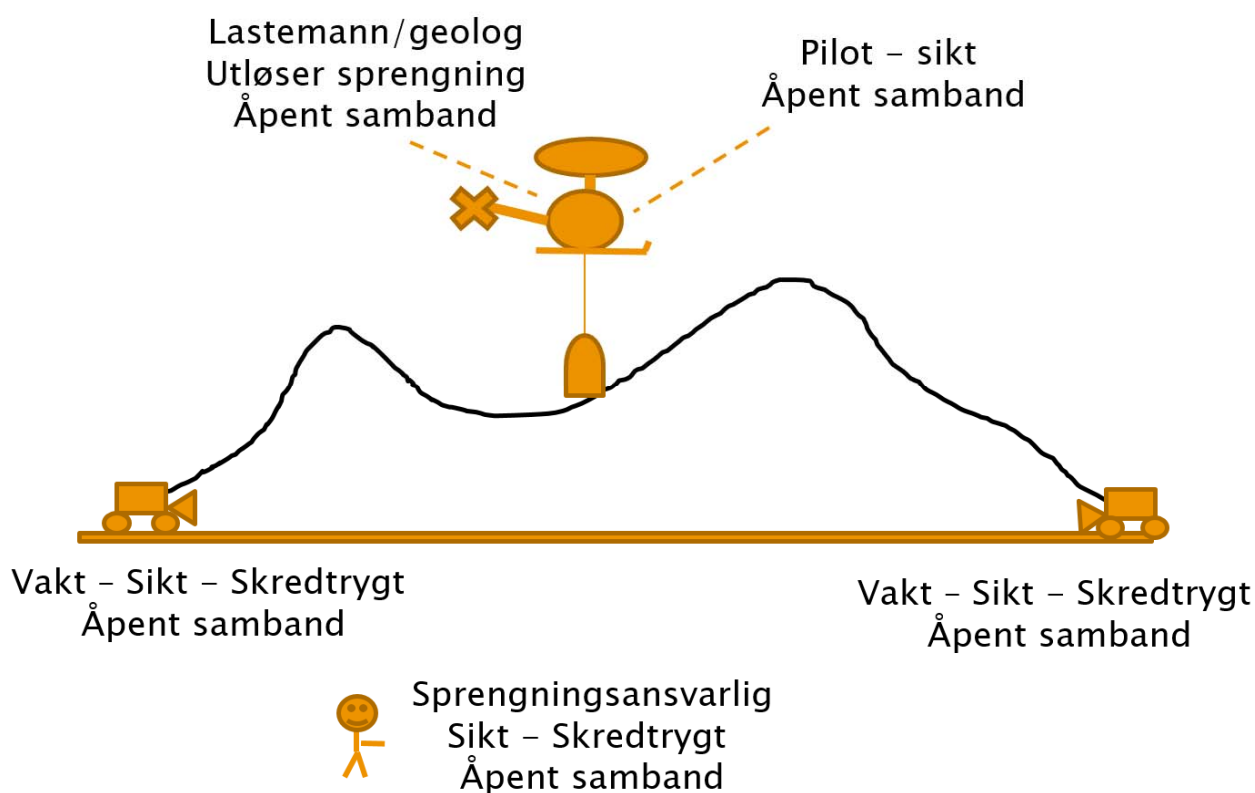
## 6 Sprengning med DaisyBell

- Det skal utføres en SJA for hvert område hvor DaisyBell skal benyttes (vedlagt prosedyren).
- Vegen skal alltid være stengt med fysisk vakt i hver ende av det definerte området som kan være skredutsatt (ofte entreprenør).
- Skredfare i området hvor vakt er utplassert skal vurderes spesielt.
- Skredfare mot infrastruktur skal vurderes spesielt (bebyggelse, kraftlinjer etc.).
- Skredfare i forbindelse med fjernutløsning skal vurderes spesielt.
- Det skal benyttes åpent samband mellom begge vakter, helikopter og sprengningsansvarlig.
- Åpning av vegen skal vurderes spesielt.

Nedenfor er det vist en prinsippskisse for sprengning med DaisyBell. Lokale forhold må tilpasses i Sikker jobb analyse. For eksempel kan det være hensiktsmessig at sprengningsansvarlig sitter i helikopteret. I *Sikker jobb analyse DaisyBell* er det gitt en sjekkliste som sprengningsansvarlig skal svare ut i hvert enkelt område. Sprengning kan bare utføres dersom alle punkter svares ut med JA.

Tabell 1. Sjekkliste for sprengning med DaisyBell.

| Sjekkpunkter:   | JA | NEI |
|---|----|-----|
| Er det utpekt sprengningsansvarlig?                                     |    |     |
| Er det åpent samband mellom sprengningsansvarlig, vakter og helikopter? |    |     |
| Er skredfare i området hvor vakt er utplassert vurdert?                 |    |     |
| Er skredfare mot infrastruktur vurdert (bebyggelse, kraftlinjer etc.)?  |    |     |
| Er skredfare i forbindelse med fjernutløsning vurdert?                  |    |     |
| Er definert sprengningsområde tomt for folk/ferdsel?                    |    |     |

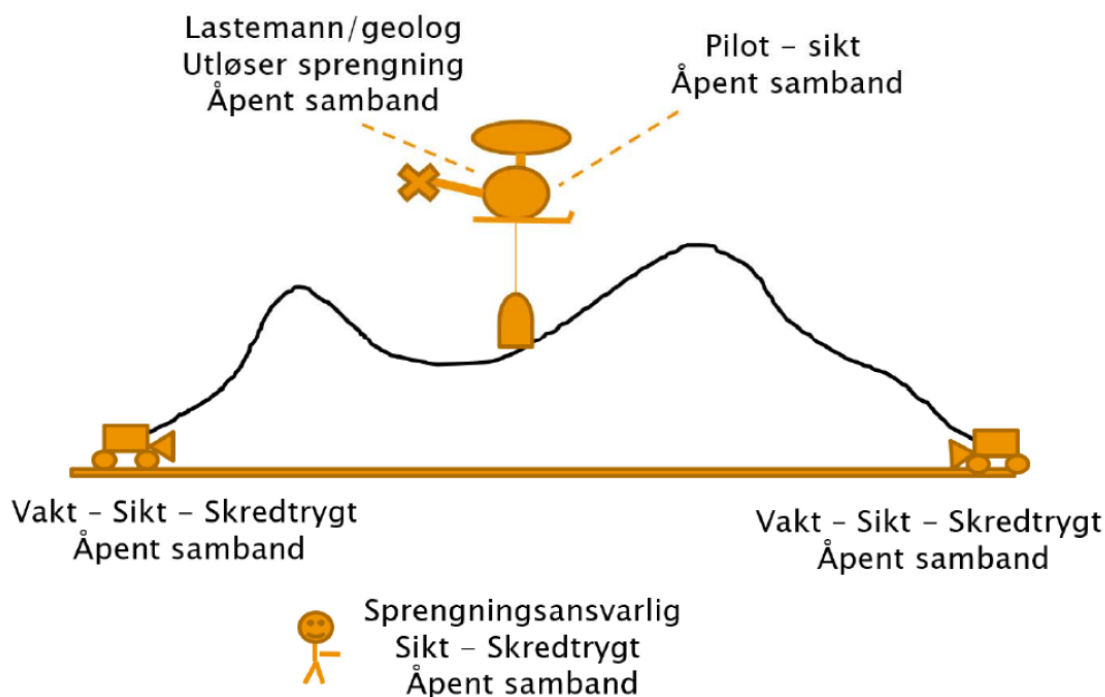


## 7 Vedlegg

1. Mal for Sikker jobb analyse DaisyBell (SJA).

## Sikker-jobb-analyse sprengning med DaisyBell

Nedenfor er det vist en prinsippsskisse for sprengning med DaisyBell. Dags aktuelle forhold må tilpasses i denne Sikker jobb analysen. Dersom sjekkpunktlisten under ikke kvitteres ut med JA på alle punkt skal en sprengning ikke utføres. Skredfarevurdering og eventuelle begrunnelser på side 2 skal fylles ut. Det vises for øvrig til PROSEDYRE FOR SPRENGING MED DAISYBELL.



| Sjekkpunkter:  | Ja | Nei | Kommentar |
|--|----|-----|-----------|
| Er det utpekt sprengningsansvarlig?  |    |     |           |
| Er sprengingsområde vurdert og definert (ulløsningsområde og potensielle utløpsområder)?                                 |    |     |           |
| Er stengingsområde vurdert og definert (nødvendig sikkerhetsområde)?   |    |     |           |
| Er definert sprengingsområde og stengingsområde tomt for folk/ferdsel (friluftaktiviteter, ski, skuter, hundespann etc)? |    |     |           |
| Er skredfare mot infrastruktur vurdert (bebyggelse, kraftlinjer etc.)?   |    |     |           |
| Er eventuelle beboere og aktører (turisme m.m) i stengingsområdet informert om sprengning (hvis ikke begrunnelse)?       |    |     |           |
| Er vegen fysisk stengt med vakt i hver ende av definerte stengingsområde?  |    |     |           |
| Er det åpent samband mellom sprengningsansvarlig og vakter?  |    |     |           |
| Er skredfare i området hvor vakt er utplassert vurdert?  |    |     |           |
| Er skredfare i forbindelse med fjernutløsning vurdert?   |    |     |           |

Sted/dato: \_\_\_\_\_

Signatur sprengningsansvarlig: \_\_\_\_\_

**SKREDFAREVURDERING OG BEGRUNNELSER:**



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen

Tlf:  
[firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

ISSN: 1893-1162

[vegvesen.no](http://vegvesen.no)

**Trygt fram sammen**