

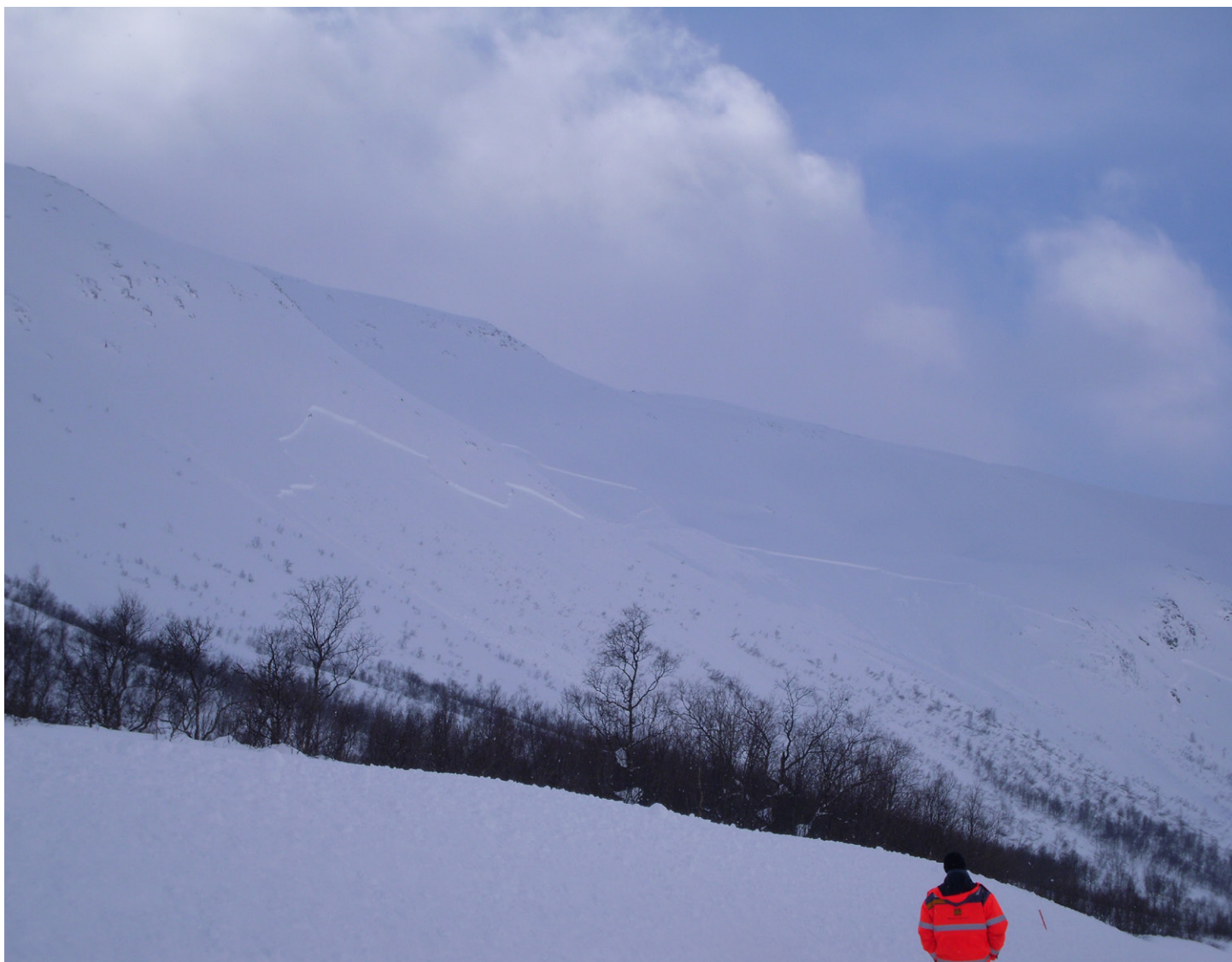


Risiko- og sårbarhetsanalyse av naturfare

Anbefalinger for innhold og gjennomføring av analysen i
vegplanlegging

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 530



Tittel

Risiko- og sårbarhetsanalyse av naturfare

Undertittel

Anbefalinger for innhold og gjennomføring av analysen i vegplanlegging

Forfatter

Lene Lundgren Kristensen
Martine Holm Frekhaug

Avdeling

Vegavdelingen

Seksjon

Geoteknikk og skred

Prosjektnummer

604229

Rapportnummer

Nr. 530

Prosjektleder

Gordana Petkovic

Godkjent av

Roald Aabøe

Emneord

Risiko- og sårbarhetsanalyse, ROS-analyse, naturfare, skred, flom

Sammendrag

Rapporten inneholder anbefalinger til hvordan naturfare bør inkluderes og vurderes som del av en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) i vegplanlegging.

Title

Risk and vulnerability analysis of natural hazards in road planning

Subtitle

Recommendations for content and implementation

Author

Lene Lundgren Kristensen
Martine Holm Frekhaug

Department

Roads Department

Section

Geotechnical

Project number

604229

Report number

No. 530

Project manager

Gordana Petkovic

Approved by

Roald Aabøe

Key words

Risk and vulnerability analysis, natural hazards, landslides and avalanches, floods

Summary

This report presents recommendations for how natural hazards can be included and evaluated as part of a risk and vulnerability analysis in road planning.

Forord

I alle faser av vegplanlegging skal det gjennomføres risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS-analyser) for å avdekke mulige uønskede hendelser som kan inntreffe på vegnettet og dets nærområder. Naturfare, eksempelvis flom, skred og uvær, er et av flere tema som skal behandles i ROS-analysene. Håndbok V712 Konsekvensanalyser inneholder en beskrivende del om ROS-analyser i forbindelse med planlagt vegutbygging. Denne rapporten inneholder utdypende anbefalinger til hvordan naturfare bør inkluderes og vurderes som del av disse analysene.

Innhold

Forord	1
1 Innledning	3
Begrepsavklaringer	3
2 ROS-analyser og naturfare	5
2.1 Kompetanse	6
3 Risikovurdering	6
3.1 Risikoidentifisering	6
Hvordan kan identifisering av naturfare gjennomføres?	7
Hvordan identifisere skredutsatte områder?	11
Hvordan identifisere flomutsatte områder?	12
Hvordan identifisere værutsatte områder?	12
3.2 Risikoanalyse	13
Sannsynlighet	13
Konsekvens	14
Usikkerhet	15
3.3 Risikoevaluering	15
3.4 Risikohåndtering	16
4 Referanser	17
5 Vedlegg	18
Vedlegg 1: Sjekkliste for naturfare	18
Vedlegg 2: Eksempler på sannsynlighetsgradering til bruk for utvalgte naturfarer	20
Sannsynlighetsgradering for skred	20
Sannsynlighetsgradering for flom	20
Sannsynlighetsgradering for værutsatt veg	20

1 Innledning

Naturfare er en fellesbetegnelse for naturlige prosesser som skyldes kombinasjonen klima, grunnforhold og topografi. Eksempler på naturfare er skred, flom, oversvømmelse og uvær. Etter Plan- og bygningsloven er det krav om at det ved utarbeidelse av planer for utbygging gjennomføres ROS-analyser i planfasen. Jo tidligere i planprosessen naturfare vurderes, desto tidligere kan alternativer som gir uforholdsmessig høye ekstrakostnader eller krevende beredskap utelukkes. Ved å gjennomføre ROS-analysen erverves kunnskap om hvorvidt den planlagte utbyggingen bidrar til økt eller redusert samfunnssikkerhet, slik dette er omtalt i håndbok V712.

Formålet med ROS-analysen er å kartlegge risikoen for uønskede hendelser og fremkommelighetsbrudd som følge av skred, flom og uvær. Analysen skal være på et detaljeringsnivå som samsvarer med aktuelt plannivå. Dette innebærer eksempelvis en mer detaljert ROS-analyse på reguleringsplan-nivå, sammenlignet med kommunedelplan-nivå.

Alle potensielle naturfarer som kan påvirke fremkommeligheten og trafiksikkerheten i analyseområdet bør inkluderes i analysen. Vurdering av risiko forbundet med naturfare krever et godt kartgrunnlag over området som skal vurderes. I tillegg trengs det lokalkunnskap om planområdet og fagbistand innen geologi, geoteknikk, hydrologi og klima. Det forventes at klimaendringer vil gi høyere temperaturer og mer nedbør. Det er derfor viktig å vurdere hvordan klimaendringer kan påvirke det planlagte utbyggingsområdet i hele dens levetid.

Resultatet av analysen ligger til grunn for å bygge et motstandsdyktig og allsidig vegnett, hvor hensynet til forventede klimaendringer er ivaretatt. ROS-analysen danner også grunnlaget for fremtidig naturfareberedskap i det aktuelle området.

Begrepsavklaringer

Følgende begreper brukes ofte i forbindelse med ROS-analyser og vurderinger av naturfare, og er i denne rapporten definert som (etter NS 5814:2008 og ISO 31000:2009):

Fare

Handling eller forhold som kan føre til en uønsket hendelse (NS 5814).

Gjentaksintervall

En beregning av hvor hyppig en naturfare/hendelse av en viss størrelse statistisk sett opptrer. Gjentaksintervall kalles også *returperiode* (definisjon basert på informasjon fra sehavniva.no)

Hendelse

Forekomst av eller endring i et bestemt sett med omstendigheter (ISO 31000).

Konsekvens

Mulig følge av en uønsket hendelse (NS 5814).

Nominell sannsynlighet

Nominell sannsynlighet er en antatt verdi for sannsynlighet, der det i tillegg til teoretiske beregningsmetoder brukes faglig skjønn i vurderingen. Nominell sannsynlighet benyttes når det ikke er mulig å beregne sannsynligheten helt eksakt.

Risiko

Uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse (NS 5814).

Risikoakseptkriterium

Kriterium som legges til grunn for beslutning om akseptabel risiko (NS 5814)

Risikokriterier: Grunnlag som betydningen av en risiko evalueres mot (ISO 31000).

Risikoanalyse

Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser og årsaker til og konsekvenser av disse (NS5814)

Prosess for å forstå formen for risiko og bestemme risikonivået (ISO 31000).

Risikoevaluering

Prosess for å sammenligne beskrevet eller beregnet risiko med gitte risikoakseptkriterier (NS 5814).

Prosess for å sammenligne resultatene av en risikoanalyse med risikokriterier for å bestemme hvorvidt en risiko og/eller dens omfang kan aksepteres eller tolereres. (ISO 31000).

Risikoidentifisering

Prosess for å finne, gjenkjenne og beskrive risikoer (ISO 31000).

Risikovurdering

Samlet prosess som består av risikoidentifisering, risikoanalyse og risikoevaluering (ISO 31000).

Sannsynlighet

I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreffe (NS 5814).

Sårbarhet

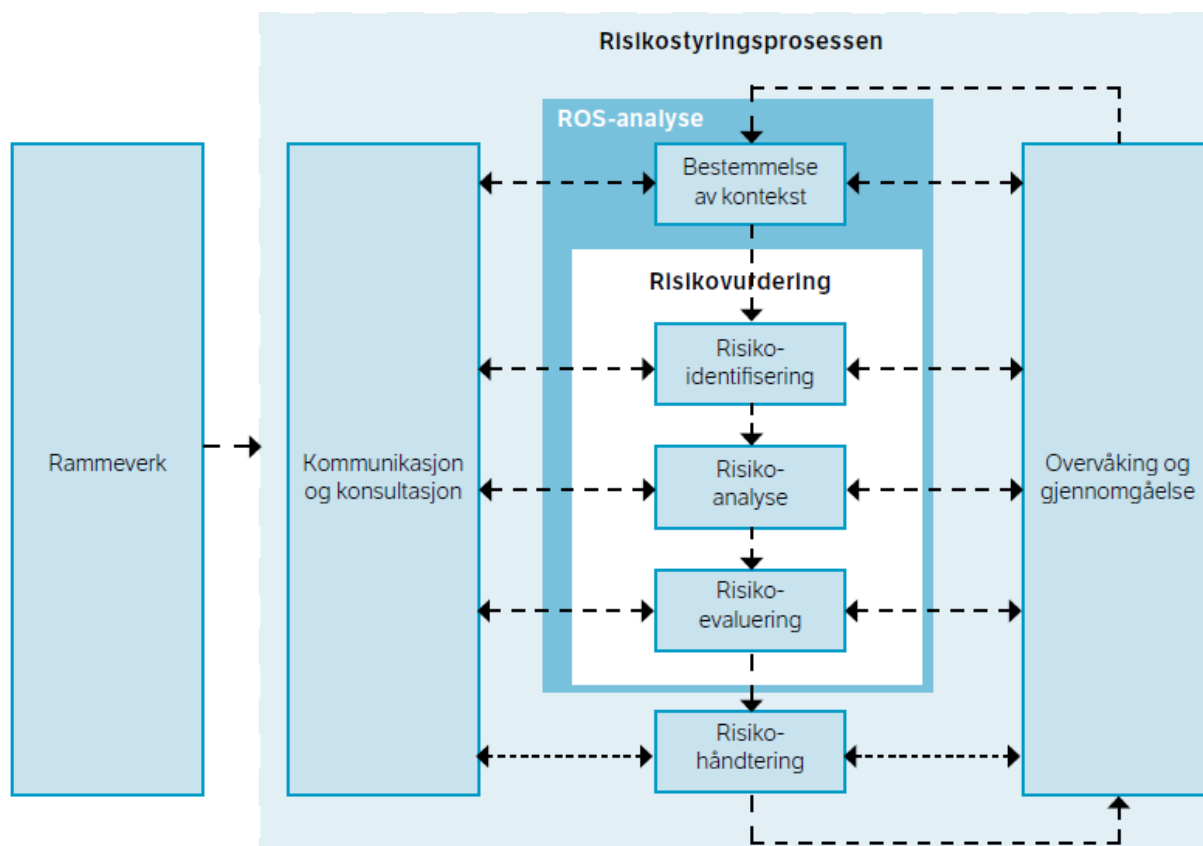
Manglende evne hos et analyseobjekt til å motstå virkninger av en uønsket hendelse og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelsen (NS 5814).

Uønsket hendelse

Hendelse som kan medføre tap av verdier (uønsket hendelse, NS 5814).

2 ROS-analyser og naturfare

For å beskrive omfanget og innholdet til en ROS-analyse hvor naturfare er inkludert, legges DSBs veileder «Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging» og prosessen «Risikostyringsprosessen (ISO 31000:2009)» i Kvalitetssystemet til grunn. I det følgende vises det til figur 1 for en beskrivelse av gangen i en ROS-analyse.



Figur 1. Risikostyringsprosessen, slik den er vist i figur 8-3 i V712 Konsekvensanalyser. Trinnene i en ROS-analyse er uthevet i blått.

En ROS-analyse som inkluderer naturfare bør inneholde:

- **Bestemmelse av kontekst:** En beskrivelse av planområdet, inkludert avklaringer av formål med og omfang av analysen. I dette trinnet settes også vurderingskriteriene som benyttes i analysen.
- **Risikoidentifisering:** Identifisere potensielle uønskede hendelser som følge av naturfare innenfor planområdet.
- **Risikoanalyse:** Vurdere risiko for naturfarer i planområdet. Herunder ligger det at sannsynlighet (gjentakintervall) for naturfarene skal vurderes. Det skal også vurderes hvilke konsekvenser de potensielle naturfarene vil/kan føre til.
- **Risikoevaluering:** Beregne risiko og identifisere de hendelsene som trenger risikoreducerende tiltak. Herunder peke på de tiltakene som kan være aktuelle sikringstiltak mot naturfare i planområdet.
- **Risikohåndtering og oppsummering:** Dokumentere datagrunnlag og fremgangsmåte, og legge frem resultatene av analysen.

2.1 Kompetanse

For å kunne inkludere naturfare på en tilfredsstillende måte i ROS-analysen, anbefales det at analysegruppen har med representanter fra følgende fagfelt:

- Geologi
- Geoteknikk
- Hydrologi
- Meteorologi eller klimaforskning

Det er en fordel dersom en av representantene i gruppen har GIS-kompetanse. Minst en av deltakerne i analysegruppa bør ha lokalkunnskaper om analyseområdet (for eksempel byggeleder og/eller tidligere byggeledere i området).

Analysegruppen skal gjøre seg kjent med klimaet i området og skaffe en beskrivelse av forventede klimaendringer ut levetiden til tiltaket som bygges. Som hovedregel anbefales det å benytte klimaframskrivninger for år 2100.

Avhengig av detaljeringsnivå på ROS-analysen og kvaliteten på datagrunnlaget, kan det være aktuelt å gjennomføre en grundigere geologisk, geoteknisk og hydrologisk kartlegging av planområdet. Dette er særlig aktuelt ved planlegging av ny veg i områder hvor det finnes lite grunnlagsmateriale.

3 Risikovurdering

3.1 Risikoidentifisering

I denne delen av ROS-analysen er målet å avdekke alle potensielle uønskede hendelser relatert til naturfare som kan inntreffe langs den planlagte vegstrekningen.

Følgende naturfarer skal inkluderes i analysen (se vedlegg 1 for sjekkliste til utfylling):

Skredutsatt veg

- Jordskred
- Flomskred
- Sørpeskred
- Steinsprang og steinskred
- Fjellskred
- Snøskred
- Ustabil grunn, fare for utglidning av vegbanen
- Kvikkleireskred
- Undersjøiske skred, fare for utglidning av sjøbunn

Flomutsatt veg

- Flom i uregulerte og regulerte vassdrag
- Flom i bekker
- Oversvømmelse/overvann/dreneringssvikt

Værutsatt veg

- Snøfokk
- Bølger
- Stormflo
- Vind
- Isgang
- Sandflukt
- Store nedbørmengder, intens nedbør

Annen naturfare på/langs veg

- Isnedfall
- Ustabil vegskjæring, nedfall fra skjæring
- Skogbrann/lyngbrann

Hvordan kan identifisering av naturfare gjennomføres?

Kart og data

I risikoidentifiseringen gjøres en inngående studie av grunnlagsmateriale i planområdet, basert på kilder fra tabell 1. Dette gir oversikt over potensielle naturfarer i analyseområdet. Hensikten med gjennomgangen er å kartlegge hendelser av størst risiko, for å tilegne seg relevant kunnskap til den videre analysen.

Tabell 1. Noen aktuelle kilder til datagrunnlag for en ROS-analyse av naturfare.

Tema	Kilde	Beskrivelse
<p>Naturfare</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oversikt naturfare - Beredskap ved naturfare 	<p>Statens vegvesen</p> <p>Byggherrens beredskapsplan ved naturfare (med tilhørende kart). Alle reviderte planer finnes her: O:\Landsdekkende\Geofag\Beredskap\Naturfareplaner</p> <p>NVDB/Vegkart www.vegkart.no Aktuelt datasett:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VegROSpunkt <p>Xgeo www.xgeo.no</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informasjon om tidligere hendelser (skred, flom, oversvømmelse, uvær) + modellerte data (vær, snø, vann) • Vegmeldinger 	<p>Beredskapsplan for alle relevante naturfare i driftskontrakter. Inneholder nyttig informasjon om naturfare lokalt og tidligere hendelser.</p> <p>Inneholder informasjon om strekningen og resultat av forrige VegROS-analyse.</p> <p>Inneholder nyttig informasjon om tidligere hendelser. Ved å «bla tilbake i tid» kan man undersøke hvordan vær- og grunnforhold var ved enkelthendelser. Vegmeldinger gir informasjon om hendelser som har påvirket fremkommeligheten. For noen skredkartlagte områder finnes informasjon om løснеområder og skredløp.</p>
<p>Skred</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kjente skredhendelser og skredlokaliteter - Skredkartlegginger - Aktsomhet mot skred 	<p>Statens vegvesen</p> <p>NVDB/Vegkart www.vegkart.no</p> <p>Aktuelle datasett:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skredpunkt, skred, skredutsatt veg • Sikringstiltak: Snøskjerm, fanggjerde, voll, skredoverbygg, skredsikring, skredmagasin (skred, varsling/overvåking), skredutløsningstiltak <p>NVE</p> <p>NVE-atlas: https://atlas.nve.no</p>	<p>Inneholder Statens vegvesens egne skreddata/skredobjekter.</p> <p>Kartløsning som inneholder skreddata (også data fra NGU og NGI): Skredhendelser, faresonekart for skred, aktsomhetskart for skred og kartlegginger av kvikkleire. OBS! Det er store forskjeller i detaljeringsgrad på de forskjellige kartene. Les tegnforklaring og annen kartinformasjon før kartene tas i bruk.</p>

<p>Flom</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kjente flomhendelser - Flomsonekartlegginger - Aktsomhet mot flom 	<p>NVE</p> <p>https://atlas.nve.no</p> <p>www.skrednett.no</p>	<p>Kartløsning som inneholder flomdata: Flomsonekart, flomsonekart med anbefalinger til klimapåslag for utvalgte vassdrag, aktsomhetskart for flom. OBS! Det er store forskjeller i detaljeringsgrad på de forskjellige kartene. Les tegnforklaring og annen kartinformasjon før kartene tas i bruk.</p>
<p>Uvær, stormflo, bølger, værutsatte strekninger</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kjente hendelser og «problemlokaliteter» - Klimafremskrevde utsatte strekninger 	<p>Statens vegvesen</p> <p>NVDB/Vegkart www.vegkart.no</p>	<p>Aktuelt datasett:</p> <p>Værutsatt veg (sorteres etter hovedproblem)</p>
<p>Klimatilpasning</p> <ul style="list-style-type: none"> - Klimaframskrivninger for enkeltregioner - Kompetanse 	<p>www.klimaservicesenter.no</p> <p>www.klimatilpasning.no</p>	<p>Fylkesvise klimaprofiler, som viser de viktigste endringer og utfordringer i en region.</p> <p>Interaktive kart som viser endringer i klima per region og årstid. Det tilbys også assistanse skreddersydd for hvert enkelt prosjekt.</p>

<p>Kart</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bakgrunnskart til bruk i GIS - Oversiktskart, detaljkart - 2D, 3D - Flyfoto, satellitt, 	<p>Kartverket</p> <p>www.kartverket.no/kart</p> <p>www.kartverket.no/sehavniva</p> <p>www.geonorge.no</p> <p>www.norgeskart.no</p> <p>www.norgebilder.no</p> <p>https://hoydedata.no/LaserInnsyn</p> <p>Google maps street view</p> <p>https://www.google.no/maps</p> <p>NGU</p> <p>www.ngu.no/emne/kartinnsyn</p> <p>Norkart</p> <p>http://norgei3d.no/</p>	<p>Topografiske kart, historiske kart, sjøkart.</p> <p>«Se havnivå» gir informasjon om framtidig havnivå ved å søke på sted.</p> <p>«Geonorge» er en temaside samfunnssikkerhet har en rekke nedlastbare kart og data.</p> <p>«Norge i bilder» inneholder flyfoto, både historiske og nyere foto.</p> <p>«Hoydedata» viser LIDAR-kart.</p> <p>Muligheter for å ta en «kjøretur» i planområdet og få et raskt overblikk over området.</p> <p>En rekke kartprodukter, bl. a. løsmassekart og berggrunnsgeologiske kart. Mulig å bestille trykte kart herfra.</p> <p>Kart med flyfoto og/eller satellittfoto, i tillegg til noen 3D-objekter.</p>
---	--	---

Datasamordning i GIS

For best mulig visualisering og vurdering av kartdataene anbefales det å samle kildene i et GIS-verktøy. De fleste offentlig tilgjengelige data finnes som wms-tjeneste, og kan enkelt legges inn i GIS. Dataene kan da også brukes til videre analyser, eksempelvis flomanalyser, dreneringsanalyser og skredmodellering. Bruk av GIS-verktøy kan gi en god visuell fremstilling av identifisert risiko til bruk i rapporteringen av analysearbeidet.

Naturfarehistorikk

Det bør gjøres en systematisk gjennomgang av alle registrerte naturfarehendelser i analyseområdet, herunder skred-, flom- og uværshendelser. Her gjelder det å samle inn det som finnes av dokumentasjon, samt forsøke å systematisere hendelser som ikke er dokumentert. Disse hendelsene kan med fordel legges til i kartgrunnlaget.

I NVDB (Nasjonal vegdatabank) finnes det data for skredhendelser fra de siste tiårene, særlig snøskred-hendelser fra de siste 10–15 år. Disse dataene er også tilgjengelige gjennom NVE og Xgeo.no (se tabell 1). For flom finnes det registrerte enkelthendelser, men her mangler vi en systematisk rapportering i Vegvesenet. For større flommer kan informasjon finnes i NVEs flomdatabase. Vegmeldinger fra Vegtrafikksentralene kan være en god indikasjon på risiko knyttet til flom og uvær. Vegmeldinger over tid illustreres best i Xgeo. «Værutsatt veg» – objektet i NVDB inneholder informasjon om uværutsatte vegstrekninger.

Befaring

Videre bør det gjennomføres en befaring av analyseområdet. Potensielle fareområder identifisert i kartstudiet danner grunnlaget for befaringen. Formålet med befaring er en mer inngående vurdering av sannsynlighet og konsekvens i allerede identifiserte områder. Befaringen gir dessuten en mulighet til å kartlegge naturfare på steder hvor det finnes ingen eller lite dokumenterte hendelser fra før. Dette gjøres ved å kartlegge bl. a. terrengformasjoner og skredavsetninger (se eget punkt i lista under).

Klimaendringer skal ligge til grunn for analysen

Framtidas klima skal tas hensyn til i ROS-analysen. Dette betyr at den kunnskapen som finnes om fremtidig klima i planområdet skal tas med i datagrunnlaget for analysen, og ligge til grunn for beregninger av sannsynlighet og konsekvens for identifiserte hendelser.

Sentrale kilder til informasjon om klimaendringer er oppsummert i tabell 1. En viktig kilde til kunnskap er Klimaservicesenterets hjemmesider. Her finnes fylkesvise klimaprofiler med beskrivelser av hvilke naturfarer som vil øke og reduseres i omfang, og et estimat på hvor stor endringen kan komme til å bli. Her finnes også projeksjoner av de mest sentrale klimaparameterne og veiledning i bruk av klimapåslag.

Hvordan identifisere skredutsatte områder?

Følgende momenter bør inkluderes i analysen:

- Skredpunkter og skredutsatt veg fra NVDB. Registrerte skredpunkter kan brukes til å kartlegge nærliggende skredutsatte områder.
- Områder hvor det tidligere har gått skred og som ikke har blitt sikret i ettertid. (Disse er mest sannsynlig fortsatt skredutsatt.)
- Sørpeskred og flomskred vil ofte følge de samme skredløpene. Typisk for disse skredtypene er at de går i bekkeløp og forsenkninger i terrenget som er brattere enn 15°.
- Jordskred oppstår i bratt terreng (>25°), gjerne i morenemateriale eller løsmasser med høyt innhold av finstoff. Menneskelige inngrep som hogst, dårlig drenerte skogsbilveier og gamle stier kan gi dårlig stabilitet.
- Nærmere undersøkelser av områder under marin grense/områder med marine avsetninger. Vurdere hvorvidt eksisterende grunnundersøkelser i analyseområdet gir nok informasjon om kvikkleirefare, eller om det er nødvendig med ytterligere undersøkelser.
- Sprekker og/eller forsenkninger i vegbanen indikerer fare for ustabil vegfylling.
- Vurdere restrisikoen for skred på vegstrekninger med eksisterende skredsikring.
- På befaring, se etter:
 - Skredavsetninger (eksempler: skredvifter, raviner, uravsetninger, større blokker i landskapet).
 - Skredskog (bøyde eller skadde trær som følge av tidligere skredhendelser).
 - Naturlige bergskråninger med oppsprukket materiale, eksempelvis løse blokker.
 - Bergskjæringer med ugunstige geologiske strukturer.

- Bergskjæringer med isdannelse.
- Bratte jordskråninger over bergskjæringer.
- Berghammere med ugunstige geologiske strukturer.

Hvordan identifisere flomutsatte områder?

Følgende momenter bør inkluderes i analysen:

- Flomfaren må vurderes i alle områder nærliggende elver, bekker og innsjøer.
- Tidligere flomhendelser og deres utbredelse markert i flomkart/flomsonekart.
- Kritiske kulverter og lukkede vassdrag må identifiseres og vurderes, da oversvømmelse pga. for liten dimensjon eller gjentetting kan være et problem.
- Erosjon vil kunne skje langs elve- og bekkeløp som går gjennom løsmasser, spesielt der terrenget er bratt.
- NVE har utarbeidet flomsonekart for mange vassdrag. Det utarbeides flomsoner for 20-, 200- og 1000-årsflommene. Kartene gir god informasjon om flomutsatte områder. I områder der klimaendringene gir en forventet økning i vannføringen på mer enn 20 %, utarbeides det flomsonekart for 200-årsflommen for år 2100.
- Vurdering av potensiell flomfare *utenom* kartlagte flomsoner kan baseres på observasjoner og målinger fra tidligere flommer, lokalkunnskap og historisk informasjon sammen med kartanalyse. Ofte er det slik at de områdene som er flomutsatt også vil være utsatt for isgang og erosjon.

Hvordan identifisere værutsatte områder?

Følgende momenter bør inkluderes i analysen:

- For stormflo anbefales det å bruke DSBs veileder «Havnivåstigning og stormflo», hvor veiledende tall for stormflo-beregninger er angitt i vedlegg. For å avdekke omfanget/utbredelsen av stormflo-utsatte områder, kan det gjøres en GIS-analyse basert på forventet havnivåstigning og stormflo for år 2050 eller år 2100 («Oversvømme» områder som ligger under X moh. i terrengmodellen.).
- Sjekk observasjoner fra meteorologiske målestasjoner innenfor og/eller i nærheten av planområdet.
- Sjekk NVDB-objektet «værutsatt veg» (stormflo, snøfokk, vind og bølger) i NVDB, samt vegmeldinger knyttet til uvær.
- Informasjon om andre værutsatte områder (eksempelvis isgang, vind, bølger og snøfokk) innhentes ved å kontakte lokalkjente (beboere, byggeleder, entreprenør).
- Eventuelle eksisterende sikringstiltak mot værhendelser.

3.2 Risikoanalyse

I denne delen av ROS-analysen skal sannsynlighet for og konsekvens av identifiserte uønskede hendelser defineres.

Sannsynlighet

Sannsynlighet for naturfare defineres vanligvis som den nominelle sannsynligheten for at en hendelse påvirker trafikksikkerhet og/eller fremkommelighet på en enhetsstrekning i analyseområdet. Klimaframskrivninger gitt i lokale klimaprofiler gir grunnlag for å anslå framtidige kvalitative sannsynligheter for naturfare. I ROS-analysen bør det alltid opereres med sannsynligheter som samsvarer med prosjektets levetid.

Statistiske data for skred- og flomhendelser gir grunnlag for å si noe om hvor ofte hendelser inntreffer. Eksempelvis kan man vha. et godt datagrunnlag for snøskred på en bestemt vegstrekning, si noe om hvordan den generelle snøskredfaren (nåværende/dagens skredsannsynlighet) varierer langs strekningen, basert på registrert skredfrekvens. Vegvesenets tidsserier for registreringer er korte, og det meste som finnes av data er fra de siste 10–20 årene. For prosjekter som gjelder modifiseringer av eksisterende veg, finnes det muligens geologiske eller geotekniske rapporter av interesse i planområdet.

For noen utvalgte kommuner i landet finnes det flomsonekart eller faresonekart for skred, utgitt av NVE, som angir forventet sannsynlighet for hendelser av ulik størrelse (basert på returperioder).

For områder med få eller ingen eksisterende kartlegginger av naturfare er en ROS-analyse spesielt relevant for kunne anslå sannsynligheter. Per i dag er omfanget av faresonekartlegginger svært begrenset. For disse områdene vil det være særlig aktuelt å bestille en kartlegging av en geolog, geotekniker eller hydrolog, avhengig av hvilke naturfarer som dominerer i analyseområdet.

Sannsynlighetsgradering av naturfare

Det anbefales å bruke en 3-delt gradering for å anslå sannsynlighet for naturfare i ROS-analysen (se tabell 2). Dersom arbeidsgruppa har god kompetanse og tilgang på et godt grunnlagsmateriale kan en 5-delt sannsynlighetsgradering benyttes. For eksempel på en slik gradering, se kap. 8.2.5 i håndbok V712 Konsekvensanalyser. Dette er gjerne aktuelt først på reguleringsplan-nivå.

Tabell 2. Eksempel på 3-delt sannsynlighetsgradering.

Sannsynlighetskategori	Gjentaksintervall/frekvens (sett inn egnet intervall)
Ofte	<i>Oftere enn 1 gang i løpet av 10 år</i>
Jevnlig	<i>1 gang i løpet av 10 år eller sjeldnere</i>
Sjelden	<i>1 gang i løpet av 100 år eller sjeldnere</i>

Gjentaksintervall må tilpasses type naturfare, i tillegg til ROS-analysens omfang. I praksis betyr dette at ulike naturfarehendelser kan ha ulike gjentaksintervall eller frekvenser, men likevel være sammenlignbare fordi de inndeles og sammenlignes etter de samme sannsynlighetskategoriene («ofte», «jevnlig», «sjelden»). Vedlegg 2 inneholder tabeller med anbefalte sannsynlighetsgraderinger for noen utvalgte naturfarer.

Konsekvens

Fastsettelse og gradering av konsekvens gjøres etter beste evne, basert på tidligere naturfarehendelser i planområdet (eller tilgrensende område). De fleste hendelser knyttet til naturfare vil først og fremst ha betydning for fremkommeligheten på vegen. I tillegg vil noen hendelser kunne være til fare for liv og helse, miljø eller føre til materielle skader, eksempelvis på rekkverk, vegfundament eller annet. Tabell 3 viser hvordan konsekvens kan graderes.

Tabell 3. Eksempel på 3-delt konsekvensgradering.

Konsekvensgrad Konsekvenstype	Små	Middels	Store
Liv/helse	Ingen drepte eller alvorlig skadde.	Noen drepte eller alvorlig skadde.	Mange drepte eller alvorlig skadde.
Framkomme- lighet	Åpen veg, men redusert framkommelighet, ingen konsekvenser for samfunnet.	Stengt veg i kortere til lengre periode* og begrensede omkjøringsmuligheter, lokale konsekvenser for samfunnet.	Stengt veg i veldig lang tid*, lang/dårlig omkjøring, regionale eller nasjonale konsekvenser for samfunnet.
Materielle skader	Få og små skader	Moderate skader på vegfundament/veg-anlegg	Store skader på vegfundament/veg-anlegg
Miljøskader	Liten lokal skade uten særlige konsekvenser.	Alvorlig skade med konsekvenser som vil ta noe tid å rette opp.	Omfattende/alvorlig skade med konsekvenser som vil ta lang tid å rette opp.

* Hva som defineres som hhv. «stengt veg i kortere til lengre periode» og «stengt veg i veldig lang tid» må tilpasses det enkelte planprosjekt, alt etter hva som er hensiktsmessig. Eksempler på faktorer som kan ha betydning for hvordan tidsaspektet vurderes: Vegens viktighet, ÅDT og mulighet for omkjøring.

Usikkerhet

Det er ofte knyttet stor usikkerhet til sannsynlighet for uønskede hendelser og konsekvensene av dem. Spesielt usikkerheten omkring forventede klimaendringer gjør beregningene krevende. Klimaet endrer seg over tid, og det er usikkerhet knyttet til hvor mye og hvor raskt endringen skjer. Usikkerhet skyldes også ofte mangel på dokumentasjon av historiske hendelser, manglende kompetanse på naturfare og/eller faglig uenighet innad i analysegruppa. Dersom det eksisterer sikringstiltak mot naturfare i planområdet, vil det være usikkerhet knyttet til hvilken effekt disse har, altså hvor mye sannsynlighet og/eller konsekvens reduseres som følge av tiltaket.

Det er viktig at usikkerheten blir tydeliggjort i sluttrapporten for ROS-analysen, slik at dette følges opp i senere faser av vegplanleggingen.

3.3 Risikoevaluering

Resultatet av vurderingene for sannsynligheter og konsekvenser sammenstilles, og danner risikobildet i analyseområdet. Det må gjøres en vurdering av hvorvidt de ulike identifiserte risikoene er i lav, middels eller høy kategori. Til dette anbefales det å bruke en risikomatrix. For ROS-analyser med 3-delt sannsynlighets- og konsekvensgraderinger brukes en 3x3-risikomatrix, som vist i figur 2. Dersom en annen sannsynlighets- og konsekvensgradering har blitt brukt (eksempelvis 4-delt eller 5-delt), kan risikomatriksen i figur 2 tilpasses dette.

I risikomatrisa deles risikoene/naturfarene inn i tre kategorier med tilhørende fargekoder:

- Lav risiko = Grønn sone. Hendelser i denne sonen har lav sannsynlighet og/eller små konsekvenser. Risikoreduserende tiltak kan vurderes.
- Middels risiko = Gul sone. Hendelser i denne sonen har middels sannsynlighet og/eller middels konsekvenser. Risikoreduserende tiltak bør vurderes.
- Høy risiko = Rød sone. Hendelser i denne sonen har høy sannsynlighet og/eller store konsekvenser. Risikoreduserende tiltak skal vurderes.

Sannsynlig- hetskategori	Ofte			
	Jevnlig			
	Sjelden			
	Konsekvensgrad	Små	Middels	Store

Figur 2: Enkel risikomatrise (3x3) til bruk i ROS-analyse hvor 3-delt sannsynlighets- og konsekvensgradering benyttes.

De ulike hendelsenes plassering i risikomatrisen avgjør hvorvidt det skal foreslås eventuelle tiltak. Tiltakene skal bringe analyseobjektet nærmere en lavere risiko ved å redusere sannsynlighet og/eller konsekvens.

3.4 Risikohåndtering

Risikohåndtering baserer seg på konklusjonene i risikovalueringen, og iverksetter eventuelle risikoreduserende tiltak. Dette kan være tiltak som senker sannsynligheten for en hendelse, eller tiltak som fjerner eller reduserer konsekvensene av hendelsen. Kost-nytte-vurderinger benyttes for å vurdere hvilket tiltak som bør brukes.

ROS-analyser har som hensikt å kartlegge hvilke risikoer som må ivaretas videre i prosjektet. ROS-analysen skal resultere i en rapport, hvor datagrunnlag, fremgangsmåte og resultater presenteres. Det skal fremkomme av rapporten hvilket omfang analysen har, hvilket plannivå analysen er gjort for og hvilke kriterier som har blitt brukt for å vurdere risiko. Rapporten utarbeides med tilhørende kart som brukt underveis i analyseprosessen.

Resultatene av ROS-analysen danner vurderingsgrunlaget for neste planfase. Eksempelvis vil analyseresultatet på oversiktsplan (KVU) være utgangspunktet for en mer detaljert vurdering og videre ROS-analyse på kommune(del)plan og reguleringsplan.

4 Referanser

DSB, 2017: DSB VEILEDER. SAMFUNNSSIKKERHET I KOMMUNENS AREALPLANLEGGING. METODE FOR RISIKO- OG SÅRBARHETSANALYSE I PLANLEGGINGEN. DIREKTORATET FOR SAMFUNNSSIKKERHET OG BEREDSKAP, JANUAR 2017.

STATENS VEGVESEN, 2007: HÅNDBOK V721 RISIKOVURDERINGER I VEGTRAFIKKEN.

STATENS VEGVESEN, 2011: VD-RAPPORT NR. 29. ROS-ANALYSER MED HENSYN TIL VÆRRELATERTE HENDELSER. PROSESSVEILEDER. ETATSPROGRAMMET KLIMA OG TRANSPORT.

STATENS VEGVESEN, 2013: UTARBEIDELSE AV ROS-ANALYSE SOM DEL AV EN VEGPLAN (KOMMUNEDELPLAN/REGULERINGSPLAN/KU). NOTAT, REGION VEST, 2013.

STATENS VEGVESEN, 2017A: MAL FOR BYGGHERRENS BEREDSKAPSPLAN VED NATURFARE.
[HTTPS://WWW.VEGVESEN.NO/INTRANETT/ETAT/VEG/GEOFAG/SKRED/VARSLING+AV+SKREDFARE/NATURFAREBEREDSKAP](https://www.vegvesen.no/intranett/etat/veg/geofag/skred/varsling+av+skredfare/naturfareberedskap)

STATENS VEGVESEN, 2018: HÅNDBOK V712 KONSEKVENSANALYSER.

5 Vedlegg

Vedlegg 1: Sjekkliste for naturfare

Det anbefales å bruke denne eller en lignende sjekkliste i risikovurderingen. Ved gjennomgang av ulike naturfarer angis det hvorvidt hver enkelt naturfare/hendelse er aktuell i ROS-analysen, samt anslått sannsynlighet og konsekvens. Risiko angis med farge (grønn, gul eller rød) etter risikonivå, som definert av risikomatrisen.

Hendelse/Situasjon	Aktuelt ? (ja/nei)	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Kommentar/Tiltak
NATURFARE					
Skred. Er området utsatt for, eller kan planen/ tiltaket medføre (økt) risiko for:					
1. Jordskred					
2. Flomskred					
3. Sørpeskred					
4. Steinsprang eller steinskred					
5. Fjellskred					
6. Snøskred					
7. Ustabil grunn/Fare for utglidning av vegbanen					
8. Kvikkleireskred					
9. Undersjøiske skred, fare for utglidning av sjøbunn					
Flom. Er området utsatt for, eller kan planen/ tiltaket medføre (økt) risiko for:					
10. Flom i vassdrag (uregulerte/regulerte)					
11. Flom i bekker					
12. Oversvømmelse/overvann/dreneringssvikt					
Uvær. Er området utsatt for, eller kan planen/ tiltaket medføre (økt) risiko for:					

Hendelse/Situasjon	Aktuelt ? (ja/nei)	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko	Kommentar/Tiltak
13. Snøfokk					
14. Bølger					
15. Stormflo					
16. Vindutsatt (inkl. lokale forhold, f. eks. kastevind)					
17. Isgang					
18. Sandflukt					
19. Store nedbørsmengder, intens nedbør					
Andre naturfare. Er området utsatt for, eller kan planen/tiltaket medføre (økt) risiko for:					
20. Isnedfall					
21. Ustabil vegskjæring, nedfall fra skjæring					
22. Skogbrann/lyngbrann					
23. Annen naturfare (spesifiser)					

Vedlegg 2: Eksempler på sannsynlighetsgradering til bruk for utvalgte naturfarer

Sannsynlighetsgraderingene som presenteres her er *veiledende*. Det aktuelle prosjektet (herunder ROS-analyse-leder) må selv vurdere hvilken gradering som er hensiktsmessig å bruke for det aktuelle planområdet.

Sannsynlighetsgradering for skred

For skredutsatte områder anbefales det å bruke følgende sannsynlighetsgradering, basert på TEK 17 (sikkerhetsklasser for plassering av byggverk i skredutsatt område):

Sannsynlighetskategori	Største tillatte gjentaksintervall/ største nominelle årlige sannsynlighet
Ofte	1/2
Jevnlig	1/20
Sjelden	1/100

Sannsynlighetsgradering for flom

For flomutsatte områder anbefales det å bruke følgende sannsynlighetsgradering, basert på TEK 17 (sikkerhetsklasser for plassering av byggverk i flomutsatt område). Sannsynlighetsgraderingen sammenfaller også med NVEs flomsonekartlegging.

Sannsynlighetskategori	Største tillatte gjentaksintervall/ største nominelle årlige sannsynlighet
Ofte	1/20
Jevnlig	1/200
Sjelden	1/1000

Sannsynlighetsgradering for værutsatt veg

Objektet værutsatt veg som beskrevet i NVDB inneholder ulike hovedproblem: Snøfokk, vind, bølger, stormflo, sandflukt, flom og isgang. En egen sannsynlighetsgradering bør vurderes for hver enkelt hovedproblem, og det anbefales å ta utgangspunkt i de gjentaksintervallene som angis for objektet Værutsatt veg i NVDB:

Sannsynlighetskategori	Største tillatte gjentaksintervall/ største nominelle årlige sannsynlighet
Ofte	Flere ganger per måned
Jevnlig	1-2 ganger årlig
Sjelden	Sjeldnere enn hvert 5. år



Statens vegvesen
Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO
Tlf: (+47) 22073000
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Trygt fram sammen