

Sikring av vegar mot isras



Statens vegvesen
Hordaland

Statens vegvesen
Sogn og Fjordane



Sikring **av vegar** **mot isras**

Vegdirektoratets Bibliotek

bnr: 13493

0000134933140



Samandrag og konklusjonar

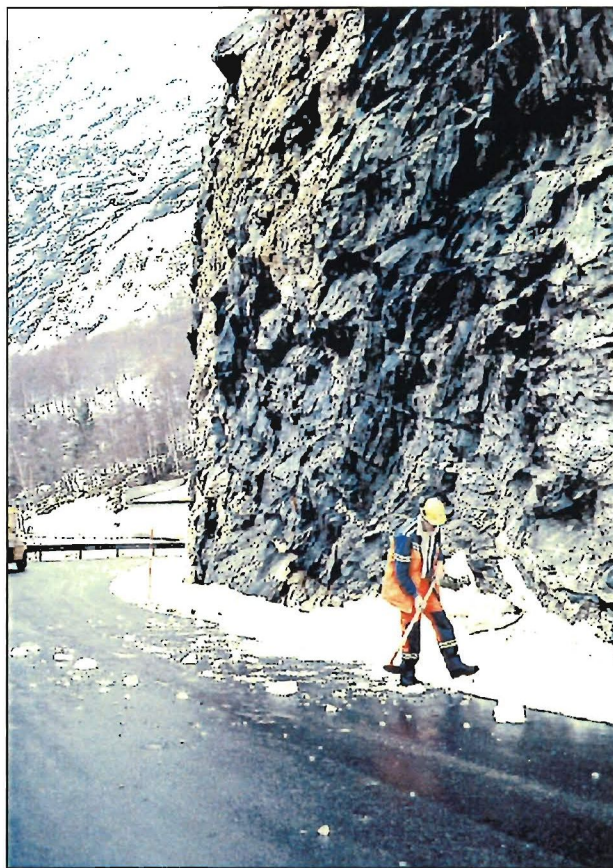
Målsettinga med rapporten har vore å samle inn røynslar og rutiner for drift av vegar som er utsett for nedfall av is. Dette for å kunne gje ein oversikt over naturtilhøve som fører til isras og iskjøving og for å utarbeide framlegg til utføring av sikringstiltak. Rapporten gjev og innspel i samband med planlegging av nye vegar.



Isras er isblokker eller iskjøvingar som fell ned i vegbana. Det meste av vatnet som dannar iskjøvingar er sigevatn som renn i lausmassane nær fjell-overflata og som vert pressa fram i dagsona på svaberg eller i fjellskjeringar. Kritisk helling på svaberg for å få utrasing av is synest å vere kring 30-40°. Samanlikna med andre rastyper har isras korte utløp på horisontale flater, oftast mellom 3-6 m, og sjeldan meir enn 10-15m.

Arbeidet med rassikringsplanane for dei tre nordlegaste vestlandsfylka har synt at isras skaper store vanskar for drifta av vegane om vinteren. Særleg utsette område er tunnelmunningar. Omlag 30 % av alle registrerte område der nedfall av is medfører store vanskar er i eller nær tunnelmunningar.

Andre vegparti der isen gjev trafikkfarlege situasjonar er område med dårleg sikttilhøve og område der trafikantane oppheld seg i lenger tid, til dømes busshaldeplassar og gangvegar. Israsa fører ofte til at vegane vert delvis og stundom heilt stengd. Isras kan og føre til alvorlege ulukker. Den mest utsette gruppa er vedlikehaldsmannskapa.



Ved planlegging av nye vegar er det viktig at ein kartlegg avrenninga frå fjellsidene ovanfor vegen. Spesielt viktig er det å registrere område som har

vassjuk jord sjølv etter lange tørkeperiodar. Det er og viktig å kartlegge terrengformasjonar/søkk i terrenget der vegetasjonen tyder på at det i periodar kan vere transport av vatn fram til fjellskjeringsane. Store vassførande sprekker i fjellet kan og gje

store iskjøvingar dersom sprekkene ligg nær parallelt med fjellsida.

Sikring av vegane kan utførast etter fleire ulike prinsipp. Dei viktigaste er:

1. Å føre vatnet frostfritt forbi vego området ved å sprengje ut terrenggrøfter ovanfor vegen eller ved å forbetre kanaliseringa i eksisterande drensløp,
2. Å hindre at isen som kjøver på svaberg eller i fjellskjeringsar løsnar og rasar ned i vegen. Dette kan gjerast ved å montere issikringsnett på bratte svaberg og i fjellskjeringsar, eller ved å sette opp støtteforbyggingar på svaberg
3. Å hindre at isras når fram til vegen ved å byggje breie vegggrøfter, fangvollar eller ved å sette opp fanggjerdar ovanfor vegen.

KONKLUSJONAR

Kort kan vi summere opp dei viktigaste sikringsmetodane:

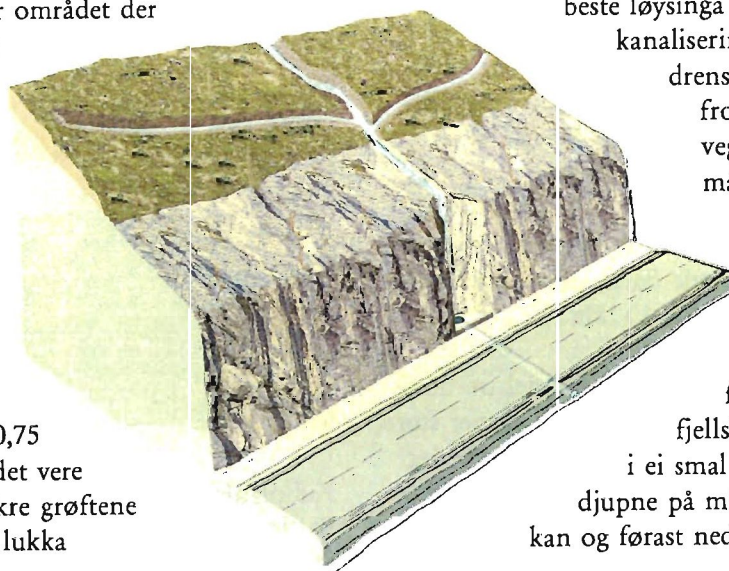
- Terrenggrøfter og kanalisering av drensveggar

Ei terrenggrøft vert bygd nær parallelt med vegen for å avskjere mest mogleg av sigevatnet. Grøfta må plasserast nedanfor området der vatnet vert magasinert om vinteren. Ein får best effekt av grøftene dersom det vert grave heilt ned til fjelloverflata for å avskjere mest mogleg av sigevatnet i lausmassene. Grøftene bør vere smale og ha ei djupne på minimum 0,75 m. I nokre høve kan det vere naudsynt å erosjonssikre grøftene eller å utføre dei som lukka drensgrøfter.

Der det er mogleg å byggje drensgrøfter er det truleg den beste og rimlegaste sikringa mot isras.

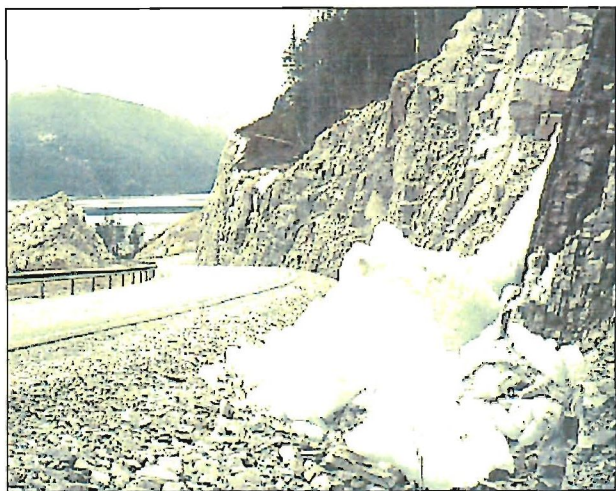
Terrenggrøfter har best verknad der djupna til fjell er moderat. Terrenggrøfter er til liten nytte der ein stor del av vatnet som fører til iskjøving er vatn som kjem frå sprekker i fjellet.

Dersom iskjøvinga kjem frå konsentrerte drensveggar t.d. søkk i terrenget - vil den beste løysinga oftast vere å forbetre kanaliseringa i den naturlege drensveggen og føre vatnet frostfritt gjennom vegen. Kanaliseringa må starte ovanfor der isen dannar seg, og må utformast som ei smal og djup grøft. Vatnet vert vidare førd frå toppen av fjellskjeringsa til vegggrøfta i ei smal utspregd renne med djupne på minimum 2 m. Vatnet kan og førast ned i røyr eller i renner.



- Breie veggrøfter

Isras som losnar frå ei tilnærma vertikal skjering har moderate utløpslengder. Røynsler viser at for fjellskjeringar opp til 10 m høgde er det tilstrekke-



leg med 3 m breie veggrøfter for å fange opp dei fleste rasa. For høgare skjeringar er det ynskjeleg å auke grøftebreidda opp til 5 m. Desse krava er i samsvar med vegnormalane sine krav til utforming av skjeringar i område utsett for nedfall av stein.

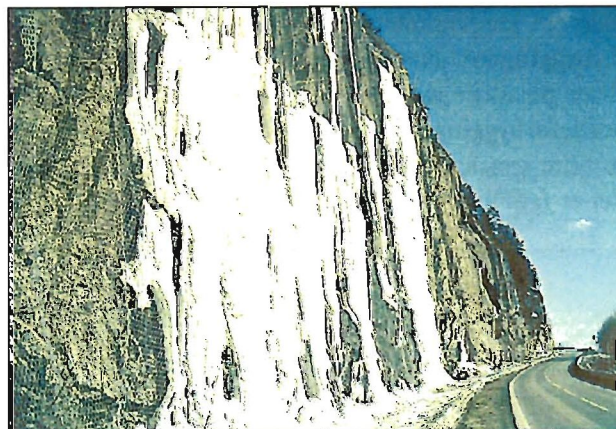
Omsynet til trafikktryggleiken krev at grøftene helst bør utformast som opne og grunne grøfter med slake skråningar. Ei slik utforming kan gje auka tendens til iskjøving i grøftene og fram i vegen. I område med vintervassføring i grøftene vert det difor tilrådd at grøftene skal ha ei smal og omlag 25 cm djup renne for å redusere tendensen til iskjøving.

Breie grøfter har fleire positive verknader i tillegg til auka tryggleik mot isras. Bruken av desse er difor mest eigna der ein samstundes også ynskjer å oppnå:

- auka tryggleik mot steinsprang
- betre lagringsplass for utbrøyta snø
- auka tryggleik i tilfelle utkøyringar
- betre sikttilhøve i kurver og i kryss

- Issikringsnett

Issikringsnett vert brukt for å armere isen og binde den til fjellet slik at den ikkje rasar ut under smelteperiodar. Som issikringsnett vert det brukt eit sekskantnett verna mot korrosjon med galvanisering og eit plastbelegg av PVC. Boltar og nett er mest utsett for skadar når dei står i stadig kontakt med vatn, ved steinsprang, og i samband med snøbrøyting og grøfterensk. Alle fjellskjeringar bør difor renskast og sikrast med boltar før netta vert sett opp.



Netta bør forankrast 1-2 m ovanfor frostsone - som er det området der isdanninga startar. I øvre ende vert nettet bretta og forsterka med ein wire tredd gjennom nettet og bretten. Wiren vert vidare festa til fjellet med minimum 25 cm lange og 19 mm tjukke augeboltar.

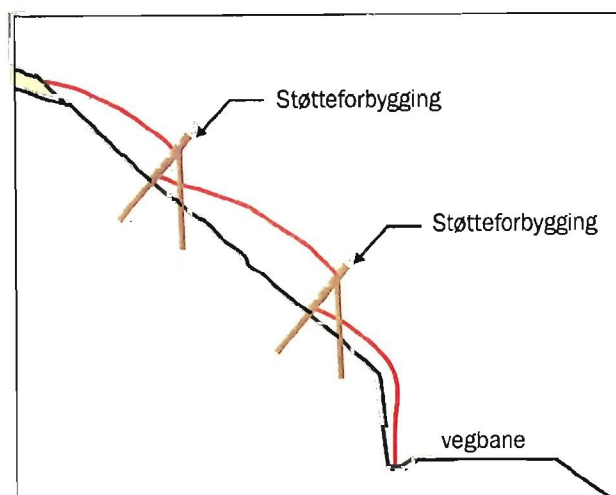
Netta bør monterast i ein avstand mellom 20 og 30 cm frå fjellveggen for å få ein god armeringseffekt. Netta vert til vanleg festa med 60 cm lange boltar med diameter 16 mm. Der det er dårleg fjell eller der ein må bruke lenger avstand for å få ei jamn flate på netta, bør ein auke lengda på boltane til 80 eller 120 cm. Det er elles viktig at netta ikkje vert liggjande nær inntil fjellet over skjeringkanten eller over utstikkande parti. Slike stadar bør talet på boltar aukast utover det normale, som er 0,3-0,4 boltar pr. m². Alternativt kan ein halde nettet ut frå fjellveggen over konvekse parti med til dømes rundtømer.

Netta bør avsluttast omlag 2 m over vegbana. Ved avslutninga av nettet må enden brettast inn mot fjellveggen for å hindre at trådar stikk ut. Dette både av omsyn til den visuelle sida og tryggleiken til trafikantane. Nettet vert festa til fjellet med wire og avstandsboltar.

Issikringsnett har vist seg å ha best resultat i fjellskjeringar med grøftebreidde 1-3 m, og særleg ved fjellskjeringar høgare enn 10 m. Netta har og god effekt på bratte svaberg, men ein bør vise varsemd med å bruka dei ved slakare hellingar enn 60° (1,7:1).

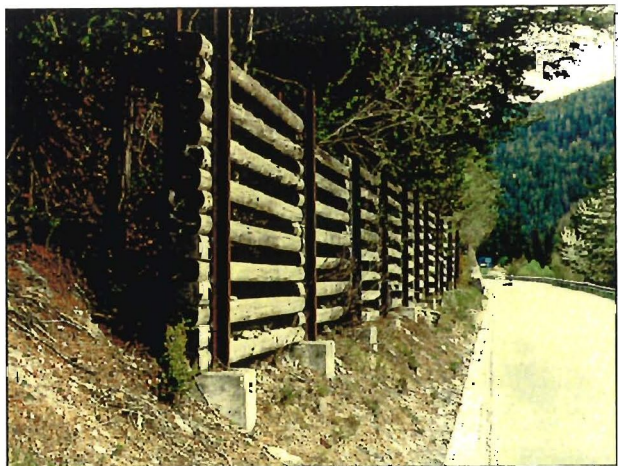
- Støtteforbyggingar

Støtteforbyggingar vert montert på svaberg slakare enn 60° for å hindre at iskjøvingar losnar i mildversperiodar. Tiltaka er effektive for å binde isen, men ein kan framleis få iskjøvingar på nedsida av forbyggingane. Forbyggingane vert difor sett opp i fleire parallelle rader med omlag 10 m avstand. Støtteforbyggingane er også effektive for å hindre mindre snøskred. Dei er såleis mest aktuelle der det er fare for nedfall av både is og snø.



- Fanggjerdje

For å fange opp isras kan ein montere fanggjerdje ovanfor vegen. Mest brukt til å fange isras er vanlege steinsprangnett som har god effekt både mot nedfall av is



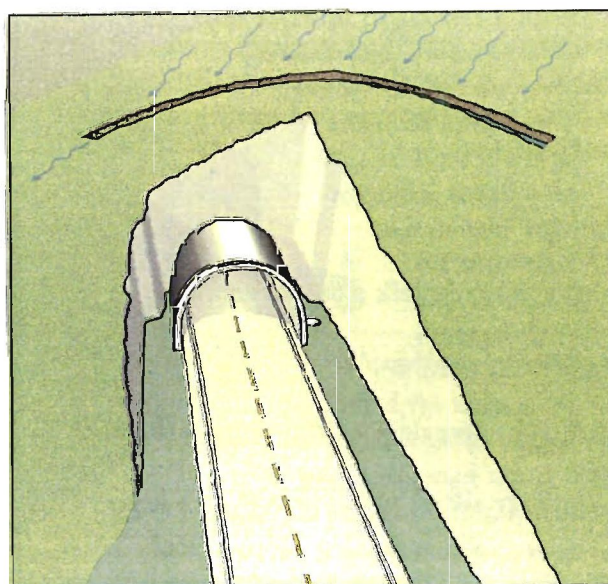
og stein. Dersom ein ynskjer å fange opp israsa nær vegen kan stive fanggjerdje av tre også vere aktuelle.

- Sikring av tunnelmunningar

Tunnelmunningane har vist seg å vere særleg utsett for isras. Munningane har ofte også vanskelege køyretilhøve grunna lyssituasjonen og glatt vegbane. Is som fell ned i vegbana eller som kjøver inn i vegen nær tunnelmunning kan difor lett verte årsak til alvorlege ulukker.



Ved planlegging av nye tunnelar eller ved utbetring av eksisterande er det viktig å føre vatn som drenerer inn mot munningen over tunneltaket eller portalen. Forskjeringane bør utførast med grøftebreidde tilsvarande fjellskjeringar utsett for steinsprang. Den breie grøfta bør sprengjast minimum 3 m forbi enden av portalen for å gje rom til å fange opp sigevatn og plassering av kum bak portalen. Grøftene i forskjeringa bør vidare ha ei smal og djup renne for å leie vintervassføringa i skjeringa frostfritt fram til næraste stikkrenne.



SIKRING AV VEGAR MOT ISRAS

Rapporten er utført som eit samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen i Hordaland og Sogn og Fjordane.

Rapporten er utarbeidd av dr. ing Harald Norem, i nært samarbeid med oppdragsgjevarane.

Utforming og samansetting:

- Willy Karlsen, Statens vegvesen Hordaland

Foto - PhotoShop 4.0, figurer delvis i Corel Draw 7.0 og delvis i PhotoShop 4.0, ombrekking, tekst, bilder og skisser i Pagemaker 6.5. Tekst opphavelig skrevet i Word 7.0.

Skrifttyper:

- Garamond og Franklin Gothic.

Foto:

- Arnfinn Ansok
fig. 19, 27, 45, 46, 58.

- Bente Bjotveit
fig. 11.

- Emil Gyøri
fig. 30.

- Tom Haugland
fig. 24.

- Arnold Hustad
s.6.1, fig. 51.

- Harald Norem
s.3.1, s.3.2, s.5.1, s 5.2, fig. 1, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 25, 31, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 47, 55, 56, 57, 59.

- Ingbjørn Steen
fig. 7, 9, 50, 53, framsidebilde.

-Lars Øyre
s.6.2.

- Willy Karlsen
fig. 54.

Skisser (bearbeidd):

- Willy Karlsen
s.4, 5, 6, fig 2, 3, 4, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 28, 29, 33, 34, 35, 42, 43, 44, 48, 49, 60.

Kopiert og innbundet:

- Canon 700 CLC
- Kopesentralen, Statens vegvesen Hordaland

Rapporten er produsert i
250 eksemplar. (januar 1998)

Sikring av vegar mot isras

- **Årsaker til Isras**
- **Samling av erfaringar**
- **Utføring av sikringstiltak**

Statens vegvesen Hordaland
Statens vegvesen Sogn og Fjordane

januar 1998

Bakgrunn og målsetting

Statens vegvesen i Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre og Romsdal utarbeidde i åra 1995-1997 rassikringsplanar for riks- og fylkesvegane. Planane dekkjer alle typer ras som kan stengje vegar; snøskred, sørpeskred, steinsprang, flomras og isras.

I samband med dette arbeidet er det registrert ei rekkje rasutsette vegstrekningar der nedfall av is på vegen er den viktigaste rastypen. I dei fleste høve er det is som losnar frå fjellskjeringane som utgjer det største problemet, men større isras som losnar høgt oppe i fjellsidene er også eit alvorleg trugsmål mot framkomst og tryggleik for fleire av vegane.

Dei siste åra har ein investert til dels store summar i sikring mot isras ved å montere sikringsnett i fjellskjeringane og ved å sprengje ut breie grøfter. Røynslene frå arbeidet med rassikringsplanane viser at det kan vere store skilnader frå fylke til fylke korleis sikringa vert utført, og det er og store variasjonar i kostnader for dei ulike sikringstiltaka.

Med bakgrunn i desse røynslene har Statens vegvesen i Hordaland og Sogn og Fjordane utarbeidd ein rapport der målsettinga har vore å samle inn røynsler og rutiner for å:

- dokumentere problemet med isras.
- gje ein oversikt over naturtilhøve som fører til iskjøving og isras.
- utarbeide framlegg til utføring av sikringstiltak.

Rapporten er utarbeidd av dr. ing Harald Norem, i nært samarbeid med ei styringsgruppe nedsett av Statens vegvesen:

Overingeniør Arnfinn Ansok, Hordaland
(leiar)

Avdelingsingeniør Guro Marie Gran, Sogn
og Fjordane

Overingeniør Svein Helge Frækaland, Sogn
og Fjordane

Oppsynsmann Arnold Hustad, Møre og
Romsdal

Utanom arbeidet i styringsgruppa vart det vinteren 1997 halde 2 større samlingar - på Voss og i Loen. Føremålet var å samle inn røynsler for handsaminga av iskjøving og isras langs vegane på Vestlandet og å drøfte dei ulike sikringsmetodane som idag er i bruk. Dessutan vart idear om nye sikringsmetodar diskutert.

I tillegg til desse samlingane har Norem synfare vegar i Møre og Romsdal, Telemark og Troms, og utveksla røynsler med tilsette i desse fylka. Utkast til rapport har vore ute på høyring til dei som var med på samlingane/synfaringane, og til andre som har kunnskap og tilknytning til arbeidsfeltet.

Styringsgruppa vil nytte høvet til å takke dei tilsette i Statens vegvesen for den interesse dei har vist, og for alle ideane som har kome fram under diskusjonane og i høyringsrunden.

Innhald

Samandrag og konklusjonar	3	2.2	Terrenggrøfter og nedføringsrenner	31	
Bakgrunn og målsetting	8	2.2.1	Føremålet med terrenggrøfter	31	
Innleiling	10	2.2.2	Plassering og utforming av grøftene	32	
1. Omfang og årsaker	11	2.2.3	Kanalisering av vatnet i naturlege drensvegar	34	
1.1	Omfanget av isras på vegnettet .	11	2.2.4	Nedføringsrenner	35
1.1.1	Registrering av områder med isras på vestlandsvegane	11	2.3	Utforming av breie veggrøfter ..	37
1.1.2	Problem knytt til is- og isras	13	2.3.1	Val av grøftebreidde	37
1.1.3	Vegstrekingar der isen skaper særlege tryggleiksproblem	15	2.3.2	Utforming av grøftene	38
1.2	Naturtilhøve som har innverknad på isproblema	19	2.3.3	Eigna område for breie grøfter	40
1.2.1	Vilkår for å få isras	19	2.3.4	Utforming av fjellskjeringane	40
1.2.2	Vintervassføring	19	2.4	Issikringsnett	40
1.2.3	Klimatiske tilhøve	21	2.4.1	Bruksområde og konstruksjon	40
1.2.4	Topografiske og geologiske tilhøve	23	2.4.2	Dimensjonerande laster og vedlikehald	42
1.2.5	Rastyper	23	2.4.3	Montering	44
1.2.6	Kritisk rasvinkel og utløpslengde .	26	2.4.4	Eigna område for bruk av nett	48
2. Aktuelle sikringsmetodar	29	2.5	Støtteforbyggingar	48	
2.1	Generelt om sikring mot isras ...	29	2.5.1	Bruksområde	48
2.1.1	Planlegging av sikringstiltak	29	2.5.2	Konstruksjon og dimensjonering .	49
2.1.2	Prinsipp for sikring av vegar mot isras	31	2.5.3	Eigna område for støtteforbyggingar	50
		2.6	Fanggjerder	51	
		2.6.1	Bruksområde	51	
		2.6.2	Konstruksjon og dimensjonering .	51	
		2.7	Mindre brukte sikringsmetodar	53	
		2.7.1	Montering av boltar	53	
		2.7.2	Fangvollar og fangmurar	54	
		2.8	Sikring av tunnelmunningar	55	
		2.8.1	Årsaker til iskjøving i tunnelmunningane	55	
		2.8.2	Sikring	56	
			Litteratur	59	

Innleiing

Isras er isblokker eller iskjøvingar som fell ned i vegbana. Storleiken kan variere frå nokre få liter og opp til kubikkmeter størrelse. Dei fleste israsa er små, og fører som oftast til at berre delar av vegbana vert stengd for trafikk. Rasa kan også ha så stor tyngde og fart at dei er livstruande. Ofte treng ein spesialmaskiner for å rydde vegen. Fjerning av is frå fjellskjeringane og vegbana utgjør for fleire strekningar ein betydeleg del av kostnadene med vintervedlikehaldet.

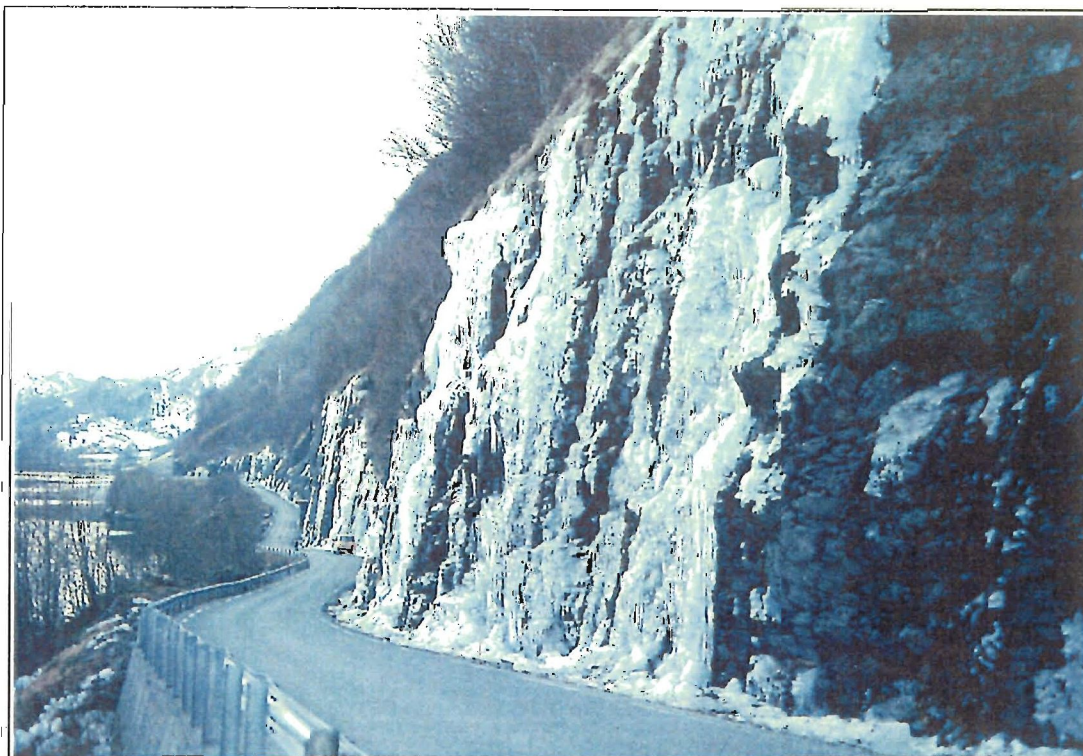
Israsa har si årsak i at det om vinteren dannar seg iskjøvingar på steile svaberg eller i fjellskjeringar, fig 1. Iskjøving oppstår når grunnvatn eller overflatevatn renn ut på kalde flater i terrenget. Stor iskjøving får ein difor oftast der det er jamnt til sig av grunnvatn som vert pressa fram i dagsona grunna manglande eller eit svært tynt lausmassedekke.

Iskjøving og isras er svært ofte knytt til stadar der det også er stor aktivitet av steinsprang. Desse to rastypene må difor ofte handsamast under eitt ved val av sikringsmetode.

Rapporten gjev oversikt over omfanget av isras på vegnettet, årsaker til at isras oppstår, og framlegg til utføring av dei aktuelle sikringsmetodane.

Det er i framstillinga lagt vekt på dei røynslene ein har i etaten, og at tiltaka skal vere i samsvar med normalar og handbøker utarbeidd av Statens vegvesen.

Fig. 1
Fleire av vegane våre er utsette for nedfall av is over lenger strekningar. Dei fleste israsa losnar frå iskjøvingar som er danna i fjellskjeringane. Rv 609 Hellevang.



Omfang og årsaker

1.1 OMFANGET AV ISRAS PÅ VEGNETTET

1.1.1 Registrering av områder med isras på vestlandsvegane

I samband med utarbeiding av rassikringsplanane registrerte ein alle område der rasfaren kunne skape tryggleiksproblem for trafikkantane. Desse rasstrekningane er gruppert etter rastype. Det er gjort ei grov geografisk inndeling i dei 3 fylka. Sjå fig. 2, 3 og 4. Figurane viser at det er vesentlege skilnader i dei ulike klimasonene, og mellom fylka.

Rastypene er i fig 2, 3 og 4 delt inn i fire grupper:

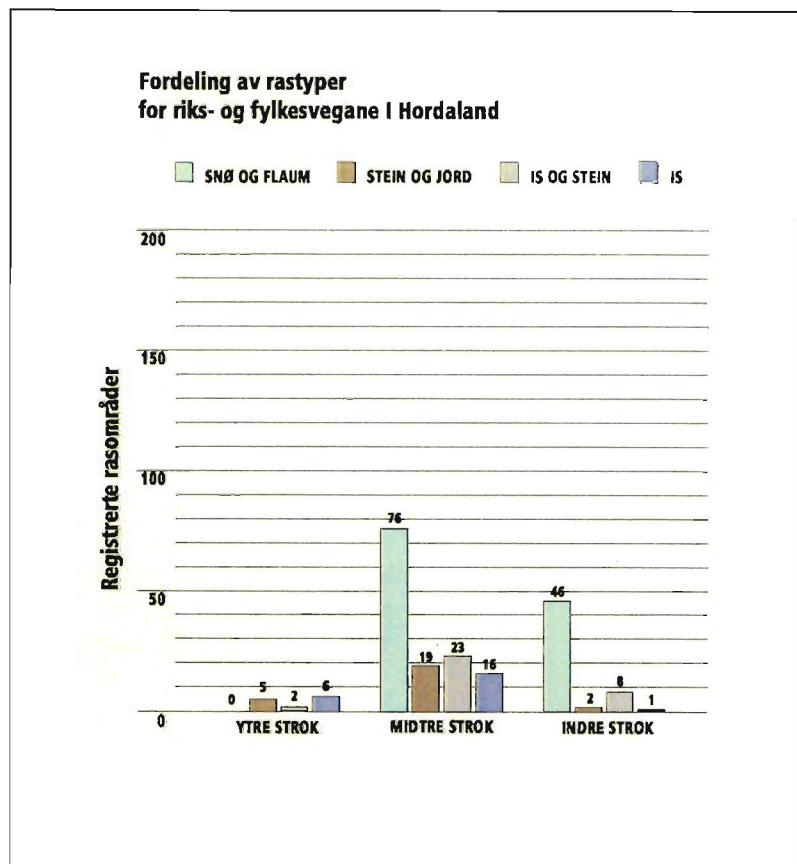
1. snø- og flaumskred
2. stein- og jordras
3. is- og steinsprang
4. isras

I Hordaland tyder registreringane på at isproblema i fylket i stor grad er knytt til midtre strok. Totalt i midtre strok utgjer område med nedfall av is

åleine og kombinasjonen is og stein respektive 12% og 17%.

For midtre og ytre strok av Sogn og Fjordane utgjer isras eit av hovudproblema. Problema er mindre i indre strok. Totalt for heile fylket utgjer nedfall av is 14% av alle registrerte rasområde. Det tilsvarande talet for område med både nedfall av is og

Fig. 2
Oversikt over rasområder i Hordaland, gruppert etter rastype.



**Fordeling av rastyper
for riks- og fylkesvegane i Sogn og Fjordane**

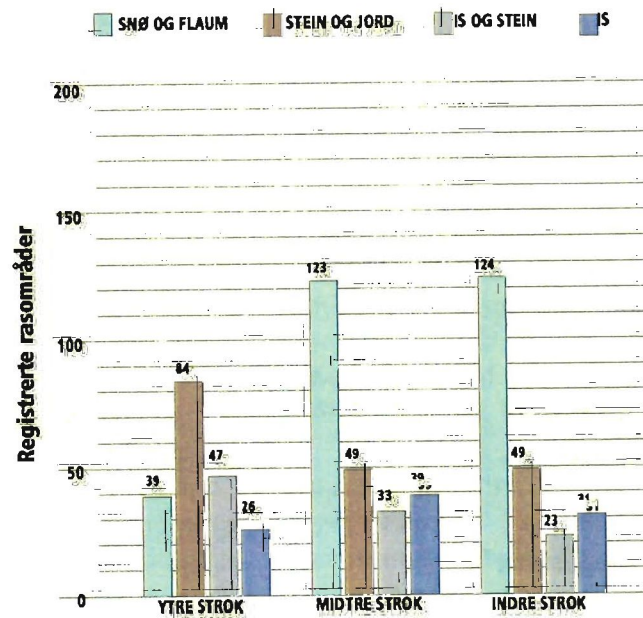


Fig. 3
Oversikt over rasområder i Sogn og Fjordane gruppert etter rastype.

**Fordeling av rastyper
for riks- og fylkesvegane i Møre og Romsdal**

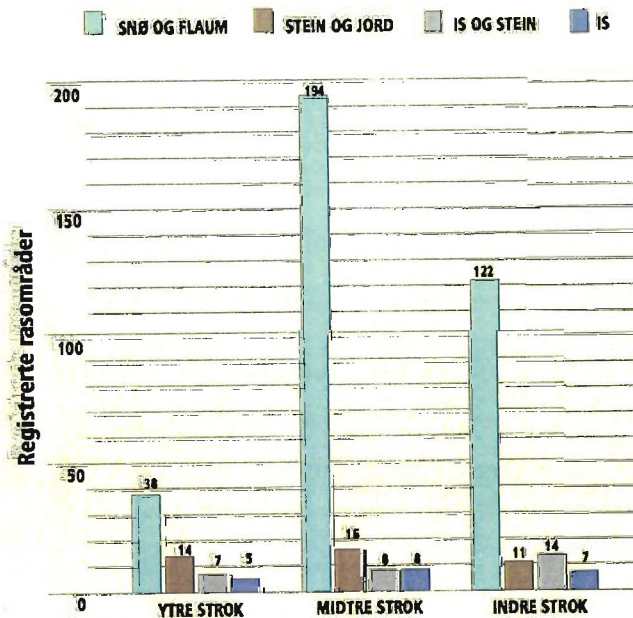


Fig. 4
Oversikt over rasområder i Møre og Romsdal gruppert etter rastype.

stein utgjer 15%. Nedfall av is er såleis registrert for totalt 29% av alle rasområda, som totalt sett er det same som i Hordaland.

Til samanlikning er tilhøva i Møre og Romsdal noko annleis. I dette fylket tyder registreringane på at det er snøskred, sørpeskred og flaumskred som er dei dominerande rastypene, og då særleg i indre og midtre strok. Totalt utgjer dei to gruppene med nedfall av is 11% av alle registrerte skredområde.

Forskjellen skuldast truleg skilnader i topografi, geologi og klima, men det kan og vere eit resultat av ulike rutiner

ved registrering av rasområda. Sansynlegvis er område utsett for nedfall av is og stein meir grundig registrert i Sogn og Fjordane enn i nabofylka.

Det er ikkje utarbeidd tilsvarande statistikk for andre fylke i landet. Røynsler og intervju i samband med prosjektet kan tyde på at problema med is truleg er noko mindre i austlandsfylka, og dei er ofte konsentrert til einskilde strekningar. I Nord-Noreg er det også mange områder med store isproblem. Tilhøva i denne delen av landet liknar truleg meir på tilhøva i Møre og Romsdal, med snøskred som den dominerande rastypen.

1.1.2 Problem knytt til is- og isras

Isras som losnar frå fjellskjeringane eller frå stor høgde fører til ei rekkje problem for trafikantane og for vedlikehaldet av vegane. Dei viktigaste er:

- heilt eller delvis stengde vegar med dårleg framkomst
- fare for ulukker ved at trafikantar vert råka av isras
- fare for ulukker grunna påkøyring av is i vegbana eller farlege manøvrar for å unngå å køyre på isen
- fare for ulukker for vedlikehaldsmannskapa ved rydding av vegane og ved fjerning av is i skjeringane.
- kostbart vedlikehald med fjerning av is, beredskap i rasfarlege periodar, og rydding av vegane med spesialreidskap

I tillegg til dette skaper iskjøvinga -som er ein føresetnad for isras -ofte dårlege sikttilhøve i skjeringar, og kan også gje issvullar i vegbana med dei faremoment som det medfører.

Dårleg framkomst

Israsa fører til dårleg framkomst enten ved at vegane vert totalt stengd eller ved at delar av vegbana vert stengd. Dei fleste israsa som råkar vegane fører til delvise stengingar. Det er berre på dei mest utsette stadane at vegane vert stengd i fleire timar.

På nokre få vegar er problema likevel så store at det har vist seg naudsynt å halde vegane stengde i perioder med stor rasfare. For andre vegar kan det og vere vanleg at rydding av isras vert igangsett fyrst etter at den største rasfaren er over.

Fare for trafikantane

Trass dei mange israsa er det registrert få personulukker. Dette heng saman med at få av israsa er store nok til å gjere større skadar på ein bil. Ein kjenner likevel til at det har forekomme dødsulukker. Det har vore fleire ulukker med personskade. Uhell med materielle skadar skjer heller ofte.

Den største faren for trafikantane er truleg risikoen for å køyre på is som har falle ut i vegen, slik at trafikantane må utføre ukontrollerte manøvrar for å unngå isen. Stor fare for å bli råka av israsa er det også dersom trafikantane vert ståande i lenger tid i rasutsette område, eller når dei forlet bilen for sjølv å rydde vegen.

Fig. 5
Den mest utsette gruppa for å verte råka av israsa er vedlikeholdsmannskapa i samband med rydding av vegen, eller ved fjerning av is i skjeringane.
Fv 191 Eikesdalen.



Fare for vedlikeholdsmannskapa

Den mest utsette gruppa med omsyn til israsa er vedlikeholdsmannskapa. Dette gjeld både i samband med fjerning av is frå vegbana, og ved fjerning av is frå fjellskjeringane, fig 5.

Isen losnar frå fjellssidene etter kvart som fastheita til isen vert redusert og isen smeltar fri frå underlaget. Det er difor sjeldan at all is kjem ned som eit stort ras. Faren for nye ras er såleis stor i ein lang periode etter at det fyrste raset har råka vegen.

Ei effektiv fjerning av isen frå fjellskjeringane er berre mogleg å utføre rett før isen er i ferd med å losne frå fjellveggen. Men då er og faren for nye ras stor. Spesielt stor fare for mannskapa er det dersom fjellveggen er så høg at arbeidsreidskapen ikkje når opp til dei øvste ismassene. Stundom kjem israsa og steinsprang frå større høgder. Dette er nesten uråd å handtere.

Kostbart vedlikehald

Kostnadene til vedlikehald av vegar utsette for israsa går med til:

- fjerning av is frå vegbana
- fjerning av is frå fjellskjeringane
- beredskap og overvaking av dei rasutsette strekningane

Det er truleg den siste gruppa som utgjør den største kostnaden, men det er desverre vanskeleg å talfeste desse. I mildversperiodar er det ofte naudsynt å overvake dei mest utsette strekningane 2-5 gongar kvart døgn for å fjerne is frå vegbana. Dette vil i praksis seie at ein køyrer ei lenger strekning meir eller mindre kontinuerleg i dei mest utsette periodane.

Ofte er israsa så store at ein treng veghøvel eller lastemaskin for å fjerne massene. Dersom dei rasutsette strekningane ligg langt frå det normale arbeidsområdet for maskinene vil kostnader for isrydding verte ein stor del av vintervedlikehaldet.

I kuldeperiodar kan det og vere naudsynt med overvaking og fjerning av is der iskjøving lagar vanskar. Dette gjeld særleg der stikkrennene frys til og i områda nær tunnelmunningane. I slike høve må ein som oftast bruke spesialreidskap for å fjerne istappar og iskjøving som veks inn i køyrebana.

1.1.3 Vegstrekningar der isen skaper særlege tryggleiksproblem

Dei vegstrekningane der isras lett kan føre til alvorlege ulukker er sær-

leg der det er vanskelege køyretilhøve og vegstandarden er lav, eller der trafikantar oppheld seg i lenger tid. Dei områda ein må legge spesiell vekt på tryggleiken er mellom anna:

- tunnelmunningar
- krappe utkurver
- ferjekaier og busshaldeplassar
- gang- og sykkelveggar (fortau)

Tunnelmunningar

Dei naturlege tilhøva for å få iskjøving og isras mot tunnelmunningar ligg ofte vel til rette då ein tunnelmunning har høge forskjeringar og sidebratt terreng, fig 6.

Arbeidet med rassikringsplanane viste også at dei registrerte områda med isras i stor grad var konsentrert til tunnelmunningane.

Fig.6
Tunnelmunningar er spesielt utsett for iskjøving og nedfall av is. Rv 7 Tokagjeltunnelen.



Ein gjennomgang av rassikringsplanane viser følgjande fordeling av israsa:

Fylke	Steinsprang og isras			Isras			totalt %
	Strekningar nær tunnelmunning	Strekningar totalt	%	Strekningar nær tunnelmunning	Strekningar totalt	%	
Hordaland	10	34	29	5	21	24	27
Sogn og Fjordane	27	84	32	36	99	36	34
Møre og Romsdal	5	29	17	6	20	30	22
Sum	42	147	29	47	140	34	31

Fig. 7
Store iskjøvingar kan føre til ein vesentleg reduksjon av siktlengda. E16 Kvarme.



Tabellen viser at omlag 30 % av alle dei registrerte områda med isras eller med ein kombinasjon av isras og steinsprang finst nær ein tunnelmunning. Totalt er det i dei tre vestlandsfylka registrert 87 tunnelmunningar med store isproblem. I tillegg er det og fleire med nedfall av stein. Når ein veit kor liten del av den totale veglengda dette utgjør, er det tydeleg at tunnelmunningane er eit dominerande og lavt prioritert område i rassamanheng.

Undersøkingar har vist at faren for ulukker i innkøyringssona mot tunnelane - definert som dei siste 50m før tunnelen - har omlag 5 gongar så stor ulukkesrisiko som inne i tunnelane og for veg elles (Hvoslef 1991). Dette skuldast vanskelege lystilhøve, dårleg kurvatur og ofte glatt veg nær tunnelmunningane.

Desverre er ikkje faren for ras teke med i vurderingane av kva som er årsak til den høge ulukkesfrekvensen i innkøyringa til tunnelane. Det synest likevel klart at når så mange tunnelmunningar er rasutsette burde også denne årsakssamanhengen vore vurdert nærare.

Krappe utkurver

Iskjøving i fjellskjeringar kan lett få ei tjukne på 1-2 m, fig 7. Dersom iskjøvinga vert danna i kurver med dårlege sikttilhøve, vil siktlengda for trafikantane verte ytterlegare nedsett og med svekka trafikktryggleik som resultat.

Når ein planlegg sikring av vegar mot isras i slike område er det difor viktig at ein vel ein sikringsmetode som også ivaretek slike tilhøve.

Ferjestadar og busshaldeplassar

Ferjestadar og busshaldeplassar er område, der trafikantar oppheld seg i lenger tid, og som difor er meir eksponert mot ras enn elles. På desse stadane vil trafikantane delvis også vere utan det vernet som bilen gjev, fig 8. Ein bør difor sette større krav til tryggleik mot nedfall av is og stein på slike stadar.



Fig. 8
Busshaldeplassar er døme på stadar der trafikantar oppheld seg i lenger tid og difor er meir utsette for ras. Rv 7 Vallavik

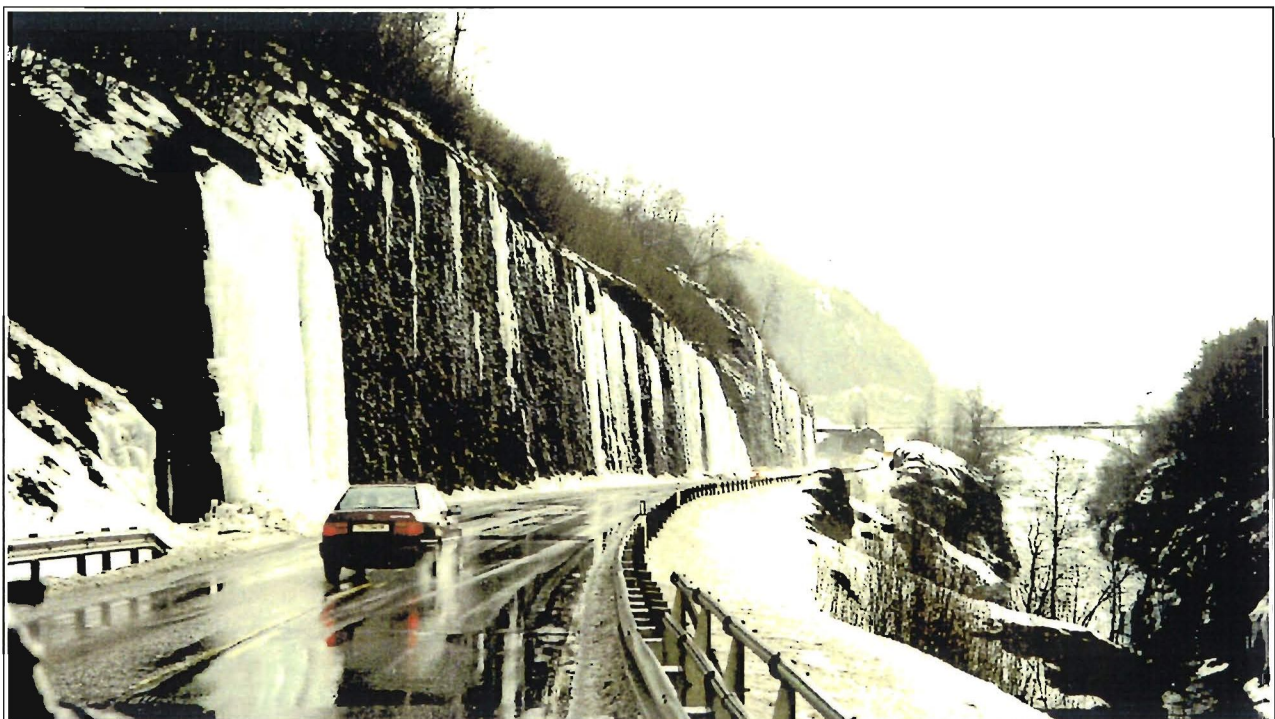
Gang- og sykkelveggar

Ei rekkje gang- og sykkelveggar er utsprengd på terrengsida av vegen. Fleire av gang- og sykkelvegane har difor høge skjeringar og er utsett for nedfall av is og stein. Trafikantane langs gang- og sykkelvegane er og meir utsett for ras ved at dei har lita fart og har dårlegare vern. Ein stor del av gang- og sykkelvegnettet har og funksjon som skuleveg.

Tilhøvet mellom nye og eldre veggar

Ein skulle kanskje tru at vanskane med iskjøving og isras i hovudsak er knytt til det eldre vegnettet med smale grøfter som gjer at isen lettare kjøver inn i vebana slik at sjølv mindre ras vil stengje heile eller delar av vegen.

Fig. 9
Is som fell ned frå stor høgde kan vere livstruande. Is i høge fjellskjeringar er også vanskeleg å fjerne. E16, Bulken



Røynslene viser desverre at det også kan vere store vanskar på nye vegar med breiare grøfter, fig 9.

Mykje av årsaka til at også nye vegar er utsette for isras er den stramme lineføringa ein set til moderne vegar. Dette gjev ofte lange og høge fjellskjeringar der bekkar og sterke vassig vert førd direkte ut over skjeringskanten. Dei høge skjeringane fører også til at den store fallhøgda gjer rasa meir livstruande, samstundes som den store høgdeskilnaden gjer det vanskeleg å fjerne isen frå skjeringane.

Fig. 10

Handbøker:

- 017 «Veg og gateutforming»,
- 021 «Tunnelar»,
- 018 «Vegbygging»,
- 165 «Sikring av vegskråningar» og
- Meddelelse nr. 22 «Drenering for vegar», frå Veglaboratoriet.



Vegnormalane sine krav til sikring mot iskjøving og isras

Omsyn til iskjøving og isras er nemnt i vegnormalane, men meir som generelle kommentarar enn som detaljerte krav til teknisk utføring.

Håndbok 017, Veg- og gateutforming, del D-Tunnelar, og Håndbok 021 Tunnelar, set krav til bruk av portalar der det er fare for nedfall av is og stein på vegbana.

Håndbok 018 Vegbygging, har merknadar til isras i kapittel 2 Fjellskjeringar og 4 Drenering. I kapittelet om utforming av skjeringane er det teke med at omsynet til iskjøving er eit av fleire konsekvensområder som skal vurderast ved val av utforming av skjeringane. Dei generelle krava til grøftebreidde er likevel valt ut frå omsynet til trafikktryggleik, drenering og fare for steinsprang. Punkt 224 i Håndbok 018 peikar på at dei

mest vanlege sikringsmetodane mot iskjøving er brei grøft, drenering av skjeringar og bruk av fjellsikringsnett.

Kapittelet om drenering nemner at lukka drengrøft saman med brei og grunn grøft ikkje bør brukast der det er naudsynt å leie bort vatnet frostfritt om vinteren. Dessutan gjev dette kapittelet detaljerte framlegg til utføring av terrenggrøfter for å hindre overflatevatn å renne ut over skjeringane.

Issikring av fjellskjeringar er også kort omhandla i Håndbok 165 Sikring av vegskråningar, og tiltak mot iskjøving i Meddelelse nr 22, Drenering for vegar, frå Veglaboratoriet.

1.2. NATURILHØVE SOM HAR INNVERKNAD PÅ ISPROBLEMA

1.2.1 Vilkår for å få Isras

Isras er ein fylgje av at iskjøvingar rasar ut i mildversperiodar. Fylgjande fire vilkår må vere oppfylt for at isras skal vere eit trugsmål mot trafikantane:

- det må vere ei viss vintervassføring i fjellsidene.
- det må vere nok frostmengder til å danne store iskjøvingar.
- vatnet i fjellsidene må **førast fram** til kalde og bratte terrengflater, til dømes svaberg og fjellskjeringar.
- vegbana må ligge innanfor utløpslengda for israsa.

1.2.2 Vintervassføring

Vatnet som renn fram til overflata og frys til is, er magasinert frostfritt i grunnen. Vatnet er til vanleg lagra i finstoffhaldig morenejord, tjukke vegetasjonsdekke eller i myrar. Karakteristisk for alle område med store isproblem er difor at ein ovanfor vegen har lausmassedekte fjellsider og

helst vassrike vegetasjonsdekker. Areal for lagring av vatnet må vere relativt stort, og helst meir enn 50-100 m målt i dreneringa si retning. Eit godt døme på om fjellskjeringene er utsette for iskjøving er om dei om sumaren er fuktige omlag ei veke etter siste perioden med nedbør.

Fig. 11
Fjellskjeringar utsette for iskjøving ligg oftast nedanfor ei fjellside dekt med lausmassar eller med eit vassjukt vegetasjonsdekke. Ein vesentleg del av sigevatnet fylgjer skiktet mellom fjellet og lausmassane, og frys til is der vatnet vert pressa fram i dagen. Kjøvinga fyller i mange høve grøftene og gror då vidare inn i vegen.
Rv 550 Kråkevik.



Overflatevatnet som er lagra i lausmassene vil enten renne gjennom desse og ned fjellsidene, eller det vil fylgje grenseskiktet mellom fjellet og lausmassene. Vassføringa langs grenseskiktet vil i dei fleste tilfelle utgjere ein relativt stor del. Dette er til dømes tydeleg i overgangssona mellom lausmasser og svaberg der sigevatnet vert pressa fram i dagen, fig 11.

Vatnet som gjev grunnlaget til iskjøving, kan og vere lagra som grunnvatn i sprekker i fjellet og fyl-

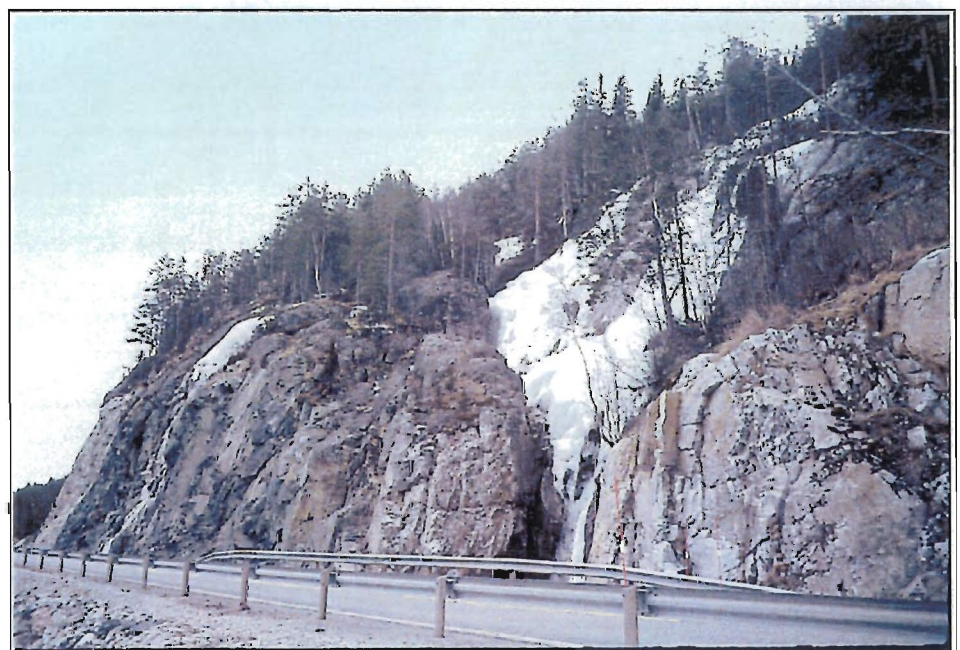
gje desse fram til fjellskjeringane, fig 12. Det viser seg likevel at det berre er ein liten del av den totale vassføringa i fjellskjeringane som fylgjer sprekkene, og det er difor sjeldsynt at ein må ta omsyn til vatnet som renn ut frå desse sprekkene.

Eit vilkår for at sigevatnet om vinteren skal nå fram til fjellskjeringane er at det ikkje vert fanga opp av dei naturlege tverrgrøftene i terrenget som leier fram til bekk eller elv. Slike naturlege tverrgrøfter viser seg å vere

Fig. 12
Opne sprekker i fjellet
kan gje store iskjøvingar.
Fv 651 Svineroi.



Fig. 13
Døme på effekt av
naturlege tverrgrøfter.
Rv 37 Tinnsjøvegen.



svært effektive for å hindre at overflatevatnet kjem fram over fjellskjeringane, fig. 13.

Der ein har konsentrerte iskjøvingar er desse nesten utan unntak knytt til naturlege drensveggar, som også er lette å kartlegge under planlegginga av vegen, fig. 14. Eit særmerke med slike drensveggar er at dei har ei åpen vassføring i periodar med nedbør, og eit markert vassig i grunnen i tørrare periodar.

1.2.3 Klimatiske tilhøve

Dei klimatiske tilhøva er ei viktig årsak til dei store skilnadene for isras mellom dei ytre og indre strok innan eit fylke, og også mellom dei einskilde fylka. Dei ytre og midtre stroka på Vestlandet har gjennomgåande milde vintrar og store nedbørsmengder, medan indre strok og Austlandet har mindre

nedbørsmengder, men til gjengjeld er frostmengdene større.

Store frostmengder tilseier at store vassmengder kan fryse til is kvar vinter, men dei gjev og større teledjupne, slik at meir av det magasinerte vatnet frys til is. Indre strok av landet er difor ofte karakterisert med mindre vassig i fjellssidene om vintrane enn områda på Vestlandet. Difor finn ein at i kalde område er vanskaner med iskjøving og isras oftast konsentrert til markerte drensveggar for overflatevatnet. Der ein då får iskjøving vert desse oftast svært mektige. Eit døme er vegen frå Rjukan til Svineroi (Gaustadtoppen), fig 14. Isen på svaberga mellom dei to veglinene kan her verte 2-4 m tjukk, og dei fleste av dei markerte iskjøvingane startar frå stikkrennene i den øvre veglina.

Tendensen til at omfanget med isras er størst i midtre strok av vestlands-

Fig.14
Iskjøvingane vert oftast danna i dei naturlege drensvegane. I dette dømet frå stikkrennene i vegen.
Fv 651 Rjukan-Svineroi.



fylka heng difor saman med at i desse stroka er vassmengdene fram til fjellskjeringane relativt store gjennom heile vinteren. Dessutan er kuldemengdene tilstrekkelege til å danne store iskjøvingar. Eit anna viktig tilhøve er at i desse områda er det ofte vekslingar mellom kalde og varme periodar, slik at ein har fleire periodar med isras kvar vinter.

Det er store skilnader på problema med isras om vegen ligg på solsida eller skuggesida i terrenget. Ein veg

på solsida har mindre frostmengder og dermed ismengder. Derimot kan ein på varme solrike dagar få ei rekkje isras etter kvart som isen vert meir og meir oppvarma. Solinnstrålinga fører difor til at talet på dagar med isras er større her enn for vegar på skuggesida. På skuggesidene derimot, er israsa større når dei først losnar. Det er difor vanskeleg å gje eintydige råd for kva som er bra eller mindre bra med omsyn til plassering av vegar i høve til solretninga.



Fig. 15
Iskjøvinga breier seg ofte ut til sidene når vatnet kjem ut på svaberg. Rv 37 Tinnsjø.

1.2.4 Topografiske og geologiske tilhøve

Frostsona for iskjøvingane finn ein der lausmassedekket er tynnare enn frostdjupna i området. Oftast finn ein frostsona i sjølve overgangen mellom lausmassene og fjellet i dagen. Ein føresetnad for iskjøving er difor at det nedanfor lagringsområdet for vatnet også er tilstrekkeleg grunt til fjellet slik at sigevatnet vert pressa fram i frostsona.

Vatnet frys til is både ved at det gjev frå seg varme til lufta og til det kalde berget det renn ut på. Det største varmetapet skjer til terrenget. Ein ser då også at dei største iskjøvingane finn ein der markerte bekkar vert førd ut på store og opne svaberg. Der vert vatnet spreidd over eit stort område og ein større del av vassføringa vil då fryse enn om vatnet renn som ein konsentrert bekk over svaberget. Ein annan effekt av at vatnet vert spreidd, er at iskjøvinga kan danne nye barrierar og skape nye løp for vatnet, omlag som oppbygginga av eit aktivt elvedelta, fig. 14 og fig. 15.

Det er ein samanheng mellom mengda av vatn som frys til is, vassføring og storleik på vassløpet. Eit smalt og djupt bekkeløp er relativt godt frostsikra om vinteren av snødekket og varmen frå grunnen. Den høge farta på vatnet i smale løp gjev også mindre tendens til frysing. Difor er det sjeldan at ein har store iskjøvingar og isras der drengsvegen er godt kanalisert og der farta på vatnet er høg.

Til no er det ikkje utarbeidd oversikt over samanhengen mellom kritisk vassføring, frostmengde og utforminga av bekkeløpet for å unngå iskjøving. Inntil vidare må ein difor gå ut frå lokale røynsler med å

kartlegge utforminga av dei bekkeløpa der det er stor eller liten tendens til kjøving.

Vatn som renn langs markerte sprekkar i fjellet kan gje store iskjøvingar dersom sprekkene har tilstrekkeleg kapasitet til å føre vatnet fram til fjellskjeringane. Det har ikkje vore mogleg å finne eintydige skilnader mellom dei ulike bergartstypene om mengda av vassføring i fjellet. Det er difor sprekkemønsteret framfor bergartstypen som må kartleggast for å vurdere faren for isdanning. Med omsyn til sprekkemønsteret synest det å vere størst problem der sprekkene har eit fall som er tilnærma parallelt med fjellsida.

Mykje tyder på at ein har ei overvekt av store isproblem i svake og lett nedbrytbare bergarter, til dømes fyllitt. Dette har truleg i mindre grad samanheng med sprekkemønsteret, men heng meir saman med at desse bergartane ofte gjev ei god næringsrik jord når dei forvittrar. I område med svake bergartar er det difor ofte tjukke vegetasjonsdekke over fjellet, og desse kan lagre store vassmengder frostfritt utover vinteren.

1.2.5 Rastypør

Isras kan losne frå terrenget på tre ulike måtar:

- **Velting**
- **Direkte utfall**
- **Utglliding**

Kvar av desse utløsingstypene har sine særtrekk med omsyn til kva terreng israsa opptrer i og kor langt ut på veggen dei når. Sjå fig. 16, 17 og 18.

Velting

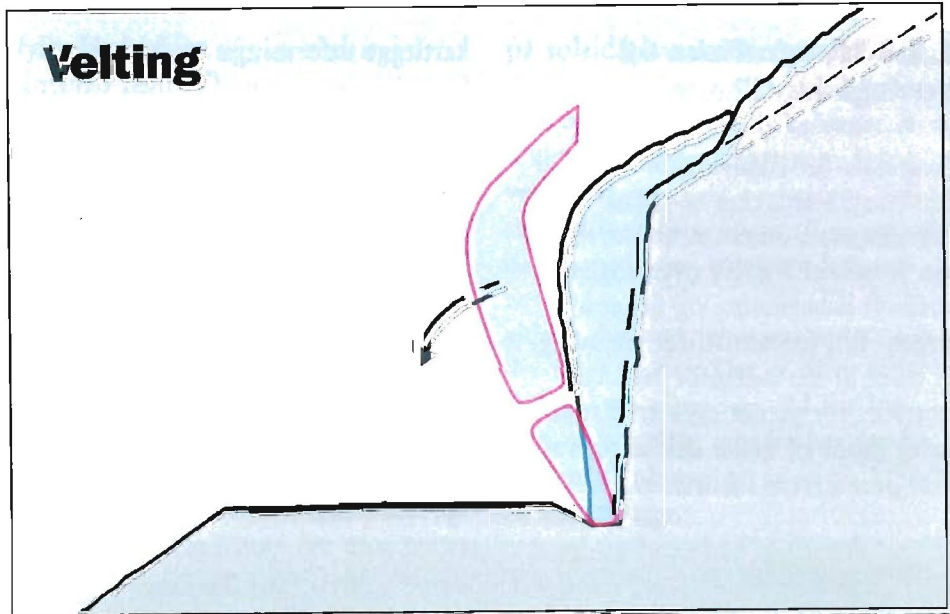


Fig.16
Iskjøvingar som er danna på ei steil flate og har støtte i botnen kan losne ved at dei veltar ut frå fjellsida.

Direkte utfall

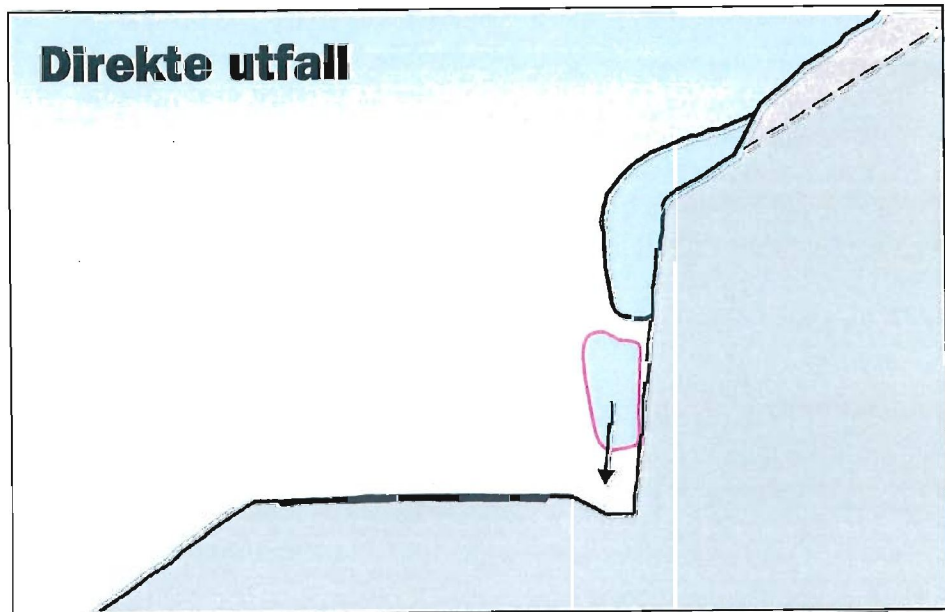


Fig. 17
Iskjøvingar danna på steile flater losnar oftast ved at delar av isen fell ut når fastheita og friksjonen vert redusert

Utgirding

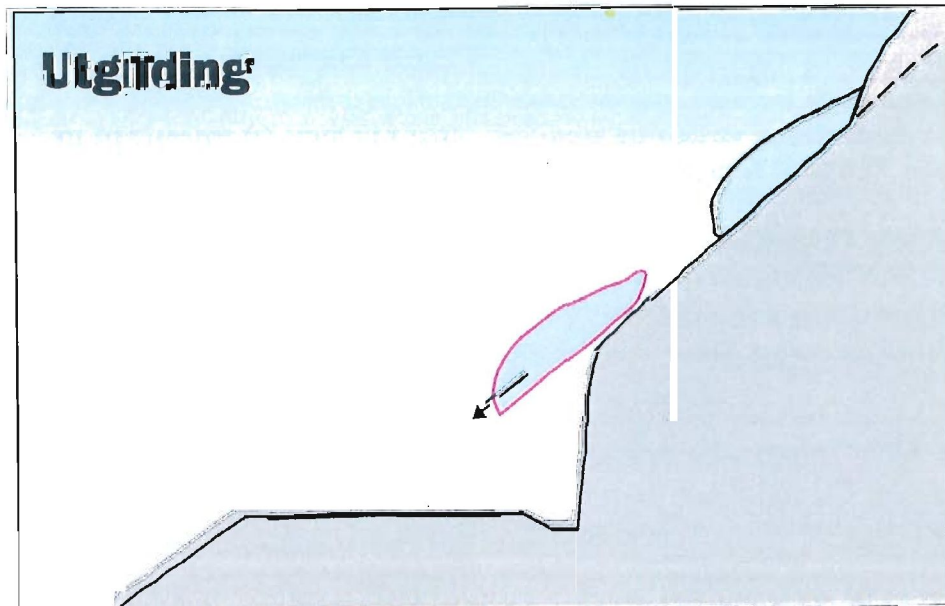


Fig. 18
Utgirding er større isras som losnar frå svaberg med helling mellom 30° og 70°

Velting

Eit vilkår for å få velting er at iskjøvinga har støtte i botn mot ei tilnærma horisontal flate, fig. 7. I siste del av den stabile fasen for iskjøvinga vil isen vere smelta fri frå fjellveggen og det er berre støtta i botnen som held isen på plass. Veltinga kan skje enten sideveis eller fram i vegbana.

Velting skjer difor oftast frå fjellskjeringar med lave eller moderate høgder, der utviklinga av iskjøvinga går heilt ned til grøftene, fig. 16. Utløpslengda for slike isras er moderat. Dersom det skjer i fjellskjeringar og direkte ut på vegen vil hovudmengda av isen nå ut til nær 50 % av skjeringshøgda. Einskilde isblokker får eit noko lenger utløp. For iskjøvingar som veltar sideveis er utløpslengda mindre.

For å få velting av store iskjøvingar må all isen vere tina laus frå fjellveggen. Dette medfører at isen losnar relativt seint i ein smelteperiode. Dette fordi rastypen krev store varmemengder for å gjere kjøvinga ustabil.

Direkte utfall

Direkte utfall, er utrasing av iskjøvingar eller istappar som heng meir eller mindre fritt i steile fjellskjeringar, fig. 17. Slike kjøvingar vert halden på plass av skjerfastheita til isen og i festet mellom isen og fjellet. I samband med ein mildversperiode er det denne rastypen som losnar fyrst. Den kan losne allereie medan isen får redusert fastheit og før smelteprosessen er komen skikkeleg i gong.

Som oftast er det mindre isras som er dominerande for denne rastypen. Dei førekjem både frå steile svaberg og frå fjellskjeringar. Utløpslengda for rastypen er moderat. Frå steile svaberg og ned på ei horisontal flate er det sjeldan den overstig 30-50% av fallhøgda. Derimot kan den verte større dersom isen fell ned på ei skråflate, endrar fartsretning og sklir eller rullar vidare nedover denne. Dette tilfellet vert nærare omtala i neste avsnitt.

Utglliding

Utglliding av is skjer frå skråflater der isen vert halden på plass av friksjonskrefter og forankringskrefter mellom isen og fjellet, fig. 18. Vilkåret for å få slike ras er at friksjonen og forankringa vert redusert etter kvart som tine- og smelteprosessen utviklar seg.

På bratte svaberg kan rasa losne allereie når isen får redusert forankring under oppvarminga. På meir slake svaberg er det i tillegg naudsynt at det vert utvikla ei vasshinne mellom isen og fjellet for å få tilstrekkeleg lav friksjon. Iskjøvingar som rasar ut som ei utglliding er difor oftast større ras, og dei losnar seint i smelteperioden.

1.2.6 Kritisk rasvinkel og utløpslengde

Ein kjenner ikkje til at det er føreteke nøyaktige undersøkingar av kva som er den kritiske hellinga på svaberg der iskjøvingar kan rase ut. Det slakaste området som er registrert i samband med dette prosjektet er eit glatt svaberg med ei helling på omlag 30° , fig. 19. Langs andre vegar er det registrert fleire svaberg med store isras med helling kring $40-45^\circ$.



Fig. 19
Is som losnar på skråplan
gjev ofte store ras med
lange utløp.
Rv 13 Kyrkjenes.

Den kritiske rashellinga har difor truleg ei nedre grense kring 30° , og denne verdien aukar sterkt dersom svaberga får ei ru overflate med god forankring for isen. Svaberg med helling over $50^\circ-55^\circ$ vil likevel i dei fleste høve vere rasfarleg, sjølv om dei har ei ujamn overflate.

Det er desverre ikkje utført målingar av utløpslengda for isras. Rasa av is har ei rørsle som best kan samanliknast med steinsprang og mindre steinskred. Målingar og røynsler frå utfall av stein kan difor brukast for å utvikle eit grunnlag for å rekne kor langt is av typen «utgliding» kan nå ut på vegen. I denne rapporten er det mellom anna teke utgangspunkt i målingar utført av Domaas (1994) om utløp av store steinblokker i urområder.

Dersom den kritiske hellinga for å få eit isras er $30^\circ-40^\circ$, tilseier dette at raset har ein friksjonskoeffisient mot underlaget på mellom 0,6 og 0,8. For stein som rullar eller glir er friksjonskoeffisienten tilbakerekna til å vere 0,5 for dei steinane som rullar lengst og noko meir for gjennomsnittet. Isblokker har truleg ein noko høgare friksjonskoeffisient, då isen er mindre elastisk og den vert lettare knust ned til mindre einingar. Ein koeffisient på 0,65 er truleg ein realistisk verdi.

Ei isblokk som losnar frå ei fjellside kan reknast som eit massepunkt som er påverka av gravitasjonskrafta som verkar nedover, og ei friksjonskraft som verkar mot rørsleretninga, fig. 20.

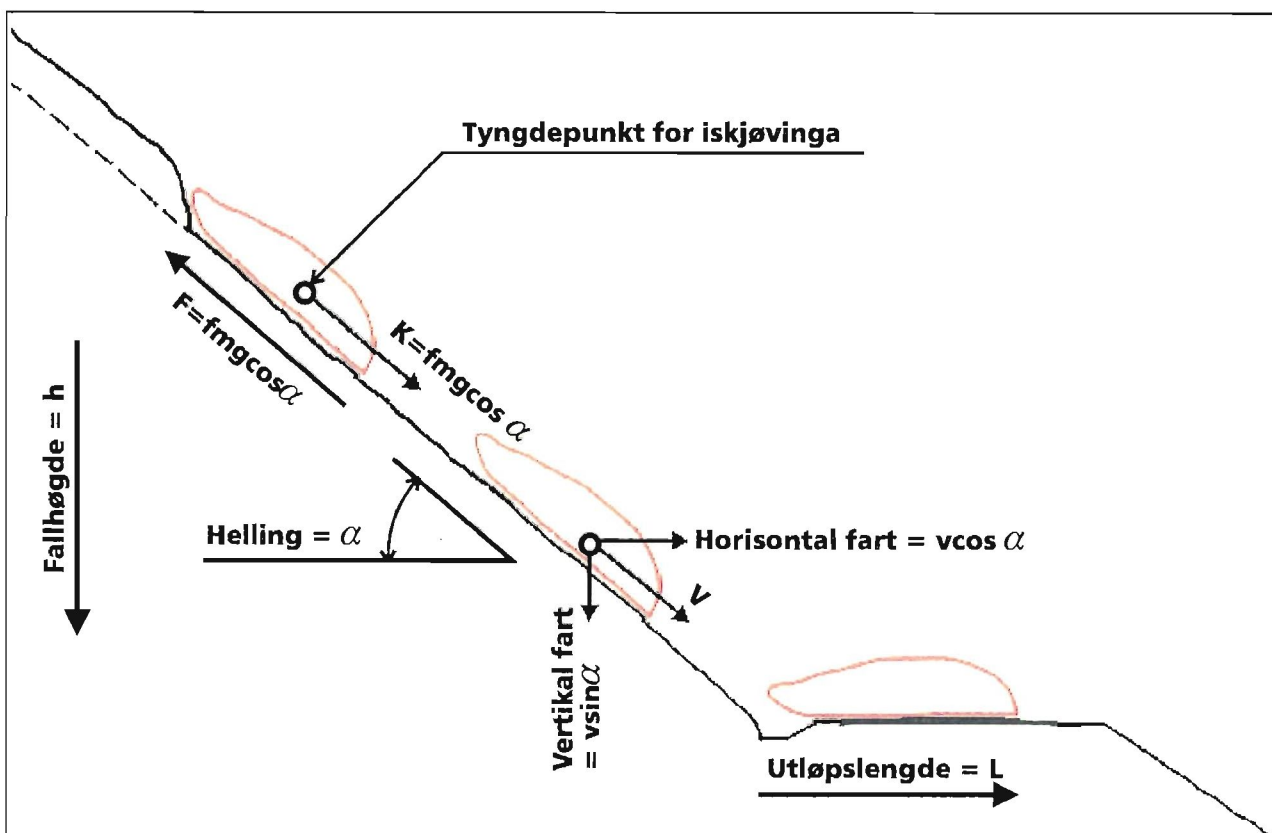
Dersom komponenten av gravitasjonskrafta som verkar parallelt med terrenget er større enn friksjonskrafta, vil blokka få ein aksellerasjon nedover.

Aksellerasjonen fører til at isblokkene får auka fart mot vegen, og nede ved vegen kan aksellerasjonen og farta reknast ut av fylgjande likningar:

$$\text{aksellerasjon: } a = g(\sin \alpha - f \cos \alpha) \quad (1)$$

$$\text{fart: } v = \sqrt{2gh(1 - f / \tan \alpha)} \quad (2)$$

der α er hellinga til terrenget, g er gravitasjonskonstanten ($9,81 \text{ m/s}^2$), f er friksjonskoeffisienten ($0,65$) og h er fallhøgda frå der isen losnar og ned til vegen.



Der isblokka treff vegen har den ei fart lik v , og denne farta har ei retning parallelt terrenget. Den vertikale komponenten av farta gjev eit støyt når blokka treff vegen og kan føre til at blokka vert knust, medan den horisontale komponenten fører til at blokka får ei fart ut på vegen. Det er vidare rekna med at det berre er den horisontale komponenten som gjev isblokka ei rørsle ut på vegen, og denne komponenten har verdien $v \cos \alpha$. Dersom friksjonskoeffisienten er den same langs vegen som i terrenget vil utløpslengda verte:

Fig. 20
Definisjon av parameter
brukt for utrekning av
utløpslengde

$$\text{utløpslengde: } L = h \cos \alpha^2 (1 - f / \tan \alpha) / f \quad (3)$$

Denne likninga gjev utløpslengda til tyngdepunktet av isblokka. I tillegg kjem teoretisk sett den halve lengda til isblokka, og eventuelt utløpet av mindre enkeltblokker, som grovt rekna kan settast til 5 m .

Utløpslengda er rekna ut etter likning 3 for ulike verdiar av fallhøgda og hellinga på terrenget. Figur 21 viser at i dei fleste tilfelle vil utløpslengda variere mellom 6 m og 10 m, noko som er tilstrekkeleg til at heile vegen vert sperra av rasmasser. Den moderate lengda viser likevel at isras truleg let seg lett stoppe av fangvollar, breie grøfter eller av utflatingar i terrenget.

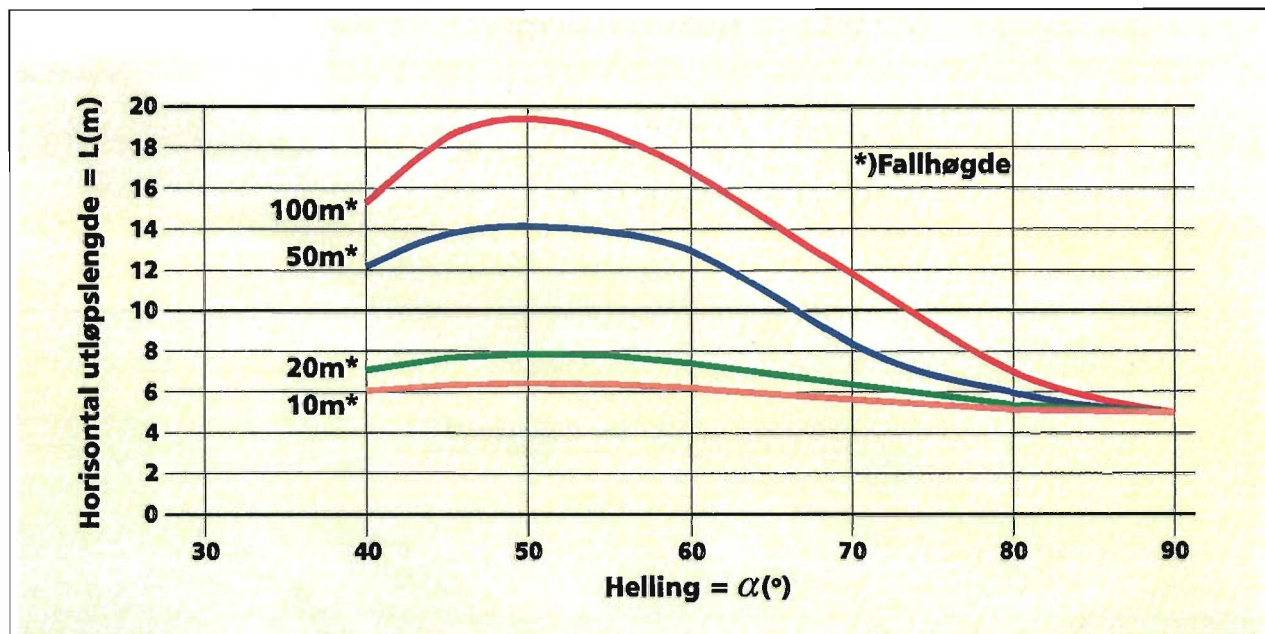


Fig. 21
Utløpslengde som ein funksjon av helling på terrenget og fallhøgde

Eit interessant resultat av fig 21 er at dei største utløpslengdene finn ein for terrenghellningar mellom 45° og 55° . Dette er også i samsvar med røynslene frå dei rasutsette vegane ved at størst utløpslengder finn ein der isen glir skrått inn mot vegen.

Isras av typen som losnar frå skrå svaberg utgjer difor ein fare for alvorlege ulukker og for framkomsten, då dei oftast både er store nok til å vere livstruande og med eit lenger utløp. Til gjengjeld er dei meir sjeldne enn dei andre to rastypene.

2 Aktuelle sikringsmetodar

2.1. GENERELT OM SIKRING MOT ISRAS

2.1.1 Planlegging av sikringstiltak

Forundersøkingar i tørrønet

Ved planlegging av nye vegar eller sikring av eksisterande vegar er det viktig at ein kartlegg avrenninga frå fjellsida ovanfor vegen. Dei faktorane som er mest avgjerande for isproblema er:

- **Areal, djupne og magasineringsevne på lausmassene.**
Av særleg interesse er om ein finn vassjuk jord ovanfor vegen, med fritt vatn sjølv under lange tørkeperiodar.
- **Drensvegane**
Alle bekkeløp og mindre vassig som drenerar mot fjellskjeringar, bør kartleggjast. Ein bør vere særleg nøye med å kartleggje søkk i terrenget der vegetasjonen tyder på at det til tider kan vere stor fuktigheit, fig. 22, og 23.
- **Endring av dreneringstilhøva**
Ein viktig del av forundersøkingane er å vurdere om det er mogleg å samle eller leie bort vatnet som drenerar mot skjeringane.
- **Kartlegging av iskjøvingar i stor høgde ovanfor vegen**
I dei fleste fjellsidene som er bratte nok til at snøskred og steinsprang kan nå fram til vegen kan også isras nå fram. Dersom det er vassig i tørre periodar fram til bratte svaberg må faren for isras vurderast nøye.
- **Sprekkemønsteret i fjellet**
Ei geologisk undersøking kan vise om det er store vassførande sprekker i fjellet, og om ein må ta omsyn til dette ved val av normalprofil for vegen.

Andre faktorar som bør undersøkast på førehand

Sikring av vegane mot isras krev store investeringar, og det er viktig at ein samstundes med issikringa også tek omsyn til andre tilhøve som treng utbe-
trast. Dei viktigaste tilhøva som påverkar val av sikringsmetode er:

- steinsprang
- snøskred og utgliding av snø på svaberg.
- vasssprut på vegen i flaumperiodar
- dårlege sikttilhøve
- iskjøving i grøfter og stikkrenner
- lagringsplass for utbrøyta snø



Fig. 22
Foto av bekk som renn
over ei lita myr og vidare
fram til fjellskjeringa.
Rv 37 Tinnsjø.



Fig. 23
Bekken i fig. 22 gjev store
iskjøvingar i fjellskjeringa
Rv 37 Tinnsjø.

2.1.2. Prinsipp for sikring av vegar mot isras

Sikring av vegar mot isras kan utførast etter fleire ulike prinsipp. Innan kvart område er det fleire sikringsmetodar som kan vere aktuelle. Dei viktigaste av desse vert omtala meir detaljert i dei neste kapittla:

1. Førre vatnet frostfritt forbi vegområdet.

Ved å samle sigevatnet i terrenggrøfter kan det leiast frostfritt fram til eit etablert drens-system, og vidare gjennom vegen.

2. Få vatnet til å fryse før det når fram til dei rasfarlege frostsonene.

Ved å avdekke lausmassene ovanfor skjeringane, kan ein få sigevatnet til å fryse på stadar der isen ikkje er til skade. Dette kan ha effekt i vintrar med lite snø og store frostmengder. Derimot er effekten dårleg dersom det legg seg mykje snø over det avdekka svaberget. Det er difor lite truleg at avdekking av slake svaberg kan gje ein tilfredstillande sikringseffekt mot isras.

3. Hindre at isen som kjøver på svaberg og i fjellskjeringar losnar og rasar ned i vegen.

Det er mogleg å halde iskjøvingar på plass i dei bratte skråningane gjennom heile smelteprosessen ved å:

- sette opp isnett i fjellskjeringar og på steile svaberg for å armere isen.
- montere boltar i fjellsida for at isen skal fryse fast til desse.
- sette opp støtteforbyggingar på svaberg for å etablere støtte for iskjøvingane.

4. Hindre at isras som har losna når fram til vegen

Isras kan fangast opp ved:

- breie veggrøfter
- fangvollar eller fangmurar langs vegen
- fanggjerder montert ovanfor skjeringkanten eller langs vegen.

2.2. TERRENGGRØFTER OG NEDFØRINGSRENNER

2.2.1. Føremålet med terrenggrøfter

Grøfting av terreng for å leie bort overflatevatn er ein kjend teknikk i mange samanhengar, mellom anna frå jordbruk og skogbruk og for skjering av busetnad i bratt terreng. Terrenggrøfter har og vore brukt i stor utstrekning i samband med vegbygging og jarnbanebygging. Føremålet med grøftinga har primært vore å unngå erosjonsskader i jordskjeringane, men og for å redusere iskjøving.

I nyare tid har bruken av terrenggrøfter vorte redusert, og mange av dei gamle terrenggrøftene har grodd igjen grunna manglande vedlikehald. Dette har skjedd trass i at bruk av terrenggrøfter er tilrådd både i publikasjonar frå Veglaboratoriet og er teke med i vegnormalane, Håndbok 018, Vegbygging.

Føremålet med ei terrenggrøft - i denne samanheng - er å fange opp og leie bort det overflatevatnet som renn ut på kalde fjellflater. Ein føresetnad for at terrenggrøfta skal verke etter målsettinga er difor at den er djup nok til å fange opp det sigevatnet i lausmassene som ikkje fryser om vinteren.

Ei terrenggrøft kan berre fange opp vatnet som renn i lausmassedekket og i grenseskiktet mot fjellet. Vatn som renn i fjellsprekker, krev derimot så djupe grøfter at det er urealistisk å fange dette opp med grøfting. På stadar der vassig i fjellsprekker er årsaka til iskjøvinga må ein difor velje andre løysingar.

2.2.2. Plassering og utforming av grøftene

Ei terrenggrøft vert oftast bygd nær parallelt med vegen for å avskjere mest mogleg av sigevatnet. Grøfta må plasserast nedanfor området der vatnet vert magasinert om vinteren. Sjølv der området ligg langt frå vegen vil ei terrenggrøft ha god effekt, fig. 25 (24).

Best effekt av grøftene får ein dersom det vert grave heilt ned til fjellet for å avskjere alt sigevatnet i lausmassane. I nokre høve kan det og vere aktuelt å sprengje grunt ned i fjellet. Dette gjeld spesielt der det meste av sigevatnet fyl fjelloverflata, og der ein ynskjer å få eit jamnt fall på grøftene.

Breidda på grøftene bør vere så liten som mogleg ut frå stabiliteten og faren for erosjon. Slik vil snøen lettare legge seg over grøftene og dekke desse. Grøftene bør likevel ha ei breidde i botnen på omlag 0,5 m, og ei djupne på minimum 0,75 m, fig. 26. Grøftene

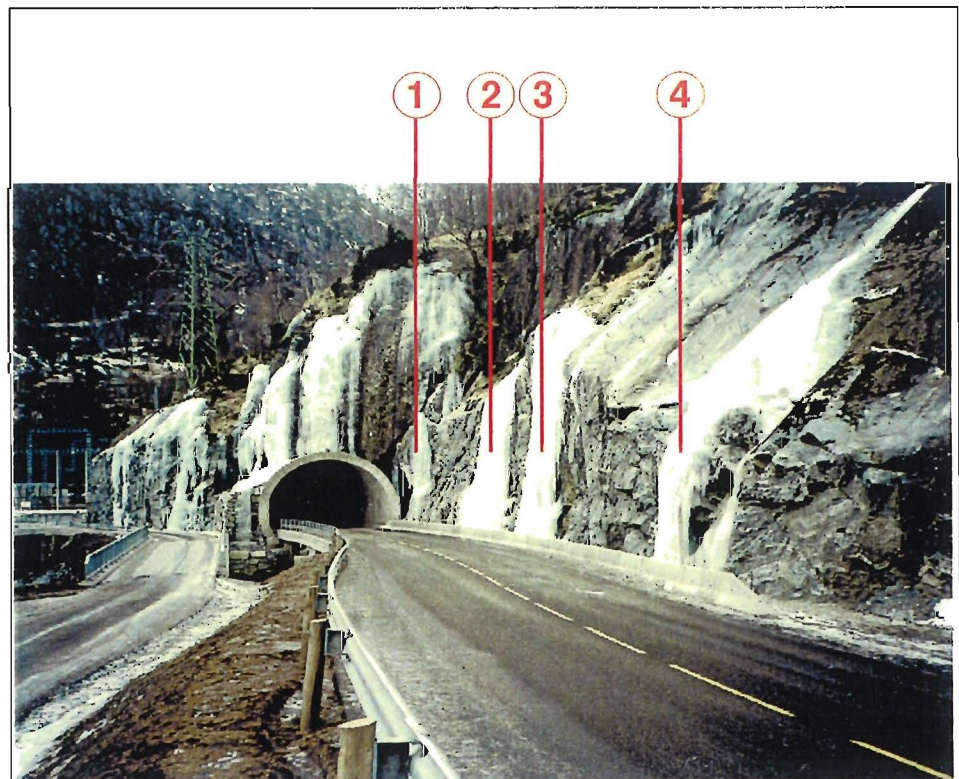


Fig. 24
Biletet viser tilhøva vinteren 1996 med fire konsentrerte iskjøvingar inn mot tunnel, og med store ismengder over tunneltak og portal noko som skaper problem for lokalvegen. E39 Matretunnelen.

kan og gjerast mindre utsette mot frysing ved at dei vert utførde som lukka drensgrøfter. Håndbok 018 omtalar ulike måtar å utføre slike terrenggrøfter på.

Hellinga på grøftene i lengderetninga må veljast med omtanke. Helst bør hellinga vere større enn 10% (1:10) for å få vatnet unna. For sterkt fall derimot kan gje fare for erosjon og masse-transport. Grøfter med sterkt fall må

difor vurderast med tanke på sikring etter føresegnene i Håndbok 018.

Terrenggrøftene bør førast fram til eksisterande bekkar eller elver der ein veit at vassføringa ikkje fører til isproblem på vegen. I nokre høve er det likevel naudsynt å føre terrenggrøftene fram til fjellskjeringa. Ein må då syte for at vatnet vert førd frostfritt gjennom vegen. Nærare omtalt i fortsetjinga.

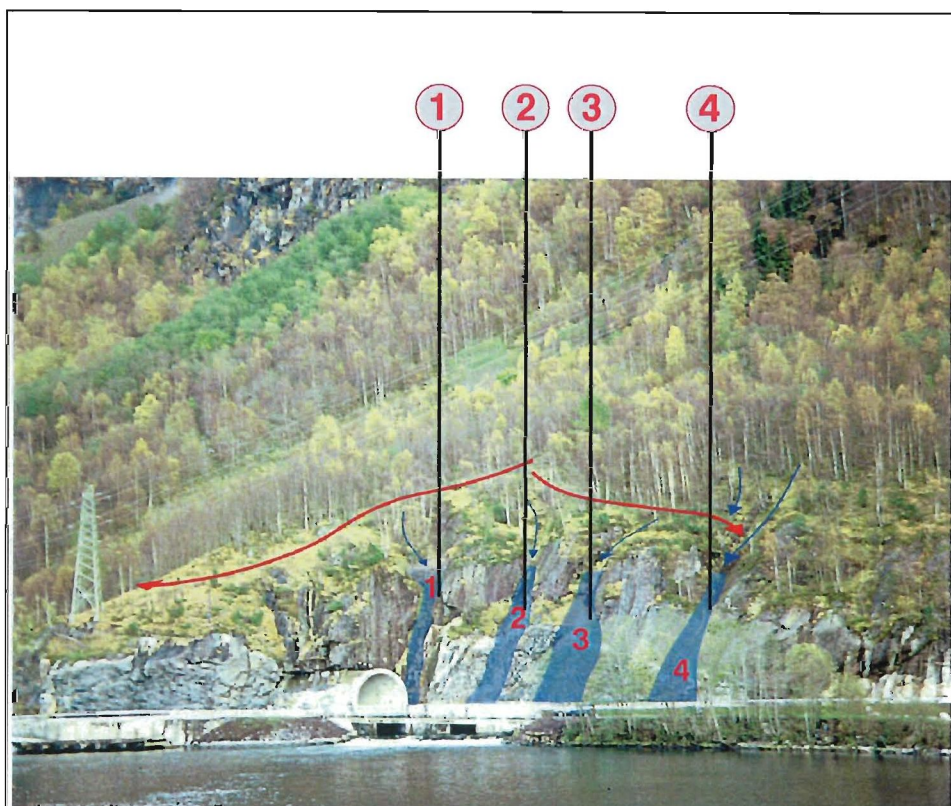


Fig. 25
Eksempel på bruk av terrenggrøfter. Biletet viser lokaliseringa av to terrenggrøfter som er grave ut for å avskjere drensvegane. Venstre grøft er førd ned til ei elv i bakgrunnen, medan høgre grøft fører fram til område 4. Vatnet i dette løpet er førd ned til vegen i ei utsprengd renne. (sjå også fig. 24) E39 Matretunnelen.

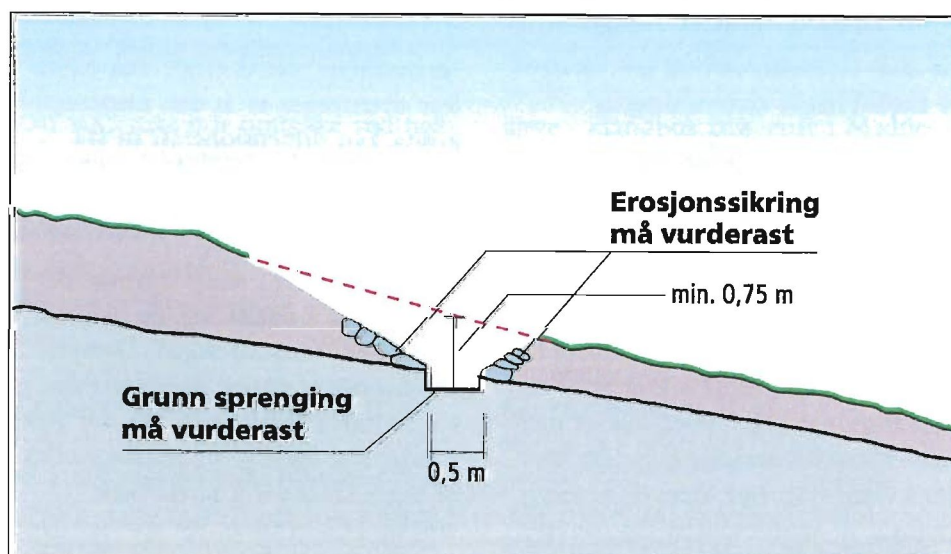


Fig. 26
Utforming av opne terrenggrøfter



Fig. 27
«Etter grøftinga» jfr. fig.
25.
Ev 39 ved Matre

2.2.3 Kanalisering av vatnet i naturlege drensvegar

Der iskjøvinga kjem ut frå naturlege, konsentrerte drensvegar vil den beste løysinga oftast vere å få ei betre kanalisering av vatnet framfor å leie vatnet parallelt vegen til ei større elv eller bekk. Det er då viktig at kanaliseringa vert utført slik at den lave vintervassføringa ikkje får høve til å fryse i det nye løpet og at ein unngår at vatnet spreier seg utover svaberg eller fjellskjeringar. Ein av

føremonene med å fylgje den naturlege drensvegen er at den utsprengde grøfta kan dimensjonrast ut frå vintervassføring utan omsyn til vassføringa under flaum.

Kanaliseringa må starte ovanfor der isen brukar å danne seg, og den må førast heilt fram til vegen. Dersom bekkeløpet er dårleg kanalisert der ein startar utsprenginga kan det vere naudsynt å sprengje ut terrenggrøfter til begge sider for å samle mest mogleg av sigevatnet før det vert ført ut på svaberga, fig. 28.

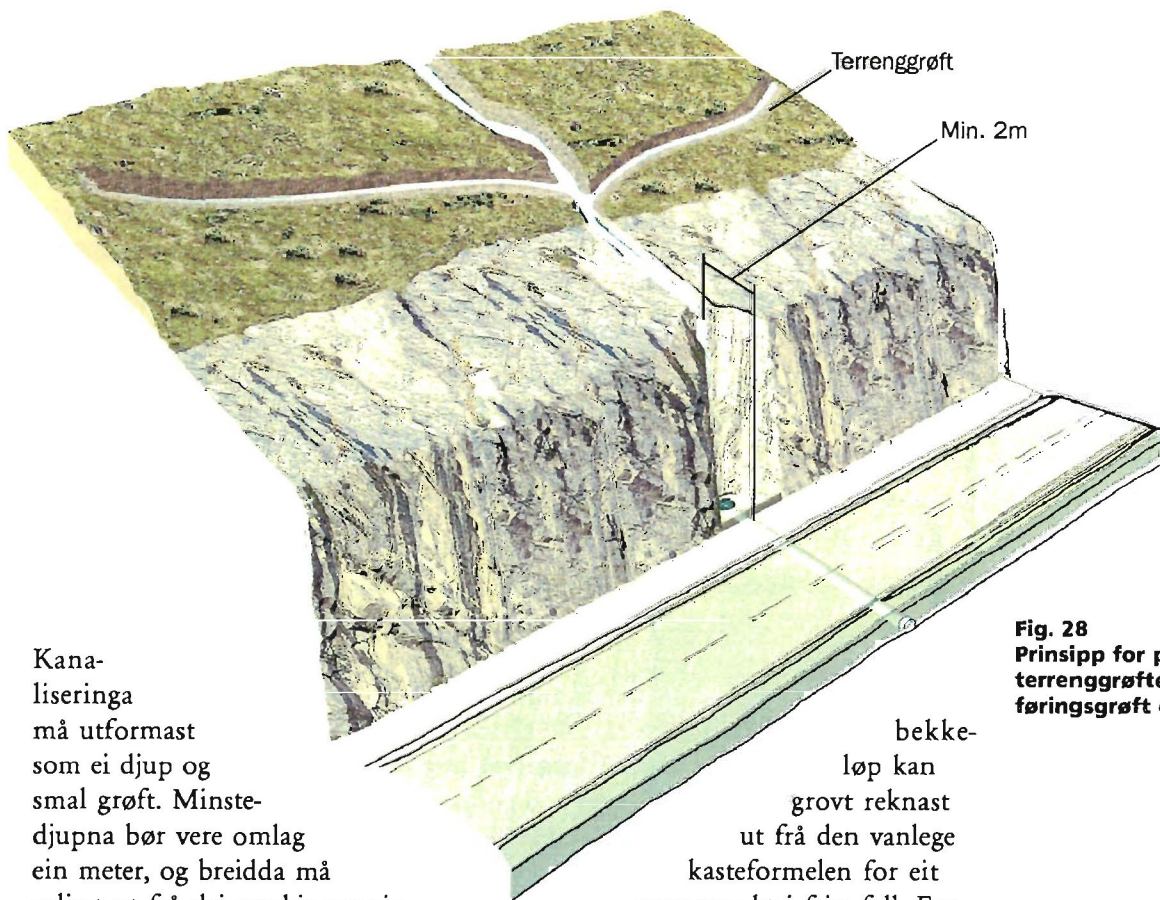


Fig. 28
Prinsipp for plassering av terrenggrøfter, nedføringsgrøft og renne.

Kanaliseringsmå utformast som ei djup og smal grøft. Minstdjupna bør vere omlag ein meter, og breidda må veljast ut frå dei maskinene ein har til arbeidet. Maksimal breidde synest å vere 1,5 m.

Der ein av ymse årsaker ikkje kan utføre kanaliseringa med sprenging av grøft, kan ein samle vatnet med oppsetting av ein betongmur. Ein slik mur kan vere uheldig reint estetisk, og ein må difor legge vekt på utforminga av denne, fig. 58.

2.2.4. Nedføringsrenner

Det må visast stor omtanke ved nedføring av bekkeløpet frå toppen av fjellskjeringa og ned til veggrøfta. I dette kritiske partiet må ein både dimensjonere med tanke på vintervassføringa og vassføringa i flaumperiodar.

I flaumperiodar skal det utsprenge bekkeløpet ha tilstrekkeleg kapasitet til å ta unna dei store vassmengdene utan at flaumvatnet når inn i veggen. Utløpslengda L for vatnet i eit

bekkeløp kan grovt reknast ut frå den vanlege kasteformelen for eit massepunkt i fritt fall. Formelen gjev samanhengen mellom høgdeskilnaden (H) og lengda frå toppen av skjeringa til der vatnet treff veggrøfta (L). Dette som ein funksjon av terrenghellinga (α) og farta på vatnet (v).

$$H = L \tan \alpha + 0,5g L^2 / (v \cos \alpha)^2$$

Denne samanhengen er vist grafisk i fig. 29 for 4 ulike verdiar for farta på vatnet og med terrenghelling på 10° og 20° overfor skjeringa. Farta på vatnet kan reknast ut frå føresegnar gjeve i Håndbok 018, eller i Meddelelse nr. 22 frå Veglaboratoriet.

Der nedføringsrennene ikkje er markerte i fjellskjeringane, spreier iskjøvingane seg ofte til sidene, og dei kan då få eit stort omfang, fig. 15.

Utsprenging av nedføringsrenner bør difor ha ei djupne på minst 2 m, og dei bør vere så smale som mogleg, fig. 28.

Alternativt kan ein samle vatnet på toppen av skjeringa og føre det ned

til grøfta i eit røyr. Inntaket til dette røyrret bør isolerast mot frost, men sjølve røyrret treng ikkje vere isolert. Knekkjen i botnen og framføringa av vatnet til næraste stikkrenne bør likevel utformast slik at ein unngår iskjøving.

samband med prosjektet skal dei stort sett vere gode. Ulemper med røyr kan vere dei estetiske sidene og krava til vedlikehald av røyr og inntaktsdam.

Dei seinare åra har ein hatt gode røynsler med å føre konsentrerte vassle-

kasjar i tunnelane ned til grøftene ved hjelp av plater av PE-skum, innstøpt i sprøytebetong. Dette prinsippet kan og overførast til nedføring av konsentrerte vassløp i fjellskjeringar. Denne løysinga er kanskje noko betre reint estetisk enn røyr montert i fjellveggen. Samstundes gjev løysinga ein viss isolasjon mot frosten.

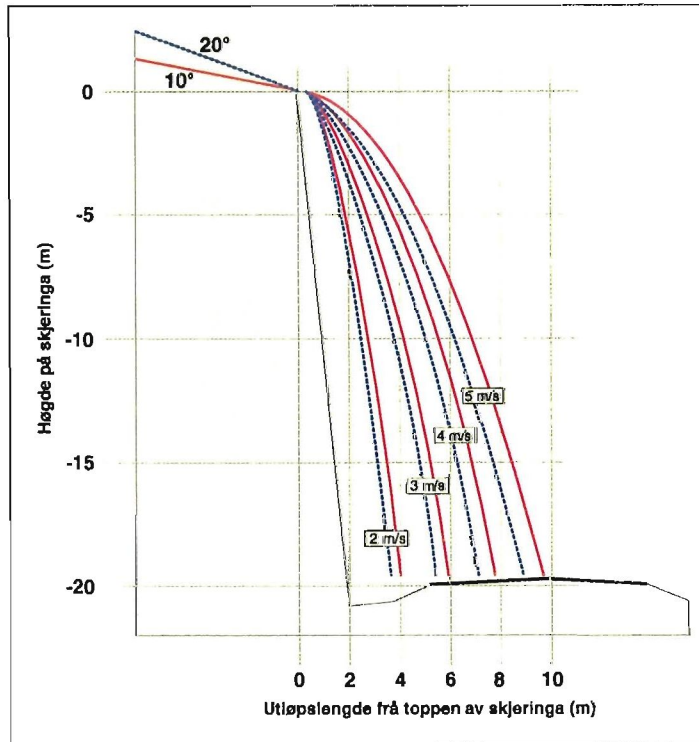


Fig. 29
Utrekna kastebane for flaumbekkar basert på ei terrenghelling ovanfor fjellskjeringa på 10° og 20°, og med fart på vatnet på 2,3,4 og 5 m/s.

Det er utført nokre få forsøk med å samle vintervassføringa i røyr. Røynslene er så langt ikkje dokumentert, men i fylgje opplysingar som er samla inn i

Dei seinaste åra har det og vore utført forsøk med å isolere fjellskjeringane med plater av PE-skum for å føre vatnet frostfritt ned til



Fig. 30
Plater av PE-skum festa med boltar i fjellveggen og dekte med armeringsnett og sprøytebetong. Ev18 Porsgrunn

grøftene. Platene er festa til fjellet med boltar, og det er vidare lagt eit issikringsnett på utsida av platene, fig. 30 og 56. Dette er ei dyr løysing, og ei løysing som også gjev eit estetisk uheldig inntrykk. Ein tilrår

varsam bruk av denne metoden då utsprenging av ei nedføringsrenne, eventuelt kombinert med eit issikringsnett, i dei fleste tilfella gjev eit like godt resultat - med ei mindre investering.

Eigna stadar for terrenggrøfter og nedføring av bekkar.

Der det er mogleg å byggje terrenggrøfter er dette truleg det beste og rimlegaste sikringsalternativet for å hindre isras. Terrenggrøfter har best verknad der djupna til fjell er moderat. Det må også vere mogleg å føre terrenggrøftene fram til ein naturleg drensveg, eller til ein del av vegskjeringa der vatnet ikkje gjer skade.

Terrenggrøfter er til liten nytte der ein stor del av vatnet som fører til iskjøving er vatn som renn langs sprekker i fjellet.

Mange av områda med isproblem finn vi ved naturlege drensvegar der vatnet renn ut på bratte svaberg eller ut over fjellskjeringar. I slike områda er det ofte ei god løysing å kanalisere og føre vatnet ned til vegen i ei utsprengd renne eller røyr

2.3 UTFORMING AV BREIE VEGGRØFTER

2.3.1. Val av grøftebreidde

Israsa som losnar frå ei nær vertikal skråning har moderat utløpslengde. Det er tydeleg at der grøftene er

gjort spesielt breie i samband med nye vegar er det sjeldan at isen rasar inn i vegbana.

Røynsler viser at det er ein markert reduksjon av isfall i vegen når breidda på grøfta vert auka frå 2 m til 3 m, fig 31. Ved smalare grøfter



Fig. 31
Grøfter som er 3 m eller breiare fangar opp dei fleste iskjøvingane som fell ned frå fjellskjeringar lavare enn 10 m.
Rv 15 Skredestranda.

enn 2 m vil dei aller fleste israsa nå inn i vegbana. Derimot vert dei fleste av rasa fanga opp av grøftene når desse har ei breidde på 3 m eller meir. I slike grøfter er det berre særleg store ras, ras frå høgder over 10 m og ras frå skråflater som skaper problem.

Håndbok 018, Vegbygging, set krav til grøftebreidde i fjellskjeringar utsette for steinsprang, fig. 32. Dei generelle krava er at breidda skal vere minst 3 m der skjeringshøgda er mellom 3 m og 10 m, og minst 4,5 m for 10-20 m høge skjeringar. Desse

krava samsvarar også godt med dei krav ein har til ei trygg utforming av grøftene mot isras. Ein hovudkonklusjon er difor at vegnormalene sine krav til grøftebreidde i område utsette for steinsprang også er tilstrekkeleg der israsa losnar i fjellskjeringar med helling 5:1 eller brattare.

Ein vil likevel tilrå at grøftebreidda vert auka utover krava i fig 32 der det er stor vassføring i flaumperiodar og der det er særleg stor iskjøving om vintrane.

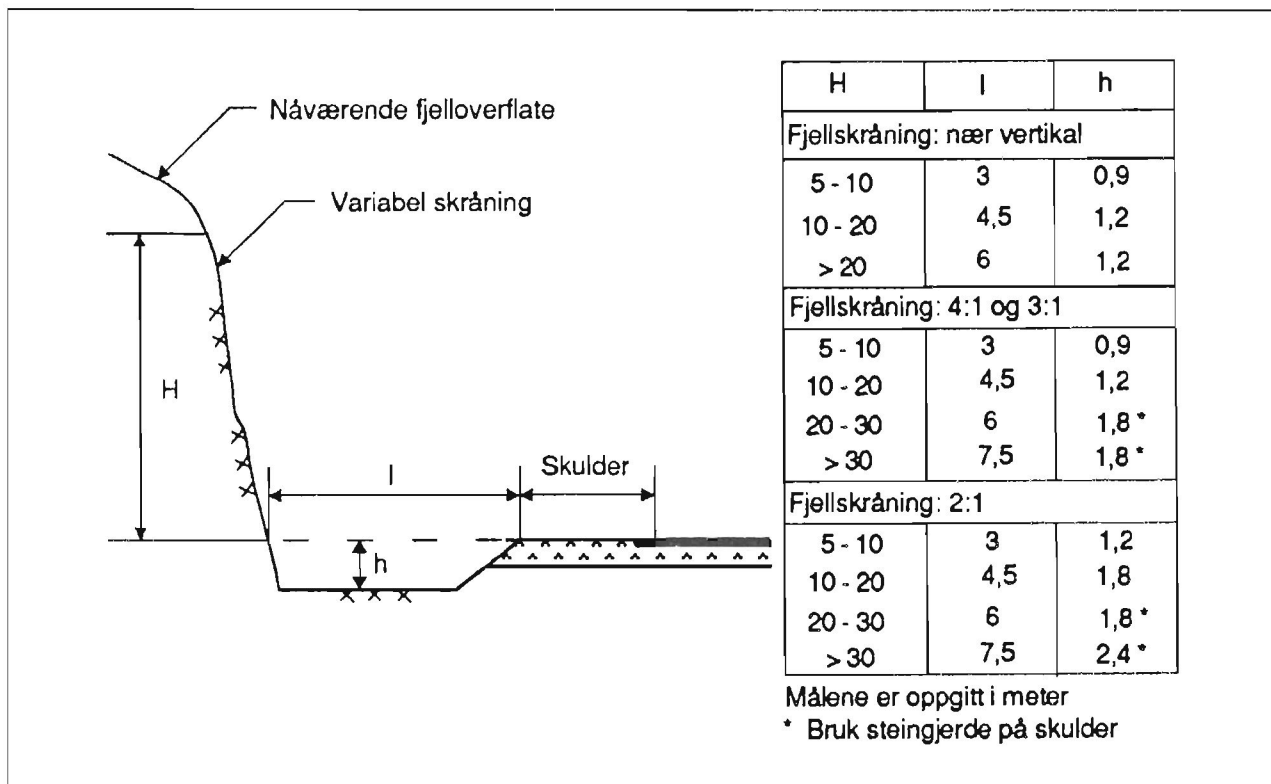


Fig. 32
 Vegnormalane sine krav til grøftebreidde for vegar utsette for steinsprang

2.3.2. Utforming av grøftene

Utforming av grøftene er ofte eit kompromiss mellom ei effektiv og rimeleg drenering og god trafikktryggleik. God tryggleik for trafikantar i tilfelle utkøyring i skjeringar krev ei grunn grøft med slake grøfteskråningar, medan ei god drenering vert enklast med ei djup og open grøft.

Der ein har 3 meter breie grøfter bør ein utforme grøftene med helling 1:4. Alternativt kan ein auke hellinga til 1:3 dersom krava til grøftedjupne krev dette. I skjeringar med ei viss vintervassføring bør likevel desse grøftene verte avslutta med ei smal og djup grøft inn mot fjellveggen, fig 33.

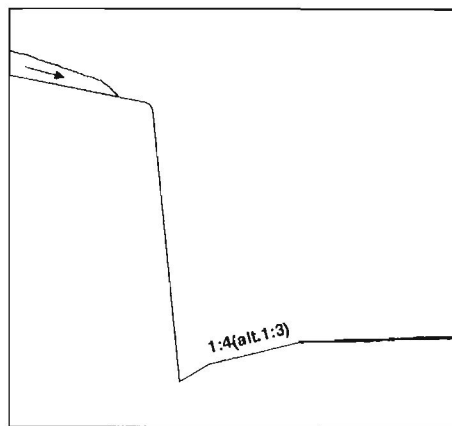


Fig. 33
Ei open 3 m brei grøft bør utformast med helling 1:4, og med ei smal og djup grøft inn mot fjellveggen. Det siste dersom det er ei viss vintervassføring i grøftene.

Lukka drensgrøfter har dei seinaste åra vorte meir vanleg i fjellskjeringar for å få ei meir trafiktrygg utforming av grøftene. Desverre kan slike grøfter vere mindre gunstig med tanke på iskjøving. For det fyrste vil overdekkinga av drensleidninga verte tett grunna frosten. Dette gjer at vatnet i liten grad kan renne ned i den lukka drensgrøfta. Dessutan kan den opne og grunne grøfta føre til at den lave vintervassføringa dannar iskjøvingar, som kan vekse inn i vegbana.

Lukka drens-system i fjellskjeringar med vintervassføring krev ei anna utforming enn det som vegnormalane føreskriv. På slike stadar bør ein montere ei djup og smal betong- eller plastrenne i botn av grøfta inn mot fjellskjeringa for å samle vintervassføringa best mogleg. Breidda på denne renna bør ikkje vere over 25 cm, og det er ein føremon om djupna er noko større enn breidda, fig. 34.

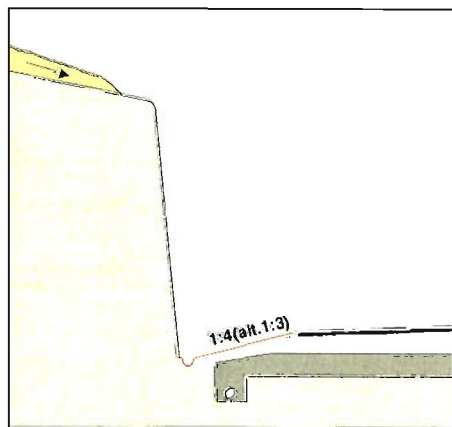


Fig.34
Dersom ein har grunne og opne grøfter i ei skjering med vintervassføring bør ein montere smale renner i botnen av desse.

Det har i dei seinare åra vorte meir vanleg å fylle tilbake lausmasser mot fjellskjeringane, spesielt der skjeringshøgda er stor. Dette av estetiske grunnar og for å auke tryggleiken for trafikantane ved utkøyringar, fig. 35. Denne løysinga kan føre til at isras og steinsprang får eit lenger utløp enn dei elles ville få. Ein bør difor vise varsemd med å bruke ei slik løysing der det er fare for nedfall frå skjeringane. Finn ein det likevel rett å bruke denne varianten er det viktig at tilbakefyllinga ikkje får ei høgde utover krava som er fastsett i Håndbok 018. Generelt ligg dette kravet på 0,5 eller 1,0 m over vegbana, avhengig av trafikkmengder og vegtype, fig 35.

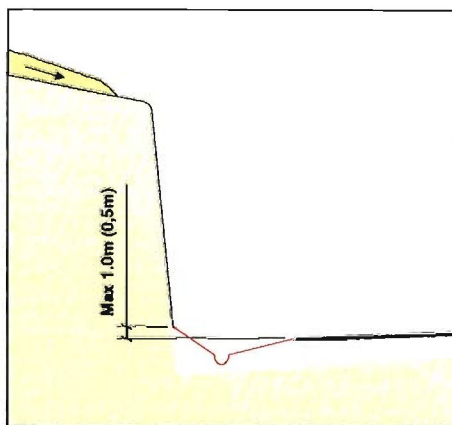


Fig. 35
Vegen kan vere utsatt for steinsprang og isras dersom fjellskjeringane er tilbakefylt med lausmasser mot fjellveggen. Dersom denne løysinga vert valt, bør ein ikkje fylle opp meir enn krava i Vegnormalane føreskriv, og ein bør montere ei smal vassrenne i botn av grøfta.

2.3.3. Eigna område for breie grøfter

Breie vegggrøfter har vist god effekt for å fange opp isras. Dei har i tillegg også andre positive føremonar:

- betrar siktlengda i kurver
- aukar tryggleiken mot steinsprang
- gjev god lagringsplass for utbrøyta snø
- kan hindre vasssprut på veggen i flaumperiodar
- aukar tryggleiken ved utkøyringar

Generelt kan ein seie at breie grøfter er mest aktuelt der skjeringshøgda ikkje er for stor og der ein ynskjer å oppnå ein eller fleire av dei sideeffektane som er nemnt ovanfor.

2.3.4. Utforming av fjellskjeringane

Fjellskjeringar vert oftast utført med helling 10:1. Steile hellingar har ein føremon ved at israsa fell ned vertikalt og får korte utløp. På den andre sida er faren for at iskjøvingane skal velte inn i veggen større når fjellveggen er bratt.

Der iskjøvingane veks heilt ned til grøftene er det difor gunstig med ei slakare helling, t.d. 5:1. Iskjøvingar som har støtte i foten finn ein i moderate skjeringshøgder, mellom 5 og 8 m. Ei utslaking utover 5:1 bør ein likevel unngå for å hindre at utløpslengda aukar (fig 21).

Einskilde stadar er store fjellskjeringar utført med terrassering av omsyn til faren for steinsprang. Kvar terrasse har ei høgde på omlag 10 m. Breidda bør vere omlag 3 m for å kunne utføre naudsynt vedlikehald om sumrane. Denne utforminga har vist seg å ha god innverknad både på steinsprang og isras. Mot isras vil ein og få ein enda betre effekt dersom den øvste terrassen vert utført som ei terrenggrøft. Ei terrasert skjering vert meir kostbar enn ei tradisjonell skjering, og er difor berre aktuell der ein ventar store vanskar med isras og steinsprang.

2.4 ISSIKRINGSNETT

2.4.1. Bruksområde og konstruksjon

Issikringsnett vert brukt for å armere isen og binde den til fjellsida slik at den ikkje rasar ut under smelteperiodane, fig 36. Best effekt av nettet får ein dersom det er festa med ein viss avstand frå fjellveggen (fig. 38).

Tyngda av isen vert med nett overført til fjellet gjennom festa i øvre ende av nettet og gjennom boltane festa til fjellveggen. Nettet fører til at isen ikkje brotnar i småstykke når fastheita vert redusert. Netta vil og hindre dei store rasa i å losne etter at isen har tina fri frå fjellveggen.

Når fjellskjeringa ikkje er sikra med nett er det gjerne fleire periodar med ras kvar vinter. Dette fører til at sjølve fjellskjeringa er eksponert for isdanning i

fleire periodar. Med nettsikring vert isen hengande i nettet også under mildversperiodar om vinteren. Grunna isolasjonseffekten kan difor ein større del av overflatevatnet renne frostfritt bak isen og ned til vegen sitt grøftesystem. Med for smale grøfter kan nettsikring gje ein auka tendens til iskjøving.

Til issikring vert det i dag brukt eit sekskantnett, fig 37. Kvar tråd har ein tjukknad på 2,7 mm, og tråden er galvanisert og vidare verna mot korrosjon med eit plastbelegg av PVC-materiale. Føremålet med sekskantkonstruksjonen er at nettet ikkje skal rakne opp dersom det vert skadd.

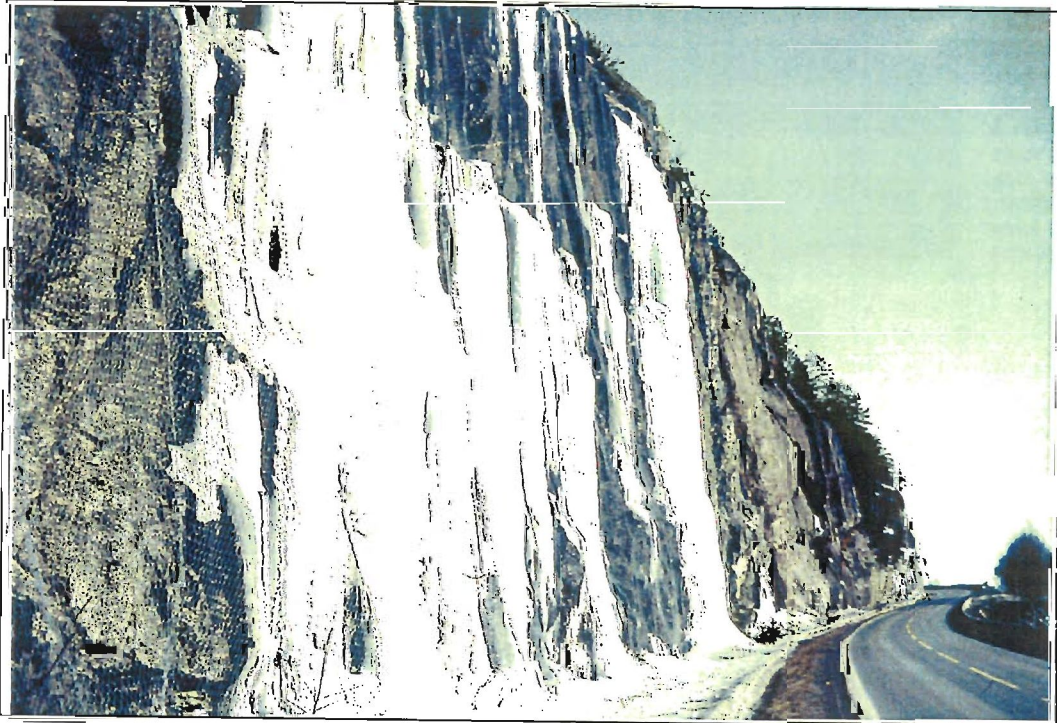


Fig.36
Issikringsnett
vert montert i
fjellskjeringar for
å armere isen slik
at den ikkje rasar
ut i mildvers-
periodane.
Rv 70 Sunndalen.



Fig. 37
Til issikring vert
det brukt seks-
kantnett bunde
saman av gal-
vaniserte trådar
verna av eit PVC-
belegg. Netta vert
festa til fjellet
med avstands-
boltar plassert i
eit fem-kort
mønster.
E39 Halså.



Fig.38
 Nettet vert til vanleg plassert 20-30 cm ut frå fjellveggen. Dersom det er ujamne fjellsider er det viktig at nettet dannar ei jamn flate, noko som krev varierende boltelengder.
 Rv 7 Kvanndal

2.4.2. Dimensjonerande laster og vedlikehald

Issikringsnetta er påverka av store laster og naturgjevne påkjenningar. Dette påverkar netta si levetid og kostnadene til reparasjonar og vedlikehald. Dei viktigaste lastene er:

- tyngda av iskjøvingane
- fallenergi frå steinsprang og isras som losnar inne i nettet
- fallenergi frå steinsprang og isras frå stor høgde
- påkjenningar frå rydde- og vedlikehaldsarbeid i grøftene
- korrosjon grunna surt overflatevatn og mekanisk slitasje frå partikkelførande vatn
- trafikkskadar

Dei mest vanlege, og ofte også dei mest alvorlege skadane på issikringsnetta, skuldast nedfall av is og stein som losnar inne i nettet. Den store avstanden mellom nettet og fjellveggen kan føre til at steinar som losnar får stor fart før dei vert stogga av nettet, fig 39. For å redusere kostnadene til vedlikehald er det difor viktig at alle fjellskjeringar vert reinska og eventuelt sikra med boltar før issikringsnett vert sett opp.

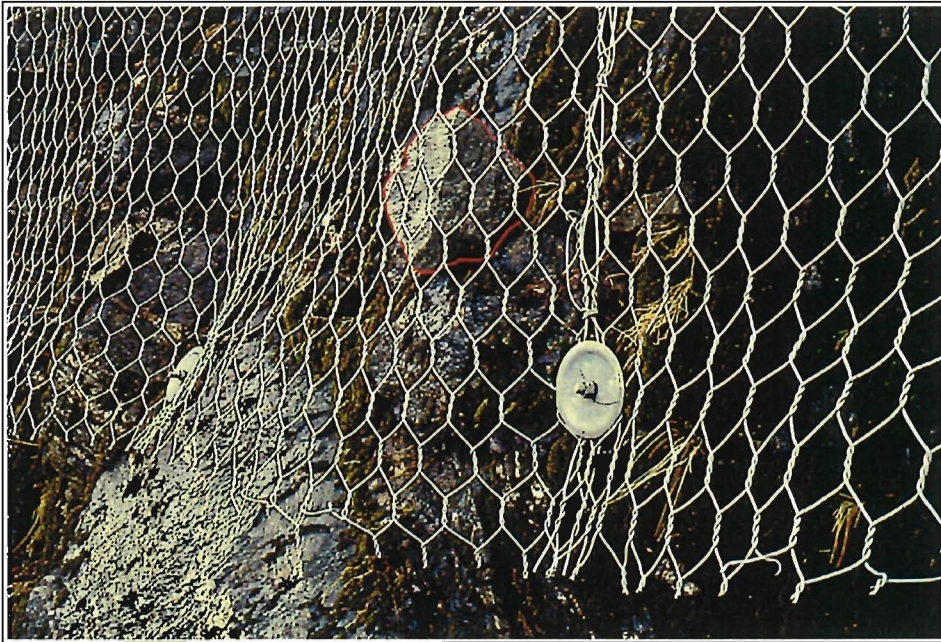


Fig. 39
Issikringsnett har god effekt for å sikre vegen mot nedfall av både is og stein. Det er likevel viktig å reinske og sikre skjeringane før netta vert sett opp. Dette for å unngå at nettet vert fyllt med stein i botn. E39 Halså.

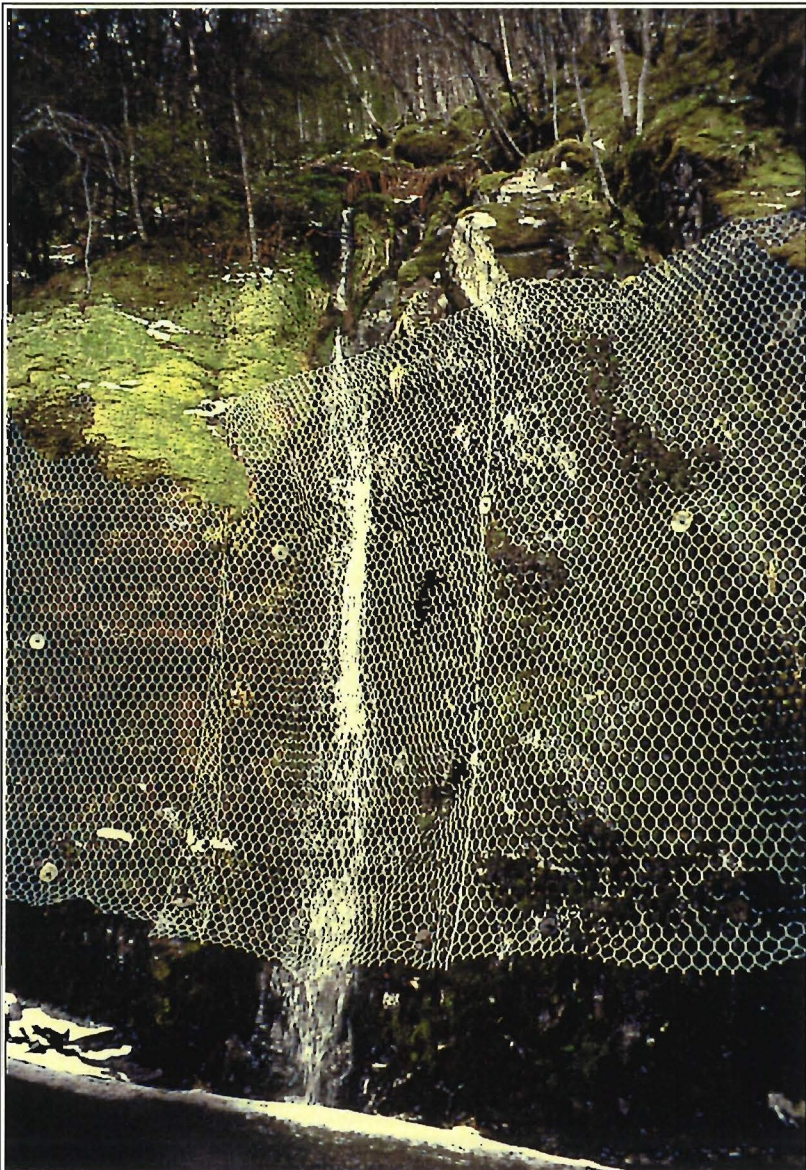


Fig. 40
Issikringsnett oppsett over bekkar er utsett for store laster og for korrosjon. Ein bør difor heller sprengje ut nedføringsrenner framfor å sette opp nett der vassføringa er stor. E39 Halså

Netta har vist seg å vera mest utsett for korrosjon der det renn mykje vatn over desse, fig 40. Dette slit av korrosjonsbelegget, og netta vil ha ei avgrensa levetid i slike miljø. Ein bør difor vise varsemd med å montere issikringsnett der det er stor vassføring. Særleg gjeld dette der det også er transport av leire og sandpartiklar i samband med flaum.

Det er viktig at alle delar som er i kontakt med nettet, som boltar, skiver og wire, er varmforsinka. Ein bør vidare vera merksam på at boltane ikkje vert plassert på stadar der dei vert overfløymd av vatn. Dette vil auke faren for korrosjon og vil seinare føre til at netta rustar opp rundt boltane, fig 40.

Med den kunnskapen ein har idag bør eit nett ha ei levetid på omlag 30 år. Levetida er mest avhengig av faren for korrosjon på nett og boltar og for skadar frå steinsprang. Levetida er og avhengig av at det vert utført eit jamnleg tilsyn for å reparere skadar etter kvart som dei oppstår. Røynslene så langt er at det er naudsynt å utføre eit omfattande vedlikehald mellom kvart 5.-10. år for å fjerne steinar som er fanga opp av netta og for å skifte ut einskilde boltar.

Fig. 41
Nettet vert bretta inn og festa med ein gjennomgåande wire til augeboltar i toppen av nettet. E39 Halså.



2.4.3. Montering

I toppen av fjellskjeringa

Det er viktig å feste nettet heilt inn til fjellet der nettet startar i toppen av fjellskjeringa. I øvre ende av nettet er noverande praksis å brette nettet og tre ein wire gjennom kvar tredje opning. Wiren vert vidare festa til augeboltar, min. 25 cm i lengde og 19 mm i diameter, for kvar 1,5 m, fig 41. Dersom det er lausmasser eller dårleg fjell i festepunktet må lengda på boltane aukast.

Løysinga med bruk av wire og augeboltar har vist seg å vere ei god løysing, og det er hittil registrert lite skadar på netta der denne løysinga er valt.

Nettet bør avsluttast 1-2 meter ovanfor frostsone, det vil seie der isen byrjar å danne seg, fig 42. Dersom denne frostsone er ei overgangssone mellom lausmasser og bart fjell vil ei montering av nett 1-2 meter inn på lausmassene også binde foten av massene og dermed hindre erosjon og steinsprang på vegen i flomperiodar. I dei fleste høve er frostsone og overgangssone samanfallande.

Eit svakt punkt ved montering av dei fleste netta er det konvekse partiet på toppen av fjellskjeringane, fig 42. Grunna det store strekket i nettet vert nettet ofte pressa heilt inn mot fjellet på dette partiet, og mindre isras kan verte utløyst der nettet ikkje lenger har avstand til fjellet. Over det konvekse partiet må ein enten auke talet på boltar eller ein kan og legge opp impregnert rundtømmer for å få den rette avstanden.

Mange stadar, der det er fare for nedfall av jord og stein ovanfor skjeringane, er netta ofte avslutta med ein avstand mot terrenget for å fange opp desse små-rasa. Dette er ei løysing ein bør vere varsam med. For det fyrste gjev denne løysinga dårleg styrke til å ta opp vertikalkreftene. Dessutan vil nettet lett verte fyllt med stein, noko som seinare kan føre til eit dyrt og omfattande vedlikehald. I slike tilfelle vil ein rå til at skråningane ovanfor nettet vert sikra separat mot nedfall av jord og stein med oppsetting av enkle fanggjerde, til dømes Sognemur, fig 43 og 47.

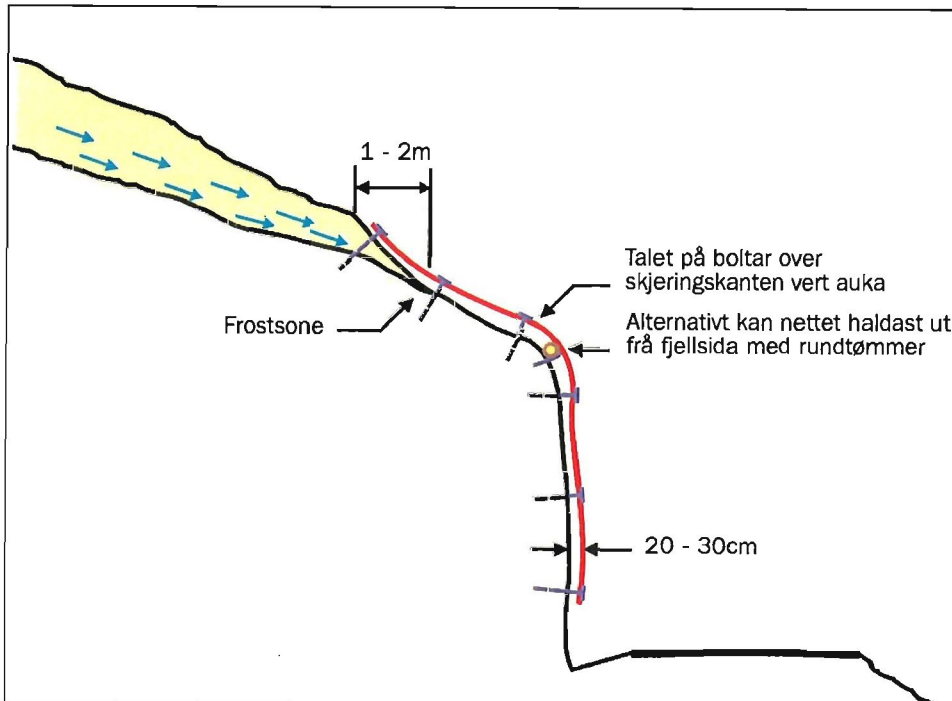


Fig. 42
Øvre ende av nettet bør starte 1-2 m inn for frostsone. Over skjeringskanten bør nettet haldast ut frå fjellsida ved å auke talet på boltar eller ved å legge opp rundtømmer.

I fjellskjeringa

Røynslene viser at ein avstand mellom fjellet og nettet på 20 - 30 cm gjev ei god armering av isen. Det er likevel berre unntaksvis at ei fjellskjering er så jamn at ein kan definere ein fast avstand mellom fjellet og nettet. I ujamne fjellsider må ein legge vekt på fylgjande:

- Nettet må ikkje liggje heilt inntil fjellveggen over areal større enn, 0,5-1 m². Dette kravet fører til at fjellboltane må plasserast på utstikkande parti i staden for etter eit fastlagt mønster. Det kan og vere naudsynt å auke talet på boltar i fjellskjeringar som ikkje er jamne. Sjå fig. 38.
- Det bør i samband med levering av nett og boltar leverast nokre ekstra lange boltar for at ein kan få nettet til å danne ei jamn overflate, eller for å få ei djupare forankring i dårleg fjell.
- Nettet bør ikkje setjast opp med overheng. Der ein vert tvinga til å presse nettet inn mot skjeringsveggen er det betre å hengje nettet fritt og vertikalt. I nokre høve vert det då naudsynt å montere eit nett innanfor for å binde isen i holromma slik at israsa ikkje gjer skade på det ytre nettet. Maksimal avstand mellom fjellveggen og nettet bør vere 80-100 cm. Sjå fig. 43.

Kvar nettlengde vert sydd saman med kantrådar. Desse viser seg å ha tilstrekkeleg styrke mot islastane, men skadar grunna nedfall inne i netta viser seg oftast i nettskøytane. Nokre fylke gjer difor nettkonstruksjonen sterkare ved å montere band langs alle skøytane. Dette er ikkje naudsynt, men eit sterkare nett i lengderetninga kan vere ynskjeleg der det er særleg store ismengder, eller der nettet heng fritt i ei større lengde.

Til vanleg vert det nytta kring 0,4 boltar pr. m² for å feste nettet. Boltane vert plassert i eit fem-kort mønster med omlag 3 m mellom kvar bolt og ein i midten, fig. 37. I røynda tek avstandsboltane opp lite av vertikalkreftene av islasten, og skadar på boltane skjer berre der ein har nedfall av is og stein direkte på boltane.

På jamne fjellsider og i godt fjell er det tilstrekkeleg med 60 cm lange 16 mm boltar for å halde nettet ut frå fjellet. Boltane vert festa

omlag 20-30 cm inn i fjellet med polyester. I dårleg fjell og der ein treng større lengde på avstandsboltane er det naudsynt med lenger boltar. Ein rår til bruk av standardiserte lengder på 80 eller 120 cm boltar. Dei kortaste kan nyttast opp til ein avstand på 50 cm og 120 cm boltar opp til 80 cm avstand.

Røynsler har vist at når terreng slakare enn kring 60° (1,7:1) vert sikra med isnett, vert tyngda av isen og snøen så stor at nettet vert pressa ned mot terrenget. Det kan difor vere meir rett å støtte foten av iskjøvingane med støtteforbyggingar på slike svaberg, sjå kapittel 2.5.

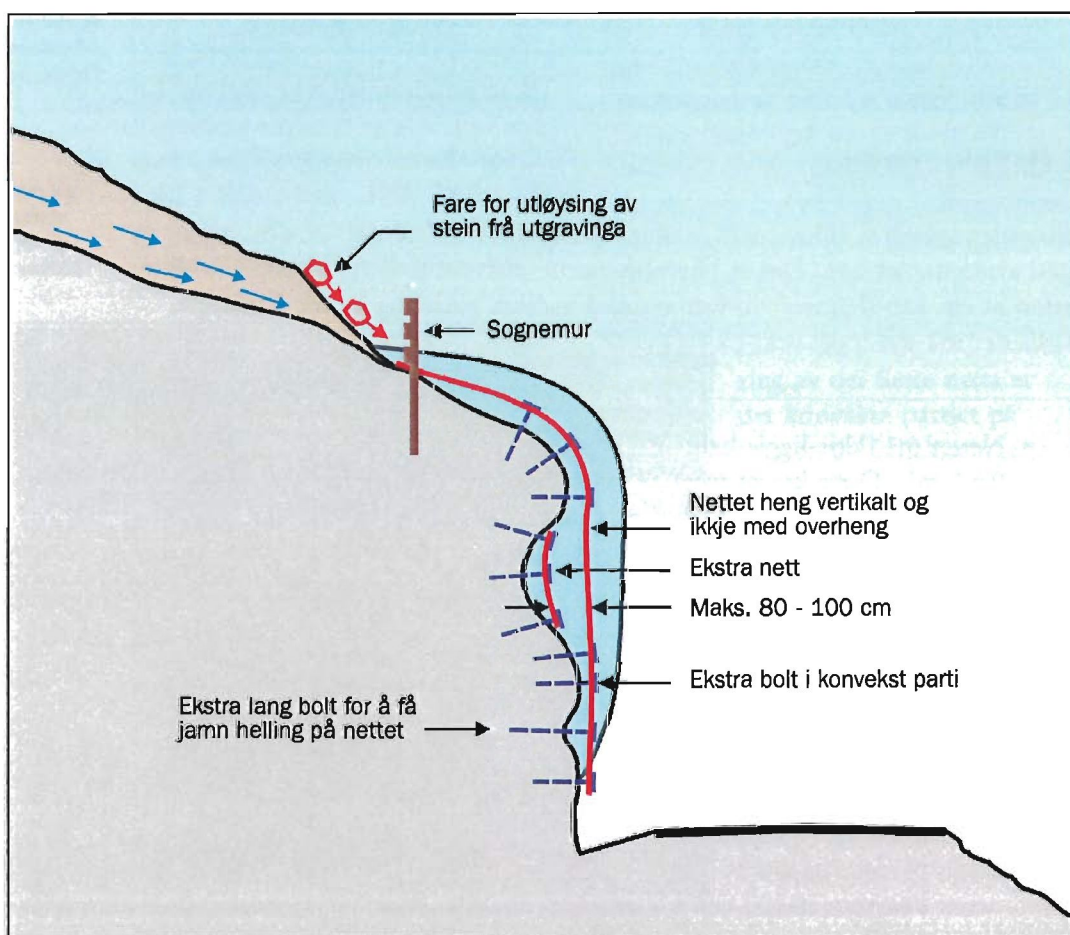


Fig. 43
Montering av
nett i ujamne
fjellsider.

Avslutning i botnen

Dei viktigaste faktorane ein må ta omsyn til når ein avsluttar netta mot grøftene er:

- fare for iskjøving nedanfor netta og i vegggrøftene
- trafikktryggleiken
- skadar på netta ved grøftrensing og fjerning av brøytekantar
- vedlikehaldet av netta

Ein høgdeskilnad på 2 m mellom vegen og nettet bør vere den normale høgda for avslutninga av netta. Denne høgda gjev ei god arbeidshøgde ved fjerning av stein, samstundes som krava til trafikktryggleik er ivareteken. Det er då også enkelt å utføre maskinelt vedlikehald i grøftene. Ei lavare høgde kan unntaksvis veljast dersom ein har problem med iskjøving i grøftene. Nettet kan og avsluttast noko høgare dersom grøftene er meir enn 3 m breie.

Noverande måte å avslutte netta i botnen er å kutte dei opp til rett lengde, og å feste dei til fjellveggen med vanlege boltar for kvar 1,5 m, i nær kontakt med fjellet, fig 37 og 39. Denne praksisen har vist seg å ha fleire uheldige sider. For det fyrste har nettendane lett for å stikke ut frå fjellveggen grunna den naturlege krumminga. Desse endane gjev eit dårleg estetisk inntrykk og er dessutan trafikkfarleg dersom syklistar eller fotgjengarar kjem i kontakt med nettet. I tillegg fører den tette boltinga til at stein som vert fanga opp av netta vert hengande i nedre del i staden for å falle ned i grøftene, fig. 39. Skiver som er montert heilt inn mot fjellet har også ein tendens til å korrodere raskare dersom dei ofte er i kontakt med vatn.

Ein tilrår difor at alle nett vert avslutta med ei tilbakebretting og fastsyng slik at endane vert liggjande inn mot fjellveggen, fig. 44 og 45. Vidare er det ein føremon om det vert tredd ein wire gjennom denne bretten for å halde nettet betre saman. Derved kan ein redusere talet på boltar til kvar 3. m i nedre ende. Slik kan ein lettare riste ut steinar som er fanga opp av netta.

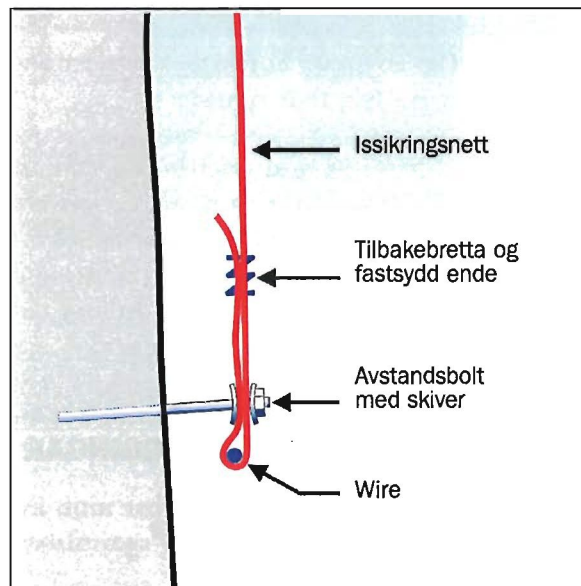


Fig. 44
Framlegg til avslutning av nettet i botnen med tilbakebretting og gjennomgåande wire.

Fig. 45
Avslutning av nettet i botnen med tilbakebretting



2.4.4. Elgna område for bruk av nett

Røynslene med issikringsnett er gode og dei er i dag ein av dei viktigaste sikringsmetodane ein har. Netta synest også å vere kostnadseffektive på dei fleste stadar der dei er montert. Issikringsnett er ei god løysing der ein må kombinere sikring både mot steinsprang (frå fjellskjeringa) og isras.

Dei områda der netta har vist seg å ha best resultat er:

- Fjellskjeringar, 6-10 m høge, der grøftebreidda varierar mellom 1 og 3 m.
- Fjellskjeringar høgare enn 10 m med grøftebreiddar mindre enn 5 m.
- Steile svaberg

Det er likevel ei rekkje stadar der andre tiltak kan gje større vinning, til dømes i fylgjande område:

- Vegar med grøftebreiddar mindre enn 1 m.
- I utkurver og nær kryss der ein av omsyn til trafikktryggleiken set store krav til siktilhøva.
- I område med stor vassføring under nedbørsperiodar
- Der terrenget har ei helling mindre enn 60° (1,7:1).

2.5 STØTTEFORBYGGINGAR

med desse forbyggingane er at dei skal binde snødekket og slik hindre at snøen losnar. Sjå mellom anna omtale i Håndbok 167, Snøvern.

2.5.1. Bruksområde

Busetnad vert ofte sikra mot snøskred ved å sette opp støtteforbyggingar i skreda sine losneområde. Føremålet

Statens vegvesen Sogn og Fjordane har i fleire år brukt den same metoden mot isras ved å sette opp rekkverkskinner på svaberg for å gje

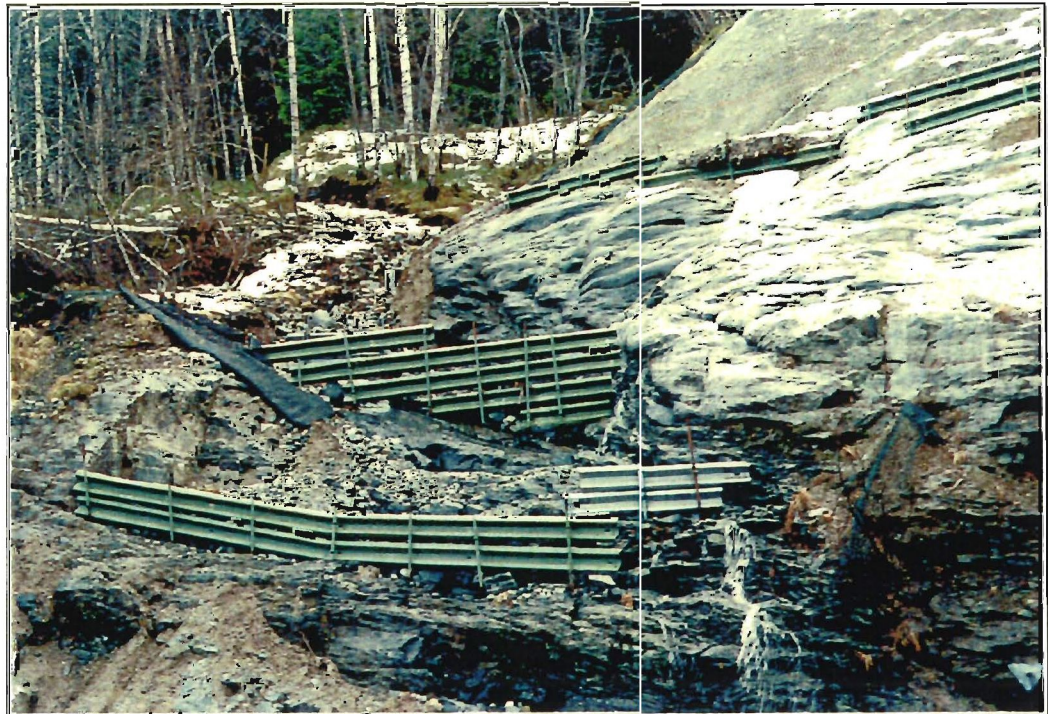


Fig. 46 Støtteforbyggingar av rekkverkskinner er effektive til å hindre at isen glir ut, men har ei uheldig utforming ut frå estetiske krav. Rv 15 Kongenes-tunnelen.

støtte for iskjøvingane, fig 46. Forbyggingane har vist seg å vere effektive, men gjev desverre ei lite god estetisk utforming.

Ein føresetnad for at støtteforbyggingar skal ha god effekt mot isras er at terrenget er slakt nok til at rasa er av typen «utgliding». Det vil seie at terrenghellinga må vere mellom 30° og 70° .

Svaberg med helling mellom 40° og 60° er også ofte utsett for utglidingar av snø og mindre snøskred. Ei støtteforbygging vil også halde snøen på plass, og er difor ein god metode for å hindre utgliding av både is og snø.

Oppsetting av støtteforbyggingar vil skape eit meir stabilt snødekke på dei bratte svaberga. Isolasjonseffekten til snødekket vil difor redusere tendensen til iskjøving, men vil samstundes auke vintervassføringa og faren for iskjøving i veggroftene og inn i vegen.

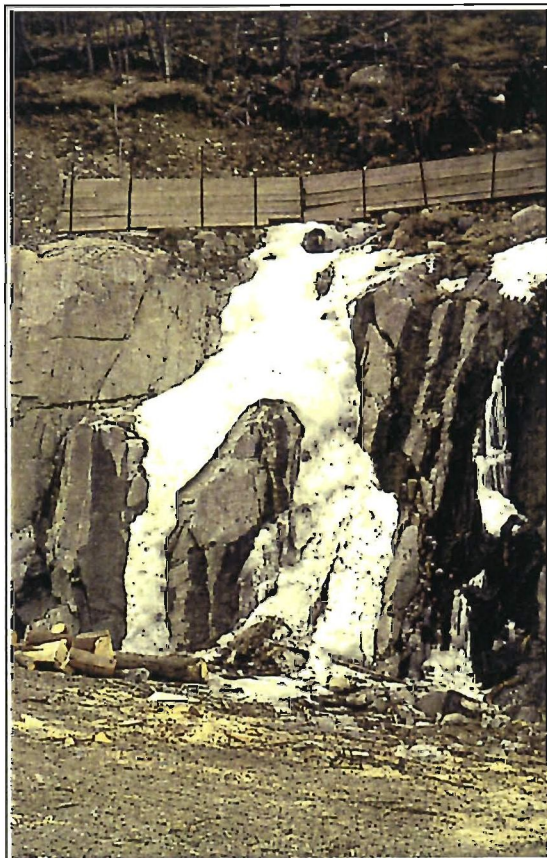


Fig. 47
Enkle fanggjerdar og støtteforbyggingar er effektive til å halde lausmasser, is og snø på plass. Dei hindrar likevel ikkje at sigevatnet renn gjennom og danner kjøvingar på nedsida av forbygginga.
Rv 37 Tinnsvøgen

2.5.2. Konstruksjon og dimensjonering

Ei støtteforbygging vil bremse ei iskjøving, men den vil ikkje hindre at vatn renn gjennom forbygginga. Vatnet kan danne ei ny iskjøving nedanfor forbygginga. Støtteforbyggingar må difor setjast opp i fleire rader dersom svaberget er stort i utstrekning, fig. 48.

Den øvste rada bør plasserast maksimalt 10 m nedanfor der isdanninga byrjar. Det avgjerande for

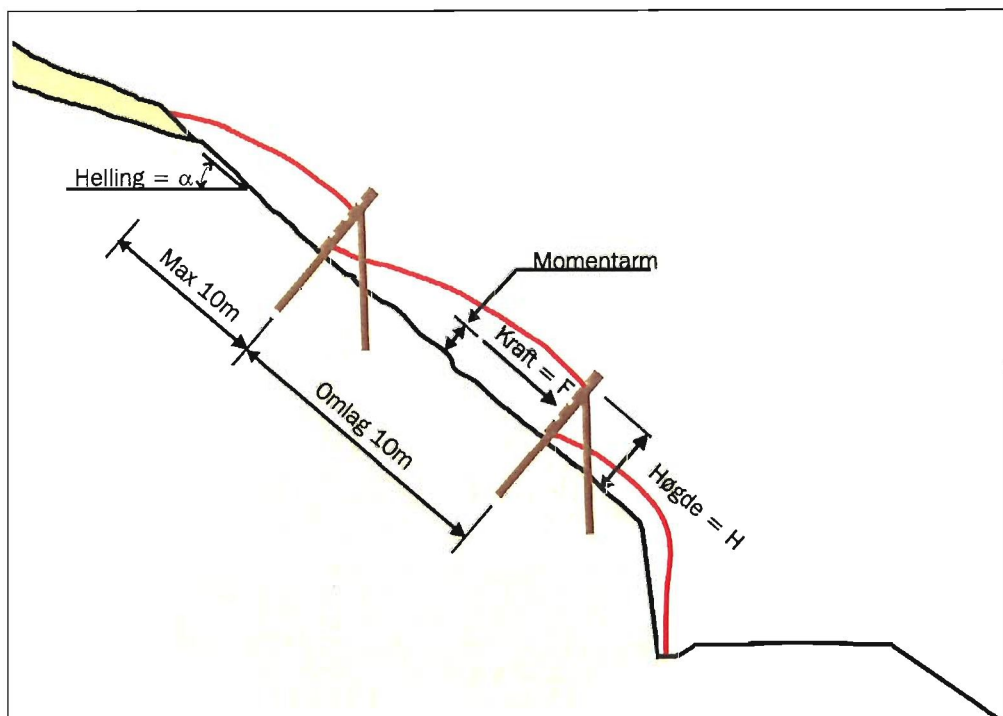


Fig.48
Plassering av støtteforbyggingar - og laster som verkar på desse.

val av denne avstanden er at iskjøvinga skal vekse heilt fram til forbygginga før periodane med isras startar opp. Nedanfor den øvste rada bør det setjast opp nye rader for omlag kvar 10 m, så langt som svaberget har ei rasfarleg helling.

Støtteforbyggingane må dimensjonerast for å stå i mot både lastane frå isen og snøsiget. På iskjøvinga verkar det ei gravitasjonskraft nedover som har ein komponent parallelt med svaberget, og ei friksjonskraft i motsett retning. Dei dimensjonerende islastane kan reknast ut frå fylgjande formlar:

$$\text{Normalkraft: } F = \rho g H L (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (\text{N/m}) \quad (4)$$

$$\text{Moment: } M = 0,3 F H \quad (\text{Nm/m}) \quad (5)$$

der: ρ =tettleik (900 kg/m³)

g =gravitasjonskonstanten (9,81 m/s²)

H =høgde på iskjøvinga (0,3-0,5 m)

L =lengda mellom radene

α =hallinga på terrenget

μ =friksjonskoeffisient (0,5)

For snølasta kan ein bruke ein forenkla versjon av formelen til McClung, Larsen og Borg-Hansen (1985) :

$$\text{Normalkraft: } F = (1,6 \sin \alpha + 0,2 \cos \alpha) \rho g H^2 \quad (\text{N/m}) \quad (6)$$

$$\text{Moment: } M = 0,4 F H \quad (\text{Nm/m}) \quad (7)$$

der h i denne formelen er snøhøgda målt vertikalt, tettleiken, $\rho=400$ kg/m³.

Snølasta er dominerande fyrst når snøhøgda overstig 1,5-2,0 m.

Høgda på støtteforbyggingane bør vere minimum 1,0 meter, men høgda bør aukast til gjennomsnittleg snødjupne i snørike område.

2.5.3. Eigna område for støtteforbyggingar

Støtteforbyggingar er mest eigna der ein har svaberg med helling 40° - 55°, og der det er problem med både nedfall av is og snø. Ved hellingar mellom 55° og 65° må det vurderast i kvart einskild tilfelle om ein vil sikre med issikringsnett eller støtteforbyggingar.

Det trengst enno utviklingsarbeid for å kome fram til ein god modell for støtteforbyggingar både med tanke på dimensjonering og utsjånad.

2.6 FANGGJERDER

2.6.1. Bruksområde

Fanggjerdar vert montert for å fange opp isras i fart. Gjerda har same funksjon som steinsprangnett. Steinsprangnett vert også brukt mot isras.

2.6.2. Konstruksjon og dimensjonering

Dimensjoneringsgrunnlaget for fanggjerdar er at støytenergien til isblokkene eller steinspranga skal fangast opp. Denne er uttrykt ved $E = 0,5mv^2$ der m er massen til blokka og v er farta. Sjå fig. 49. Farta kan reknast ut frå likning 2, sjå side 27. Den vil oftast variere mellom 10 og 20 m/s og vil sjeldan vere større enn 30 m/s.

Til vanleg har israsa mindre støytenergi enn steinsprang då isen sin tettleik berre er ein tredel av steinen sin. Dessutan har israsa større friksjon mot terrenget og derved mindre fart. Til vanleg er det sjeldan at eit isras har ein støytenergi som er større enn 200 kJ (kNm). Til samanlikning vert steinsprangnett oftast dimensjonert for 400-1000 kJ. Det er difor steinspranga som vert dimensjonerande for netta.

Det er to typer gjerder som er aktuelle for sikring mot isras. Det mest brukte er eit steinspranggjerde montert ovanfor skjeringskanten, fig. 50. Eller ein nyttar eit stivt fangjerde som vert montert nær inntil vegen, fig. 51.

Steinspranggjerda har netta montert på nedsida av stolpane for at gjerda skal

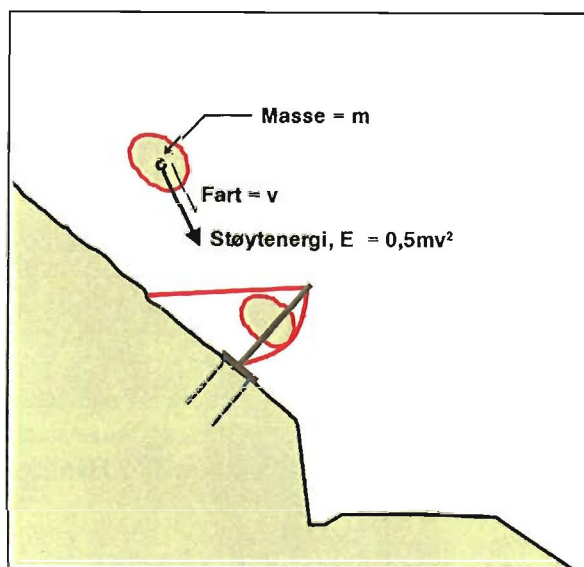


Fig. 49
Ei isblokk i fart har støytenergien $E = 0,5mv^2$. Denne energien vert lettast fanga opp med ettergjevande steinsprangnett.

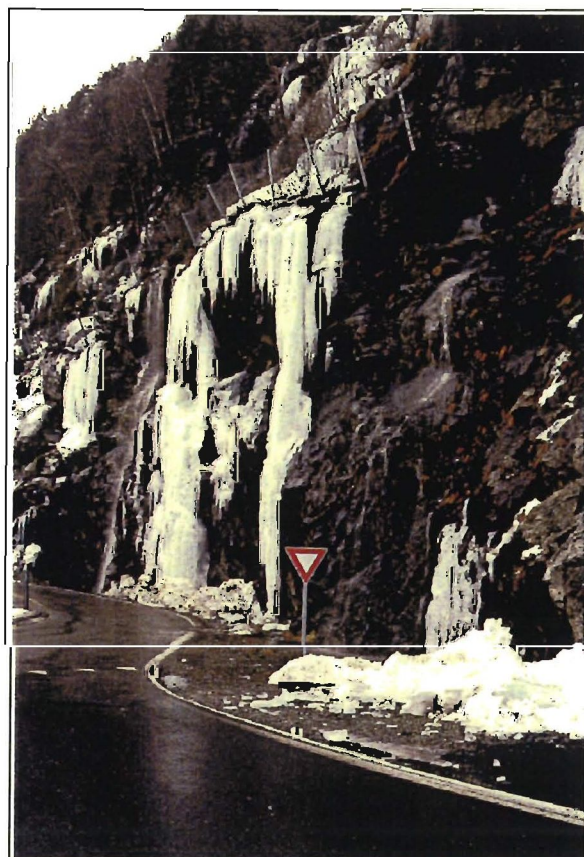
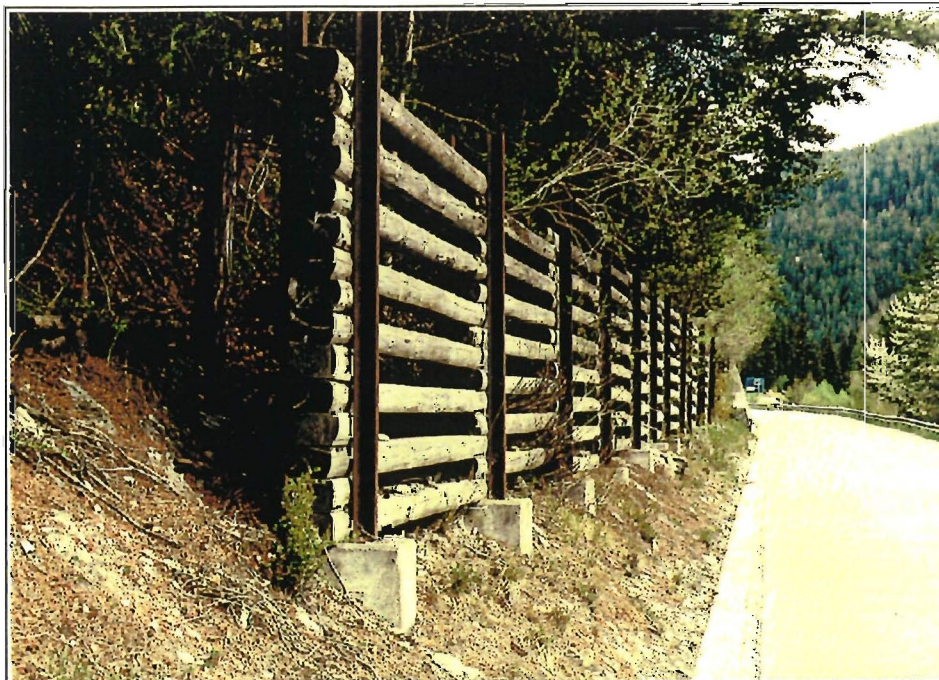


Fig. 50
Steinsprangnett brukt i område utsett for nedfall av både stein og is. Rv 7 Bruravik ferjekai.

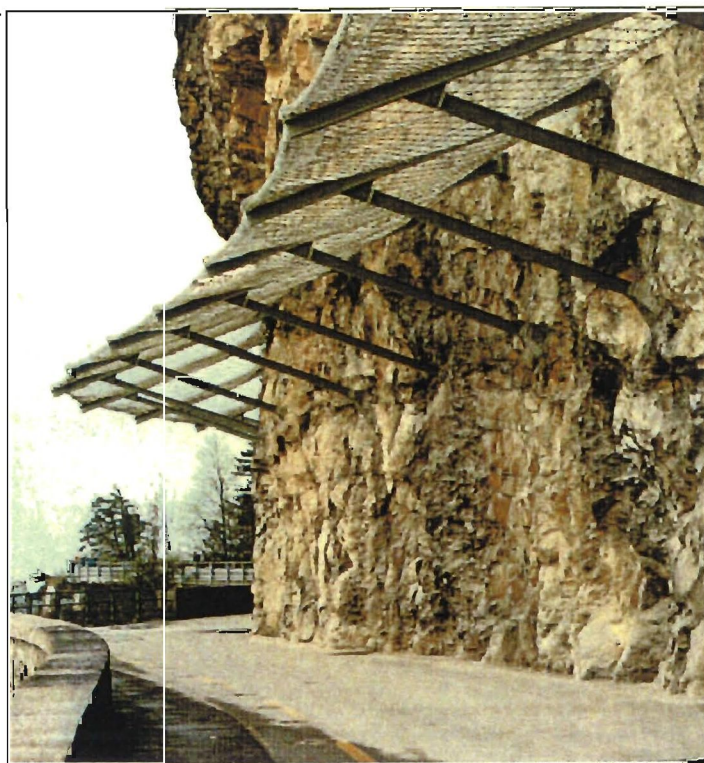
Fig. 51
Eksempel på stivt fang-
gjerde bygd opp av stål-
bjelkar og boks av tre.
Engadin, Sveits.



vere ettergevande og spreie lastane frå steinspranga over fleire felt. Gjerda har ei høgde på 2-3 m, og kostnadene varierar sterkt med fundamenteringstilhøva. Bruk og oppsetting er nærare omtala i Håndbok 165, Sikring av vegskråningar.

Stive fanggjerder, montert nær inntil vegen, er brukt i stor utstrekning i Sveits og Austerrike for å fange opp mindre steinsprang. Dei er truleg også aktuelle for bruk langs norske vegar der ein har ei tilstrekkeleg brei grøft på innsida av fanggjerdet. Dette for å kunne utføre maskinelt vedlikehald. Støytenergien bør ikkje vere for stor ved denne sikringsmetoden.

Fig. 52
Eksempel på fangjerde av
nett bygd som eit tak.
(Foto: Geobrugg AG,
Sveits)



Ein avart av fanggjerde, som enno ikkje er utprøvd i Noreg, er å montere nett som eit tak over vegen, fig. 52. Dette er ei kostbar løysing, men likevel langt rimlegare enn tunnel og rasoverbygg. Metoden er berre aktuell i svært bratt terreng, og på vegar med smale grøfter.

2.7 MINDRE BRUKTE SIKRINGSMETODAR

2.7.1. Montering av boltar

NSB og Statens vegvesen, Hordaland har fleire stadar montert boltar på steile svaberg og i fjellskjeringar, fig. 19 og 53. Målsettinga med montering av boltane er å oppnå ei forankring av isen ved at denne frys fast til boltane.

Røynslene med bruk av boltar viser at dei bind isen godt, og særleg ved hellingar mindre enn 60° har dei god effekt. I steile fjellskjeringar vil ein framleis få mindre nedfall av is når denne tinar fri frå boltane.

Trass i at effekten av boltane er god, har andre sikringsmetodar ofte fleire fordelar. Mellom anna har nett ein betre sikringseffekt både mot is og stein, samstundes som netta gjev ei betre løysing reint estetisk. Skilnaden i kostnader mellom nett og boltar er også så liten at nett er å foretrekke.

På bratte svaberg er støtteforbyggingar det viktigaste alternativet til bruk av boltar. Også i dette høvet er det liten skilnad i kostnader mellom dei ulike alternativa. Eit pluss for støtteforbygging er at den også hindrar utglidning av snø frå svaberg.

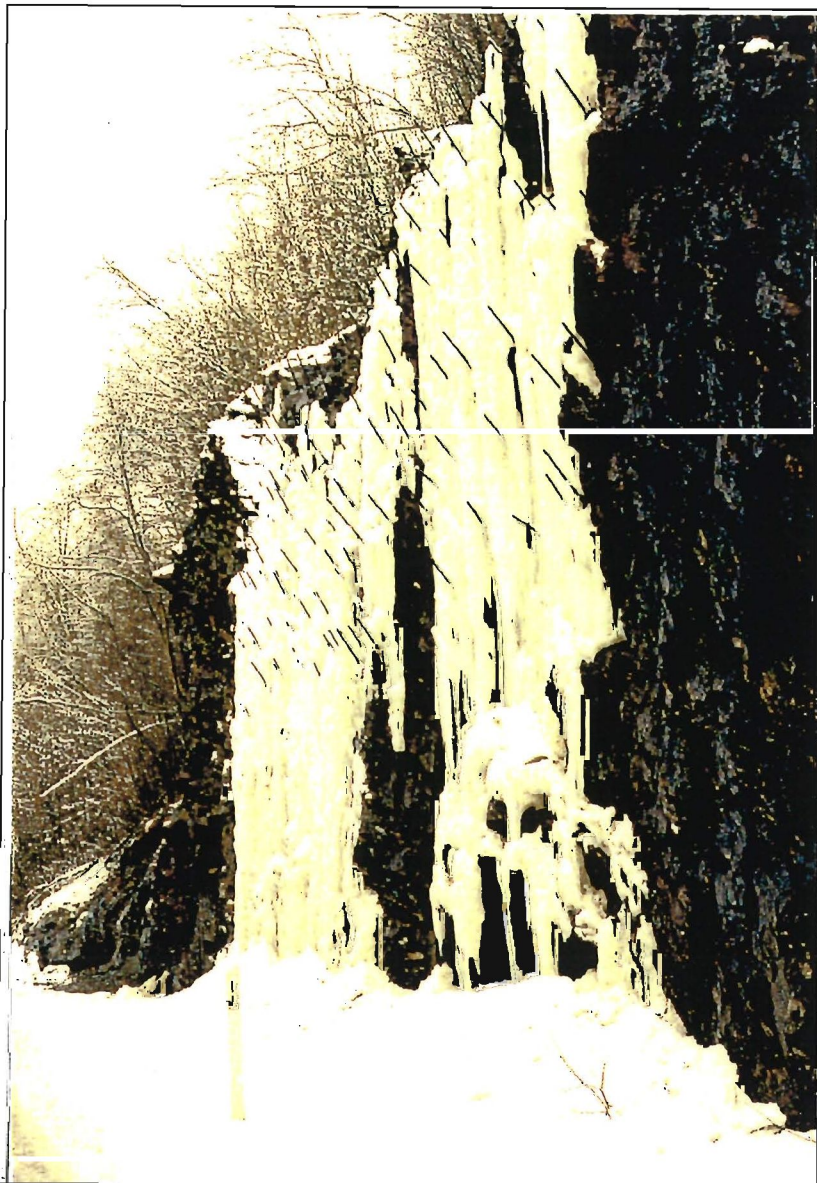


Fig. 53
Eksempel på bruk av boltar for å forankre iskjøvingane.
E16 Flage.

2.7.2. Fangvollar og fangmurar

Fangvollar og fangmurar vert brukt som sikring av vegar mot snøskred og steinsprang. Til vanleg er dei 3-6 m høge, og vert plassert enten nær inntil

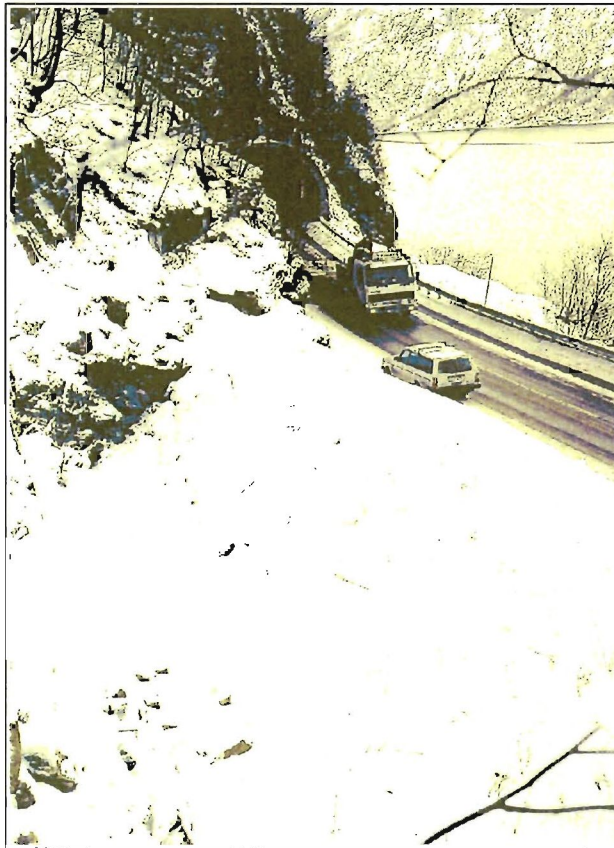


Fig. 54
Fangmur i tilknytning til magasin. Løysinga har vist seg effektiv både mot stein og isfall.
Ev 16 v/Hettatunnelen

Fig. 55
Fangvollar er eit alternativ for å fange isras frå stor høgde.
Fv 421 Roskevaulen



vegen, eller parallelt med vegen på utslakingar i terrenget, fig. 54 og 55. Til vanleg trengst ei utflating på minimum 15-20 m for å gje plass til ein større fangvoll. Tilsvarande breidde for ein fangmur utført som tørrmur på begge sider er 8-12 m. Sikringseffekten til fangvollar og fangmurar er god mot steinsprang og våtsnøskred, og noko dårlegare for tørrsnøskred og sørpeskred.

Fangvollar og murar vil også vere effektive til å fange opp isras frå stor høgde, men sidan isras har moderate utløpslengder samanlikna med andre rastyper, vil ei utflating på 10-15 m i dei aller fleste høve vere tilstrekkeleg som sikring mot is, fig. 21. Fangvollar og fangmurar er difor sjeldan aktuelt utan at vegen også er utsett for andre rastyper. Fangvollar vert oftast bygd nær vegen.

I enkelte høve har vegen også vorte sikra ved å lage ei utflating i toppen av lausmassene gjerne ved topp av ura og tett inntil fjellveggen. Slike utflatingar har vist seg å ha god effekt for å samle opp nedfall av både is og stein.

2.8 SIKRING AV TUNNELMUNNINGAR

2.8.1. Årsaker til iskjøving i tunnelmunningane

Det er tidligare dokumentert at tunnelmunningane er særleg utsett for iskjøving og nedfall av is i vegen. Dei viktigaste grunnane er:

1. Val av tunnel framfor ei dagløyising er ofte eit resultat av dramatiske terrengformasjonar. Tilhøva for iskjøving nær tunnelmunningane ligg difor tilrette.
2. Tunnelpåhogga vert ofte - ut frå geometriske og linjemessige krav - plassert ved markerte dalsøkk og innkurver. I mange høve fell dette saman med vassførande svakheitssoner i landskapet. Isdanning vert lett resultatet.
3. Av omsyn til kostnader er mange av forskjeringane sprengd ut med smale -ja alt for smale grøfter. Dette er særleg tydeleg langs eldre vegar, men førekjem og på relativt nye anlegg, fig. 6, s.6.2. og fig. 58.
4. Tunnelmunningane er også utsette for istappar som veks ned frå taket og inn i køyrebaneprofilet. Denne iskjøvinga kan føre til særleg kostbart vedlikehald dersom fjerning av isen krev lenger transport av spesialmaskiner. Istappane og issvullane som dannar seg under desse medfører ein stor fare for trafikkulukker.
5. Lengda av portalane er ofte redusert til eit minimum, og for eldre tunnelar manglar dei gjerne heilt.

Fig. 56
Tunnelmunningar er særleg utsett for iskjøving og nedfall av is. Problema med vatn og is gjev stundom spesielle og estetisk sett lite gode løysingar. E16 Kjenestunnelen.



Fig. 57
Problema med iskjøving og nedfall av is mot tunnelportalen er redusert ved montering av plater av PE-skum og issikringsnett. Denne løsinga er ikkje estetisk god og andre alternativ burde vore vurdert.
E136 Sørnestunnelen

Fig. 57 viser døme på dei vanskane vatnet kan skape sjølv for nye tunnelar. Denne tunnelen er bygd med ei 2 m brei grøft heilt fram til tunnelportalen og portalen stikk 1-4 m ut frå påhogget. Likevel har det vist seg naudsynt å sette opp plater av PE-skum på svaberget ved portalen. Dette som frostsikring mot sivevatnet. Eit issikringsnett er plassert utanpå for å armere isen som likevel vert danna. Dette tiltaket har god effekt for å sikre vegen mot isras og kjøvingar, men løysinga er ikkje estetisk god og den er kostbar. Ei betre løysing ville truleg vore å føre vatnet i ei terrenggrøft over tunneltaket i bakre del av svaberget. Alternativt kan vatnet samlast opp og førast ned i røyr, eller portalen kan forlengjast.



2.8.2. Sikring

Håndbok 021, Vegtunneler, set mellom anna desse krava til planlegging og utføring av tunnelpåhogg:

- «Ved plassering av tunnelpåhogg skal det også tas hensyn til fare for snø-, is- og steinras, overflatevann og fare for skade på nærliggende eiendom.»
- «For å eliminere trafikkfare ved utrasing av blokker eller stein ved snørå, nedfallende is eller liknende og for å hindre at vann renner utover påhogget og ned i vegbanen, bygges portaler i tunnelmunningene. Slike kan sløyfes der forholdene på stedet er gunstige. Portalen føres tilstrekkelig langt ut fra påhugget slik at den tar imot nedfall av stein og is.»

Registreringane frå arbeidet med rassikringsrapportane viser desverre at det er mange tunnelar som ikkje er bygd i samsvar med desse retningslinene. Noko av årsaka er at det har vore lite vanleg å kartlegge drenstilhøva under planlegginga av portalane. Difor har iskjøving berre i nokre få høve vorte ein dimensjonerande faktor ved val av lengde og utforming.

Ved planlegging av nye tunnelmunningar, og ved sikring av eksisterande, er det viktig at ein tek omsyn til vatnet som drenerar fram mot vegen. Slik kan ein hindre isras, unngå at istappar veks ned frå tunnelmunning, og at vatnet i grøftene kjøver inn i veggana.



Fig. 58
Murane kunne med fordel vore erstatta med terrenggrøfter. Grøftebreidda ved tunnelmunning er også i snauaste laget. Fv 346 Modalstunnelen .

Der det i ettertid viser seg at portallengda er i kortaste laget vert det gjerne laga improviserte løysingar, med fangmurar over påhogget, for å lede vekk sigevatnet. Reint estetisk vert dette sjeldan velukka. Sjø fig. 58 og 59. Ei terrenggrøft vil - i mange høve vere ei langt betre løysing - både estetisk og økonomisk.



Fig. 59
Breie grøfter inn mot tunnelen og fangmur over tunnelpåhogget reduserer faren for iskjøving og nedfall av is i vegen. Rv 15 Hjelletunnelen.

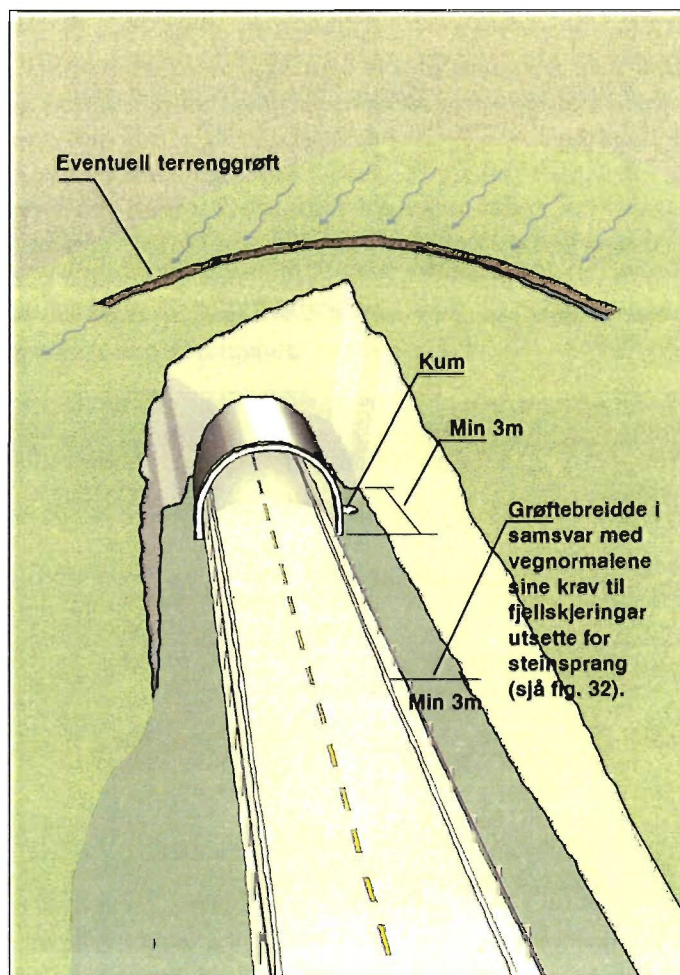


Fig. 60
Tunnelmunningar bør sikrast mot nedfall av is og stein ved å sprengje ut breie grøfter i forskjeringa og ved å byggje portal som fangar opp dei markerte vassiga mot munningen. Terrenggrøft over tunneltaket bør byggjast dersom dette er mogleg.

Tilhøva for å bruke terrenggrøfter ligg ofte vel tilrette nær tunnelmunningar. I samband med forarbeidet til tunneldrifta er det naudsynt å ha maskiner langs skjeringkanten for å sikre påhogget mot steinsprang. I dei fleste høve er det då mogleg å grave eller sprengje ut terrenggrøfter for å leie vatnet over tunneltaket eller ned mot portalen, fig. 60.

Lengda av portalane vert i dei fleste høve dimensjonert for å ta imot nedfall av is og stein i tunnelen si lengderetning. Portalane må også byggjast med ein god brem for å hindre vassig fram til portalenden og for å fanga opp is og mindre steinsprang.

For å kunne redusere lengda på portalen, må vegggrøfta utformast slik at mest mogleg av is og stein nedfall frå skjering og forskjering

vert fanga opp i grøfta. Det er difor viktig at kravet til grøftebreidde for fjellskjeringar utsett for steinsprang er oppfylt langs heile skjeringa. Sjå fig. 32. Dette krev ei grøftebreidde på 3 m for skjeringshøgder mellom 5 og 10 m, og 4,5 m for høgare skjeringar. Alternativt kan ein sikre forskjeringa med issikringsnett for å unngå grøftbreidder ut over 3 m.

Utsprenging av den breie vegggrøfta bør førast minst 3 m forbi den planlagde portalen. Dette for å gje rom for plassering av ein kum bak portalenden, fig. 60. Sigevatnet som kjem ned ved portalenden kan då fangast opp bak portalen og verte leda vidare i tunnelen sitt lukka drencsystem. Eit godt rom bak portalenden gjer også at vegbana er mindre utsett for nedfall dersom det oppstår større iskjøvingar og isras i dette området.

Litteratur:

Domaas, U. (1994)

Geometrical methods of calculating rockfall range
Norges Geotekniske Institutt, rapport 585910-1.

Hvoslef, H. (1991)

Trafikksikkerhet i vegtunneler
Trafikksikkerhetskontoret, Vegdirektoratet.

McClung, D.M., Larsen J., and Hansen S.B. (1985)

The temporal and spatial variation of snow pressure
on structures
Canadian Geotechnical Journal 22(2), 166-171

Statens vegvesen (1993)

Håndbok 017 Veg og gateutforming

Statens vegvesen (1992)

Håndbok 018 Vegbygging

Statens vegvesen (1992)

Håndbok 021 Vegtunneler

Statens vegvesen (1993)

Håndbok 165 Sikring av vegskråninger

Statens vegvesen (1993)

Håndbok 167 Snøvern

Statens vegvesen (1965)

Drenering av vegar

Meddelelse nr 22 fra Veglaboratoriet

Statens vegvesen, Hordaland (1995)

Rasikringsplan for riks- og fylkesvegane i Hordaland

Statens vegvesen, Sogn og Fjordane (1997)

Rasikringsplan for riks- og fylkesvegane i Sogn og
Fjordane

Statens vegvesen, Møre og Romsdal (1997)

Rasikringsplan for riks- og fylkesvegane i Møre og
Romsdal