Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag

Sist revidert 5. mars 2009

1
2008

RETNINGSLINJER

Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag

Norges vassdrags- og energidirektorat
2008

Retningslinjer nr. 1/2008

Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag

Sist revidert: 5. mars 2009

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

ISSN: 1501- 9810
Opplag: 400
Elektronisk: www.nve.no

Sammendrag: Retningslinjene beskriver hvilke prosesser knyttet til vassdrag som kan utgjøre fare, hvilke sikkerhetsnivå som bør legges til grunn ved planlegging og utbygging i slike fareområder og hvordan de ulike farene bør utredes og innarbeides i arealplaner og byggesaker.

Retningslinjene gjelder ved utarbeidelse og revisjon av arealplaner, og ved behandling av byggesaker i områder som kan bli utsatt for eller forårsake fare.

Retningslinjene erstatter NVEs retningslinjer nr. 1/1999 ”*Arealbruk og sikring i flomutsatte områder*” og NVEs retningslinjer nr. 1/2007 ”Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag (foreløpig utgave)”.

Emneord: arealplanlegging, arealbruk, erosjon, fareområder, flom, kvikkleire, kvikkleireskred, oversvømmelse, isgang, flomsikring, flomskader, sikkerhetsnivå, vassdrag, kommuneplan, kommunedelplan, reguleringsplan, bebyggelsesplan, byggesak

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no
Kontaktpersoner: Marianne Myhre, Peer Sommer-Erichson, Steinar Schanche

Innhold

Forord **5**

1 Innledning **7**

2 Formål og virkeområde **9**

3 Prosesser knyttet til vassdrag som kan utgjøre fare **11**

3.1 Innledning 11
3.2 Oversvømmelse og isgang 11
3.3 Erosjon 13
3.4 Skredlignende hendelser i bratte vassdrag 14
3.5 Kvikkleireskred 15
3.6 Andre forhold som kan medføre fare 17

4 Sikkerhetsnivå mot flom- og skredfare **18**

4.1 Innledning – teknisk forskrift 18
4.2 Sikkerhetsnivå mot oversvømmelse og isgang 18
4.3 Sikkerhetssone mot erosjon 20
4.4 Sikkerhetsnivå mot skredlignende hendelser i bratte vassdrag 20
4.5 Sikkerhetsnivå mot kvikkleireskred 21
4.6 Sikkerhetsnivå i områder med eksisterende bebyggelse 23

5 Utredning av og hensyn til fare i arealplaner og byggesak **24**

5.1 Innledning 24
5.2 Hvordan utrede og ta hensyn til flomfare, erosjon og isgang 26
5.2.1 Kommuneplan og kommunedelplan 26
5.2.2 Reguleringsplan og bebyggelsesplan 30
5.3 Hvordan utrede og ta hensyn til kvikkleireskredfare 34
5.3.1 Kommuneplan og kommunedelplan 34
5.3.2 Reguleringsplan og bebyggelsesplan 36
5.4 Utbygging i LNF-områder 37

Vedlegg 1: Teknisk veileder for vurdering av kvikkleireskredfare, ”*Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*”.

Forord

NVE ga i 1999 sine første retningslinjer for arealbruk i flomutsatte områder. Foreliggende retningslinjer erstatter og supplerer NVEs retningslinjer nr. 1/1999 ”*Arealbruk og sikring i flomutsatte områder”* og NVEs retningslinjer nr. 1/2007 *”Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag (foreløpig utgave)*.

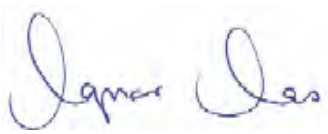
Retningslinjene er ment å være til hjelp for kommunale og private arealplanleggere og saksbehandlere på kommunalt, regionalt og statlig nivå som arbeider med arealplaner og byggesaker. Retningslinjene må ses i sammenheng med plan- og bygningslovens bestemmelser, samt forskrifter, rundskriv, retningslinjer og veiledninger knyttet til loven.

De nylig vedtatte endringene i plan- og bygningsloven vil, når de trer i kraft, gi nye virkemidler for å ivareta hensynet til naturfarer i arealplanleggingen. Blant annet vil *hensynssoner* tas i bruk som et nytt verktøy, og planmyndigheten må påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for et planområde. Fram til endringene i loven trer i kraft vil det være mulig å bruke hensynssoner i arealplanleggingen. Risiko- og sårbarhetsanalyser er et generelt krav. For de planer som omfattes av et særskilt krav til konsekvensutredning, vil risiko- og sårbarhetsanalysen som hovedregel inngå i konsekvensutredningen. Det er ikke gjort tilpasninger til de vedtatte endringene i plan- og bygningsloven i disse retningslinjene. Retningslinjene vil i løpet av 2009 oppdateres i forhold til de vedtatte endringene i loven. De vil også bli utvidet med tanke på at de skal omfatte alle typer skred, ikke bare skred knyttet til vassdrag.

I tilknytning til retningslinjene er det utarbeidet en teknisk veileder for utredning av kvikkleireskredfare, ”*Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*” (vedlegg 1). Det er nå foretatt flere justeringer av denne veilederen.

Retningslinjene er utarbeidet av NVE med bistand fra Statens byggtekniske etat, Fylkesmannen i Telemark og Norges geotekniske institutt. I tillegg har det vært et nært samarbeid med andre berørte institusjoner og kommuner. Takk til alle involverte som har gitt nyttige bidrag til dette arbeidet.

Oslo, juli 2008



Agnar Aas
vassdrags- og energidirektør

Anne Britt Leifseth
avdelingsdirektør

1 Innledning

Flom, erosjon og skred langs vassdrag er naturlige prosesser og en del av vassdragsmiljøet. Arealplanlegging som tar hensyn til naturfarer er det viktigste virkemiddelet for å redusere faren for tap og skader ved naturulykker. Det beste rådet for unngå skader er å unngå bygging for nær breddene av elver, bekker og sjøer, slik at vassdragene beholder tilstrekkelig rom for sin naturlige aktivitet. Dette vil samtidig sikre arealer som ofte er verdifulle for miljø og friluftsliv.

Kommunen har ansvaret for at arealplanleggingen skjer på en faglig og formelt riktig måte etter plan- og bygningslovens (pbl) bestemmelser og i tråd med nasjonale retningslinjer. Kommunen skal sørge for at en plan skal være så godt opplyst som mulig før vedtak treffes, jf. forvaltningsloven § 17. For kommuneplanens arealdel og kommunedelplaner der det avsettes områder for utbyggingsformål[1] samt reguleringsplaner og bebyggelsesplaner[2] som kan få vesentlige virkninger for miljø, naturressurser eller samfunn[3], gjelder *forskrift om konsekvensutredninger*, jf. §§ 2, 3 og 4[4] med tilhørende veileder. Det må komme tydelig fram i konsekvensutredningen at fare er vurdert og hvilke begrensninger en eventuell fare har for arealbruken.

Som statlig sektormyndighet for vassdrag skal NVE bl.a. bidra til at hensynet til sikkerhet langs vassdrag blir ivaretatt i arealplaner etter plan- og bygningsloven. NVE utarbeidet sine første retningslinjer om arealbruk i flomutsatte områder i 1999, "*Arealbruk og sikring i flomutsatte områder*" (Retningslinjer nr. 1/1999). På grunnlag av erfaringene fra bruken av Retningslinjer nr. 1/1999 og ny kunnskap som er kommet til, er retningslinjene nå revidert og utvidet. Foreliggende retningslinjer erstatter Retningslinjer nr. 1/1999.

Retningslinjene beskriver hvilke prosesser knyttet til vassdrag som kan utgjøre fare, hvilke sikkerhetsnivå som bør legges til grunn ved planlegging og bygging i slike fareområder og hvordan de ulike farene bør utredes og innarbeides i arealplaner og byggesaker. Retningslinjene ligger til grunn for NVEs medvirkning til arealplaner. NVE kan fremme innsigelse til planer som ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til flom, skred og annen vassdragsrelatert fare.

Arealplanlegging skal bidra til å redusere klimaendringenes trussel mot liv, helse og materielle verdier, samt samfunnsviktige funksjoner og infrastruktur, jf. bl.a. St.meld. nr. 26 (2006-2007) *Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand* og St.meld. nr. 22 (2007-2008) *Samfunnssikkerhet*. Klimaendringene gir grunn til økt aktsomhet mot flom, erosjon og skred langs vassdrag. Det er blant annet mulighet for økt hyppighet av flom i små, bratte og masseførende vassdrag og i områder med tette flater (urbane flommer/flom fra overvann), som følge av oftere og mer intens nedbørflom. De anbefalte sikkerhetsnivåene i retningslinjene gjelder likevel uavhengig av klimaendringer.

---

[1] Med dette menes at planen omfatter et kart som viser juridiske bindende arealkategorier, jf. pbl § 20-4, og eventuelt er supplert med bestemmelser om arealbruken. Tematiske kommunedelplaner uten rettsvirkning for arealbruken omfattes ikke av forskriften.
[2] Bebyggelsesplaner omfattes kun dersom det ikke er utarbeidet reguleringsplan for tiltaket.
[3] For en nærmere beskrivelse av hvilke reguleringsplaner og bebyggelsesplaner dette gjelder, se Forskrift om konsekvensutredninger - planlegging etter plan- og bygningsloven (MD), vedlegg 1.
[4] Forskriften er hjemlet i pbl kapittel Vii-a.

Følgende er endret eller lagt til i forhold til NVEs retningslinjer nr. 1/1999:

- Retningslinjer nr. 1/2008 viser i større grad enn retningslinjer nr. 1/1999 hvordan flom- og kvikkleireskredfare bør utredes i planprosessen for kommuneplaner, kommunedelplaner, reguleringsplaner og bebyggelsesplaner, og i byggesak.
- Mens retningslinjer nr. 1/1999 har hatt mest direkte anvendelse i områder hvor det foreligger flomsonekart, dvs. der faregraden (reell fare) er kartlagt, gir de nye retningslinjene anbefaling om prosedyrer for utredning både av potensiell og reell fare også i områder som ikke er kartlagt tidligere.
- Sikkerhetsnivåer for flomutsatt bebyggelse er innskjerpet ved at det for boligbebyggelse nå er samme sikkerhetsnivå som for offentlige bygg, industrilokaler mv. Sikkerhetsnivå tilsvarende en 200-årshendelse vil dermed gjelde det meste av ordinær bebyggelse.

I tilknytning til retningslinjene er det utarbeidet en teknisk veileder for utredning av kvikkleireskredfare, ”*Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*” (vedlegg 1).

2 Formål og virkeområde

Formålet med retningslinjene er å bidra til å redusere samfunnets sårbarhet mot flom og andre faremomenter knyttet til vassdrag ved at det blir tatt nødvendig hensyn til disse farene i arealplaner og byggesaker.

Målgruppen for retningslinjene er primært kommunale og private arealplanleggere og saksbehandlere på kommunalt, regionalt og statlig nivå som arbeider med arealplaner og byggesaker.

Retningslinjene gjelder fare knyttet til prosesser i og langs vassdrag, herunder flom, erosjon, isgang, skredlignende hendelser i bratte vassdrag og kvikkleireskred. Snøskred, jordskred, steinskred og flodbølger som følge av skred er ikke omtalt spesielt, fordi de ikke nødvendigvis er knyttet til vassdrag. Prinsippene og prosedyrene i retningslinjene er imidlertid allmenngyldige og kan derfor brukes også ved vurdering av disse og andre naturfarer, så langt det passer.

Retningslinjene gjelder ved utarbeidelse og revisjon av arealplaner, og ved saksbehandling av byggesaker i områder som kan bli utsatt for eller forårsake fare. Dette inkluderer også meldepliktige tiltak i LNF-områder[5], f.eks. driftsbygninger i landbruket og vesentlige terrenginngrep. Også ved ombygging, omdisponering og bruksendring av eksisterende bebyggelse må en vurdere sikkerhetsnivå og eventuelle tiltak for å unngå å øke skadepotensialet. Dette gjelder f.eks. der en bruksendring vil medføre en økning av antall mennesker i et område.

Risikoreduserende tiltak (heving av byggegrunn, flomverk, erosjonssikring, skredstabiliserende tiltak o.a.) som skal sikre ny, planlagt bebyggelse bør dimensjoneres slik at bebyggelsen får en sikkerhet i samsvar med sikkerhetsnivåene i kapittel 4. For risikoreduserende tiltak som bygges for å sikre allerede eksisterende bebyggelse gjelder ikke sikkerhetsnivåene i kapittel 4 direkte. Ved sikring av eksisterende bebyggelse eller infrastruktur må dimensjoneringen av risikoreduserende tiltak (sikringstiltakene) i tillegg ta hensyn til det som er teknisk og økonomisk mulig og miljømessig forsvarlig.

Statens vegvesen og Jernbaneverket har egne retningslinjer med krav til undersøkelser og sikkerhet[6]. Flom- og skredfare knyttet til omkringliggende arealer skal omtales og vurderes i planer som omhandler jernbane og veg. Bygging av veg og jernbane må ikke føre til økt vassdragsrelatert fare som flom, erosjon, dårligere områdestabilitet eller lignende.

Sikkerhetsnivåene gjelder ikke bygninger, veganlegg og vassdragsanlegg som i kraft av sin funksjon må ligge i områder som kan være utsatt for fare. Eksempler på dette kan være dammer, bruer, pumpehus og lignende. Disse må bygges for å tåle dimensjonerende påkjenning etter plan- og bygningsloven § 77, tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven eller gjeldende særlover og særforskrifter. Også planer for slike tiltak må vurderes med tanke på virkninger tiltakene kan gi for økt fare for arealer oppstrøms eller nedstrøms tiltaket. Krav til sikkerhet knyttet til vassdragsreguleringer, dammer og trykkrør, er regulert av vannressursloven med tilhørende forskrifter.

---

[5] Landbruks-, natur- og friluftsområder

[6] For vegbygging gjelder standarder i Statens vegvesen håndbok 18 ”Normaler” (2005) og håndbok 016 ”Geoteknikk i vegbygging” (2006). For jernbane gjelder standarder i dokumentnummer JD 520 ”*Underbygning*”.

Alle planer om inngrep i vassdrag, herunder risikoreduserende tiltak, skal vurderes i forhold til bestemmelsene i vannressursloven. Dersom tiltaket kan være til nevneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser i vassdraget, herunder vassdragsmiljø, landskap, fiske og annet friluftsliv må det søkes om konsesjon etter loven. Hvis tiltaket er eller vil bli tillatt i reguleringsplan eller bebyggelsesplan etter plan- og bygningsloven, kan NVE avgjøre at det ikke er nødvendig med konsesjon, jf. vannressursloven § 20.

Retningslinjene må ses i sammenheng med plan- og bygningslovens bestemmelser og forskrifter, rundskriv, retningslinjer og veiledninger knyttet til plan- og bygningsloven, herunder (listen er ikke uttømmende):

- *Plan- og bygningsloven* av 14. juni 1985 nr. 77.
- *Plan og kart etter plan- og bygningsloven*, 2006. Miljøverndepartementet (elektronisk).
- *Arealplanlegging og utbygging i fareområder*, rundskriv T-5/97. Kommunal- og arbeidsdepartementet og Miljøverndepartementet.
- *Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven* (TEK), 1997. Kommunal- og regionaldepartementet.
- *Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven*. 1997 (4. utgave mars 2007). Statens bygningstekniske etat.
- *Utbygging i fareområder.* Temaveileder 1/2008. Statens bygningstekniske etat.
- *Forskrift om konsekvensutredninger – planlegging etter plan- og bygningsloven,* T-1446. Miljøverndepartementet.
- *Veileder til forskrift om konsekvensutredninger – planlegging etter plan- og bygningsloven*, Miljøverndepartementet.
- *Veileder for kommunale risiko- og sårbarhetsanalyser*, 1994. Direktoratet for sivilt beredskap.

3 Prosesser knyttet til vassdrag som kan utgjøre fare

3.1 Innledning

De fleste forbinder fare knyttet til vassdrag med flom. Naturskader langs vassdrag skjer da også oftest som følge av flom eller i tilknytning til en flom. Kvikkleireskred er ikke direkte knyttet til flom og skjer ikke nødvendigvis i forbindelse med flomhendelser. Flomhendelser kan imidlertid øke faren for at det går et kvikkleireskred ved at elva eroderer i områder med kvikkleire og dermed kan utløse skred.

Flom eller økt vannføring og vannstandsøkning er et resultat av stor nedbør og/eller snøsmelting. Det finnes ingen entydig definisjon av begrepet flom. Et begrep som vårflom er et årvisst fenomen, men ikke nødvendigvis en skadeflom. En flom av en viss størrelsesorden kan i noen vassdrag føre til store materielle skader mens det i andre vassdrag ikke blir skader. Dette avhenger både av de materielle verdier langs vassdraget og elveløpets karakter.

Farene knyttet til flom i vassdraget er knyttet til fire hovedfaktorer:

- Bebyggelse og andre verdier langs vassdraget
- Vanndybden i oversvømte områder
- Vannets hastighet
- Erosjon og materialtransport i vassdraget

Styrken på og samvirket mellom prosessene i vassdraget er avgjørende for faren for materielle skader og eventuelt fare for tap av liv og helse.

Størrelsen på en flom angis som regel med et antall års *gjentaksintervall,* f.eks. en flom med 50 års gjentaksintervall eller en 50-årsflom. Gjentaksintervallet er en relativ størrelse som sier hvor ofte en flom av samme størrelse opptrer i gjennomsnitt over en lang årrekke. En kan få to 50-årsflommer med kort tids mellomrom, men over en lang tidsperiode vil en flom av denne størrelse opptre i gjennomsnitt hvert 50. år. Beregning av gjentaksintervall for flommer er basert på måling av vannføringen i det aktuelle vassdraget over en lang rekke år.

NVE varsler flom og har to nivåer på varslingen. NVE sender ”Varsel om flom” når det ventes vannføring med gjentaksintervall på mer enn fem år. ”Varsel om stor flom” sendes når det ventes vannføring med mer enn 50 års gjentaksintervall. Slike varsler blir fulgt opp daglig med ”Melding fra NVE” så lenge flomsituasjonen pågår.

3.2 Oversvømmelse og isgang

I elver med lite fall og liten vannhastighet vil skader ved flom særlig være knyttet til oversvømmelse av flate områder i tilknytning til elva, såkalte elvesletter (figur 3.1). For store elver kan slike områder være store, og oversvømte områder kan ligge langt fra selve elveløpet. Der det ligger gamle, avsnørte elveløp kan vanndypet i disse være stort og større enn i områder nærmere dagens elveløp.

Figur 3.1 Oversvømmelse. Lågen ved Fåvang i Ringebu kommune, Oppland. (Foto: Fotonor og NVE).

I områder der det blir store vanndyp og/eller sterk strøm kan det være fare for liv og helse. Der det er flomverk (flomvoll) vil arealene bak disse være beskyttet mot oversvømmelse opp til vannstanden som flomverket er dimensjonert for, f.eks. nivået for enn 100-årsflom eller en 200-årsflom. Dersom flommen blir større enn dimensjonerende flom vil flomverket overtoppes. Også et brudd i flomverkets konstruksjon vil føre til flom i områdene bak flomverket. Overtopping eller brudd i et flomverk kan skape farlige situasjoner fordi en får kraftig og konsentrert strøm og arealene bak flomverket vil raskt fylles opp med vann.

Flom og oversvømmelse i små vassdrag
I mindre vassdrag vil flommer utvikle seg raskere og ha kortere varighet enn i store vassdrag. Det kan gå kort tid, i enkelte tilfeller bare noen få timer mellom kraftig nedbør og flomtopp. Flommer i mindre vassdrag kan gi store skader selv om nedbøren faller over et begrenset geografisk område. Slike flommer er vanskelige å varsle og det oppstår ofte skade under selve flomsituasjonen. Små vassdrag kan også ha store lavtliggende områder (elvesletter) i tilknytning til vassdraget som oversvømmes ved flom i vassdraget.

Spesielt kan det oppstå oversvømmelse og skader der vannet går gjennom kulverter (rør gjennom veier og andre fyllinger) og der bekker er lukket over lengre strekninger. Dette skjer når en kulvert eller en lukket bekk har for liten kapasitet til å ta unna vannet eller ved gjentetting. Redusert vannavledningskapasitet som følge av fremmedlegemer er et vanlig problem. Under smelteperioder på vinteren kan også is tette igjen kulverter og lukkede bekker. Mange steder har det skjedd en gradvis utbygging og dertil lukking/innsnevring av bekker og elveløp som over tid skaper problemer med oversvømmelse.

Oversvømmelse som følge av isgang og oppstuving av is
Enkelte steder kan det på vinteren oppstå isgang og oppstuving av is. Dette er ikke nødvendigvis knyttet til stor vannføring, men isgang er likevel definert som flomhendelse i disse retningslinjene. Isdemninger kan gi oversvømmelser i områdene oppstrøms på samme måte som ved flom. Is i bevegelse representerer store krefter og kan gi fare for sammenbrudd av bygninger og medføre fare for liv og helse. Isgang og isdemninger opptrer ofte på de samme stedene.

Figur 3.2 Isgang i Surna ved Sande i Surnadal kommune, Møre og Romsdal 2003. (Foto: NVE).

3.3 Erosjon

I alle elver med løsmasser (leire, sand, grus og stein) i elvebunnen og på kantene vil vannet erodere (grave) i og transportere massene nedover i vassdraget (figur 3.3). Løsmassene avsettes enten i selve elveløpet, på land ved elveløpet, i utløpsområder til innsjøer eller i havet.

Figur 3.3 Erosjon i løsmasseskråning mot elv. Lausnes, Trøndelag. (Foto: NVE).

Erosjon, transport og avsetning av løsmasser er størst under flommer. Bebyggelse på løsmasser i nærheten av en elv kan være utsatt for skade ved utgraving i slike masser. Også masser som avsettes utenfor elveløpet kan gi skader. Ved særlig stor massetransport under flom i bratte vassdrag (kap 3.4) vil vannet med massene ha stor kraft, og kunne forårsake stor skade og utgjøre fare for liv og helse.

Ved stor hastighet på vannet kan erosjon utvikle seg hurtig, avhengig av løsmassene i elvebunn og kantene på elveløpet. Erosjon kan skje som følge av at et beskyttende dekke

som vanligvis er stabilt plutselig svikter, eller ved utglidninger på grunn av endrete fuktighetsforhold i grunnen. Til dels svært store stein kan eroderes løs og settes i bevegelse der en har stor hastighet og der løsmassene består av en blanding av finkornige og store masser. I noen tilfeller kan vannet ta nye veier og elveløpet vil da endres brått.

Det er viktig å være oppmerksom på områder der det kan være fare for hurtig erosjonsutvikling og endrete elveløp. Det er spesielt viktig å vurdere faren for erosjon der det er innsnevringer i elveløpet og der det er overgang mellom forskjellige løsmasser, f.eks. i overgang mellom store steiner og grove masser og sand og finkornige masser.

3.4 Skredlignende hendelser i bratte vassdrag

I små og bratte vassdrag kan det under flom oppstå skredlignende hendelser ved at massene i de øvre deler av vassdraget blir ustabile og raser ut i elveløpet. Masser, trær og annet som følger med kan danne demninger som plutselig brister etter hvert som flommen øker. Dette skaper en eller flere bølger av løsmasser og vann nedover elveløpet. Massene og vannet vil ha høy hastighet og stor kraft, og være farlige for mennesker og gi skade på bebyggelse og infrastruktur. Massene vil avsettes og hope seg opp der løpet blir slakere og vannet mister fart, eller der de møter en hindring eller innsnevring slik som en trang bruåpning eller kulvert. Der massene avsettes oppstår en ny propp i elveløpet, og vannet med deler av massene kan ta ny vei i terrenget.

Det er ofte anlagt bebyggelse, veier og annen infrastruktur i de nedre deler av slike små vassdrag, og her kan det være fare for store skader og i verste fall fare for liv og helse. Tiden fra massene blir ustabile til de raser og avsettes i de nedre deler av vassdraget kan være svært kort. Figur 3.5 viser et typisk vassdrag der denne type hendelse kan forekomme. Det er viktig å være oppmerksom på at denne type hendelse kan oppstå i det mange oppfatter som relativt slake vassdrag. En indikasjon på at det kan forekomme slike hendelser er terrengets vifteform i de nedre deler av elveløpet (se figur 3.4), men dette kan være vanskelig å identifisere uten spesialkunnskap.

Figur 3.4 Skisse over masseforflytting i en masseførende flom. Erosjonsområde et stykke opp i elven og avsettingsområde/vifte nedenfor. Områder der det oppstår erosjon samt elvevifta er et potensielt fareområde. Den øvre delen av vifta, der elva deler seg, er særlig utsatt.

3.5 Kvikkleireskred

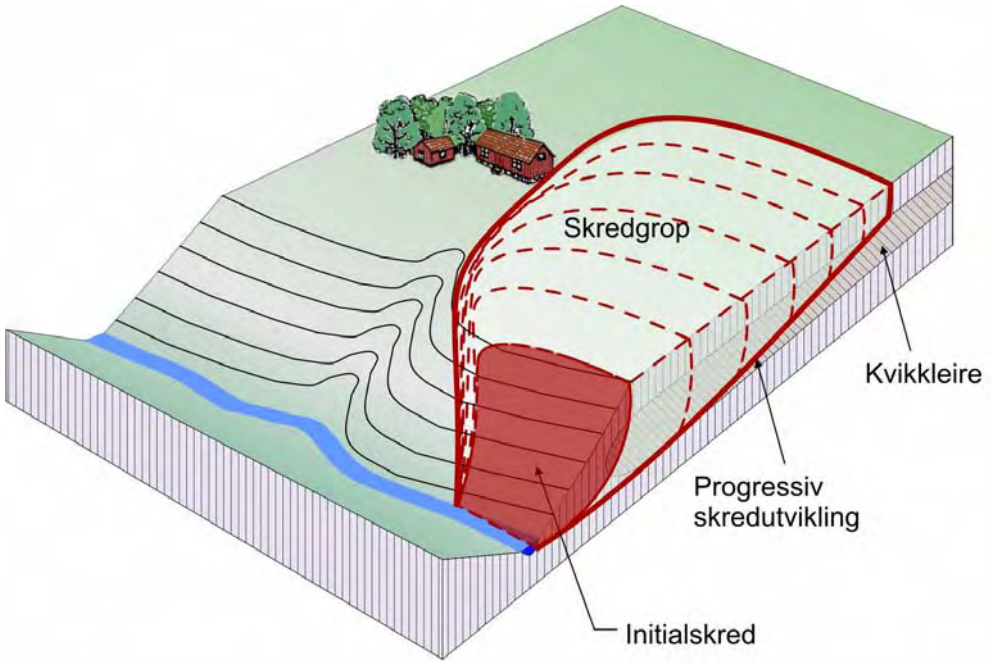
Kvikkleire er marint avsatt leire[7] med høyt vanninnhold som kan kollapse ved påkjenninger. Årsaken er at saltet som bidrar til å holde leirpartiklene sammen i sin opprinnelige gitterstruktur er redusert ved at ferskvann langsomt har erstattet saltvannet i leira i løpet av landhevingen etter siste istid. Ved for stor påkjenning kollapser gitterstrukturen og leira blir flytende som en suppe i sitt eget porevann. Kvikkleireskred kan forplante seg raskt bakover over store områder. De bløte, utraste skredmassene kan bevege seg flere kilometer.

Det er to hovedårsaker til at kvikkleireskred utløses:

- Naturlige prosesser som erosjon og nedbør
- Menneskelige tiltak som utgravinger, utfyllinger og andre terrengbelastninger

Til forskjell fra flom er kvikkleireskred en engangshendelse. Skred i kvikkleire vil som oftest skje hurtig, uten forvarsel, og skredene kan bli svært omfattende (figur 3.5 og figur 3.6). Evakuering kan derfor være svært vanskelig. Kvikkleireskred vil medføre stor fare for tap av menneskeliv og store materielle verdier både i områder som glir ut og i områder som oversvømmes av skredmassene. Der skred går ut i elver vil skredmassene kunne føre til oppdemming og dermed oversvømmelser i områdene ovenfor, og flom nedenfor når elva graver seg gjennom massene og det oppdemte vannet får utløp.

[7] Dvs. at kvikkleire kan forekomme i alle områder under den marine grense.



Figur 3.5 Progressiv skredutvikling starter ofte med initialskred mot vassdrag og forplanter seg raskt bakover. Figuren viser ikke selve masseforflyttingen, med de farer det gir i utløpsområdet, samt fare for oppdemming av elva.

Figur 3.6 Kvikkleireskredet i Rissa, 29. april 1978. Skredet ble utløst av gravemasser plassert i vannkanten av innsjøen Botnen. Skredgropa er 1,5 kilometer lang. (Foto: Aftenposten).

3.6 Andre forhold som kan medføre fare

Alle menneskelige inngrep, herunder anlegg av kulverter, bruer, bekkelukkinger, tetting av flater (f.eks. asfaltering), bygging av skogsbilveier, flatehogst og drenering av områder kan føre til endrede dreneringsforhold i og mellom nedbørfelt. Dette vil kunne føre til økt fare for flom, erosjon og masseforflytning.

Særlig i de senere år har det vært flere episoder med ekstrem nedbør og store flomskader i mange bebygde områder, delvis som følge av utilstrekkelig kapasitet på kulverter, overvannsledninger og bekkeløp, og manglende tilrettelegging for sikre flomvannsveier.

Ofte er kapasiteten til en kulvert bestemt av innløpet. For lange og/eller slake kulverter vil kapasiteten bli bestemt lengre nede. Dersom vannavledningskapasiteten ikke er tilstrekkelig vil vannet finne alternative flomveier. Åpne bekker er enklere å håndtere enn bekker som lukkes med kulverter. Dersom bekker må lukkes bør det legges til rette for alternativt flomløp. Om det ikke finnes noe alternativt flomløp for en kulvert, bør kulverten overdimensjoneres. Det gis her et generelt råd om å holde bekker åpne. NVE skal høres i saker som vedrører bekkelukking.

Snøskred eller steinskred som går ut i vassdraget og fører til oppdemming og/eller flodbølger er eksempler på hendelser som kan medføre fare. Som nevnt i kapittel 2 er ikke slike hendelser omtalt spesielt i disse retningslinjene. Sikkerhetsnivåene i teknisk forskrift (TEK) gjelder og prosedyrene for utredning av fare i arealplaner og byggesak (kapittel 5) kan benyttes så langt de passer.

4 Sikkerhetsnivå mot flom- og skredfare

4.1 Innledning – teknisk forskrift

Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK) med tilhørende veiledning gir sikkerhetskrav mot naturfarer. I TEK § 7-32, sikkerhet mot naturpåkjenninger, (skred, flom, sjø og vind) er det gitt et generelt krav om at byggverk skal plasseres og utformes slik at de har tilfredsstillende sikkerhet mot å bli skadet av naturpåkjenninger.

I veiledning til TEK heter det at bebyggelse må plasseres sikkert med hensyn til flom eller annen fare knyttet til vassdrag, så som isgang, erosjon, skred og masseavlagring. For sikkerhetsnivåer mot flom langs vassdrag vises det til NVEs retningslinjer nr. 1/2007. Sikkerhetsnivåene for flom i NVEs retningslinjer utfyller sikkerhetskravene i TEK med tilhørende veiledning. Sikkerhetsnivåene som angis utfyller også kravet i plan- og bygningsloven om ”tilstrekkelig sikkerhet”, jf. pbl § 68[8].

TEK gir tre sikkerhetsklasser for skred, inndelt etter konsekvens og største nominelle årlige sannsynlighet. Sikkerheten mot skred antas å være tilfredsstilt når kravet til nominell årlig sannsynlighet for skred er overholdt slik disse kravene er beskrevet i TEK § 7-32. *Nominell sannsynlighet* betyr at det ikke settes krav til at sannsynligheten for skred skal beregnes eksakt. Det må brukes et visst skjønn i tillegg til teoretiske beregningsmetoder. Det er i disse retningslinjene gitt særskilte sikkerhetsnivå ved fare for kvikkleireskred, fordi det i praksis er umulig å angi årlig sannsynlighet for kvikkleireskred.

4.2 Sikkerhetsnivå mot oversvømmelse og isgang

De anbefalte sikkerhetsnivåene mot oversvømmelse og isgang er angitt etter formål og største nominelle sannsynlighet for slike hendelser. Tabell 4.1 viser sikkerhetsklasser med tilhørende anbefalte sikkerhetsnivå for ulike typer arealbruk/utbyggingsformål der det er fare for oversvømmelse og isgang. Der det er fare for tap av liv og helse gjelder sikkerhetsnivåene i TEK (gjengitt i tabell 4.2).

Tabell 4.1 Anbefalte sikkerhetsnivå i områder med fare for oversvømmelse og isgang.

Sikkerhetsklasse	**Arealbruk, bygg, anlegg**	**Største nominelle årlige sannsynlighet (sikkerhetsnivå)**
		Oversvømmelse og isgang
F 1	Garasjer, lagerskur o.l	1/20
F 2	Bolig, fritidsbebyggelse, landsbruksbebyggelse, industri/næringsdrift/kontor, skoler, infrastruktur m.v	1/200
F 3	Sykehus, beredskapsinstitusjoner	< 1/1000

[8] For nærmere omtale av pbl § 68 vises det til kommende temaveileder om § 68 *Utbygging i fareområder* fra Statens bygningstekniske etat og rundskriv T-5/97 ”*Arealplanlegging og utbygging i fareområder*”, Miljøverndepartementet og Kommunal- og regionaldepartementet.

Kommentarer til tabell 4.1:

Sikkerhetsklasse F 1

Klassen omfatter arealer med bygninger og anlegg med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser, f.eks. enkle konstruksjoner som garasjer og lagerskur.

Merk: For større garasjeanlegg, som f.eks. garasje i kjeller, bør det være et høyere sikkerhetsnivå mot flom. Det anbefales minimum sikkerhet mot en 50-årsflom.

Sikkerhetsklasse F 2

Klassen omfatter arealer med de fleste typer bygg med personopphold, både boliger, industri og kontor. Klassen omfatter også arealer med driftsbygninger i landbruket, skoler og infrastruktur. De økonomiske konsekvensene ved skader på disse byggene kan være store, men kritiske samfunnsfunksjoner settes ikke ut av spill.

Merk: I deler av flomutsatte områder kan det være større fare enn ellers. I flomutsatte områder der det under flom vil være stor dybde eller sterk strøm bør det være et høyere sikkerhetsnivå enn 200-årsflom. Der det er fare for tap av liv og helse gjelder sikkerhetsnivå i TEK (tabell 4.2).

Sikkerhetsklasse F 3

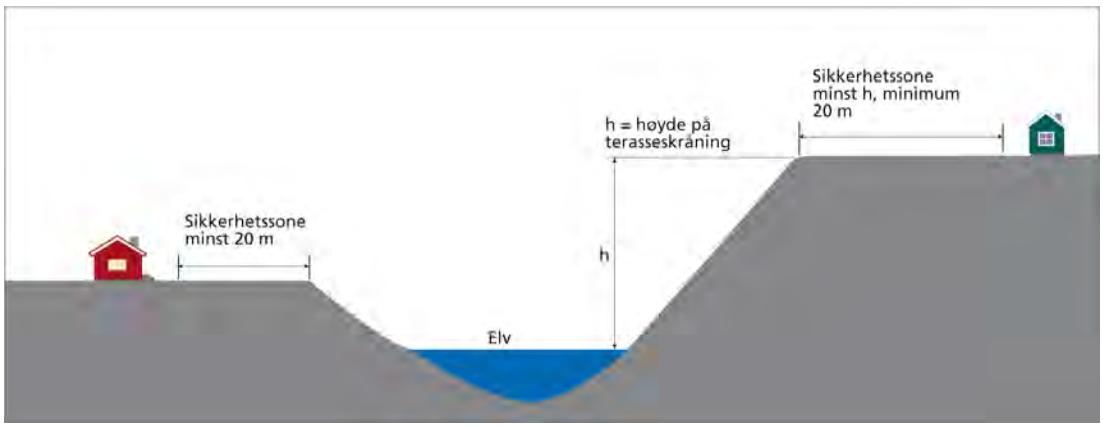
Klassen omfatter arealer med bygg og anlegg for særskilt sårbare samfunnsfunksjoner:

- areal og bygg for særlig sårbare grupper av befolkningen, f.eks. sykehjem og lignende
- arealer og bygg som skal fungere i beredskapssituasjoner, f.eks. sykehus, brannvesen, politistasjoner, sivilforsvarsanlegg og infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning
- avfallsplasser (deponier som kan føre til stor forurensningsfare)

Det vil være stor usikkerhet knyttet til hvor store områder som vil bli berørt ved en 1000-årsflom. Derfor bør det tilstrebes å legge slike funksjoner med en god margin over vannstanden til en beregnet 1000-årshendelse.

4.3 Sikkerhetssone mot erosjon

Erosjon er en prosess der det ikke kan brukes gjentaksintervall som mål for sikkerhetsnivå, slik som for flom. Erosjon er en framskridende prosess. For et areal innenfor en elvekant med løsmasser der det pågår erosjon, vil sannsynligheten for at arealet skal undergraves øke med tiden. Under en flom med stor vannhastighet vil betydelig erosjon i elvekanten i verste fall føre til at elva tar seg nytt løp.



Figur 4.1 Prinsippskisse - sikkerhetssone mot erosjon

Anbefalt sikkerhetssone for bebyggelse på erosjonsutsatte elvestrekninger fastsettes ved en minimumsavstand fra toppen av elvekanten, se figur 4.1. Avstand fra topp elveskråning til bebyggelse bør være minst lik høyden på elveskråningen og minimum 20 meter.

Merk: Det forutsettes at faren for større, brå utrasninger vurderes som skredlignende hendelser (kapittel 4.4) og ikke som erosjonsfare.

4.4 Sikkerhetsnivå mot skredlignende hendelser i bratte vassdrag

Noen skredtyper er knyttet til prosesser i vassdrag og omfattes derfor av disse retningslinjene. Dette gjelder skred som kan utløses av prosesser i vassdrag (vann er ofte utløsende årsak) eller hvor skredmassene havner ut i et vassdrag. Masseførende flom i små vassdrag er et eksempel på en slik hendelse. Ved særlig stor massetransport under flom i bratte vassdrag vil vannet med massene ha stor kraft og kunne forårsake stor skade og utgjøre fare for liv og helse. Dersom det planlegges utbygging i områder med fare for skredlignende hendelser i bratte vassdrag gjelder sikkerhetsnivåene i TEK (tabell 4.2).

Tabell 4.2 Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder (TEK)

Sikkerhetsklasse	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S 1	Liten	1/100
S 2	Middels	1/1000
S 3	Stor	< 1/1000

4.5 Sikkerhetsnivå mot kvikkleireskred

Sikkerhetsnivå mot skred er i utgangspunktet gitt i TEK § 7-32 (tabell 4.2). Det er i disse retningslinjene gitt særskilte sikkerhetsnivå ved fare for kvikkleireskred, fordi det i praksis er umulig å angi sannsynlighet for kvikkleireskred.

Sikkerhetsnivå for områder med fare for kvikkleireskred fastsettes som regel ved en materialfaktor. Materialfaktoren er kvotienten (resultatet) for forholdet mellom de stabiliserende og "drivende" krefter som leira er utsatt for. Når beregningene gir en brøk (kvotient) mindre enn 1,0 er de drivende (skredutløsende) krefter større enn de stabiliserende, og i teorien skal skred utløses. Tilstrekkelig materialfaktor er bestemt til å være 1,4. Denne materialfaktoren, som altså gir en sikkerhetsmargin for leiras styrke mot å "gå til brudd" og skli ut, kan sies å være geoteknikerens beste tilnærming til sannsynlighet for skred.

Dersom det er aktuelt med utbyggingstiltak i områder der materialfaktoren er mindre enn 1,4, bør det før utbygging kreves stabiliserende tiltak som gir materialfaktor lik eller større enn 1,4, eller det bør gis krav om minimum prosentvis forbedring av stabiliteten (figur 4.2). Hvor stor denne prosentvise forbedringen bør være, avhenger av hvilken faregrad området har (høy, middels eller lav) ved eksisterende situasjon og hvilken arealbruk/utbygging som er aktuell (tiltakskategori i tabell 4.3).

For fastsettelse av sikkerhetsnivå er det altså nødvendig først å foreta en klassifisering av faregrad i kvikkleiresonen. Metode for klassifisering av faregrad i kvikkleiresoner er beskrevet i *"Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire"* (NGI 20001008-2, rev. 3, 8. oktober 2008).

Sikkerhetsnivået er avhengig av faregradklasse og tiltakskategori, jf. tabell 4.3. Sikkerhetsnivået er i tabellen gitt som "materialfaktor ≥1,4" eller "ikke forverring", "forbedring" eller "vesentlig forbedring". Hvilken prosentvis forbedring ved topografiske endringer i naturlig terreng (stabiliserende utfylling, planering av skråninger og lignende) som bør kreves framgår av kurvene i figur 4.2. Avhengig av tiltakskategori, vil altså tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred være:

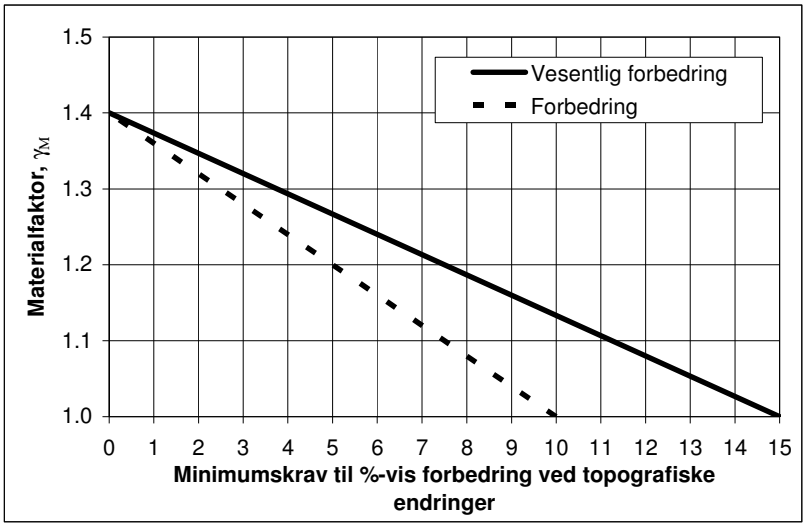
- Beregnet materialfaktor (γ_M) ≥ 1,4
- Forbedring eller vesentlig forbedring av stabiliteten i samsvar med tabell 4.3 og figur 4.2
- Ikke forverring: Tiltaket medfører ingen forverring av skråningsstabiliteten

Utfyllende omtale av framgangsmåten for beregning av materialfaktor og vurdering av områdestabilitet er gitt i vedlegg 1[9].

Tabell 4.3 Vurdering av sikkerhet ved tiltak i områder med fare for kvikkleireskred.

Tiltakskategori Beskrivelse av tiltak	**Faregradklasse før utbygging**		
	Lav	**Middels**	**Høy**
K1. Små tiltak uten tilflytting av personer. **Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene.** Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep o.l.	Tiltak bør følge anbefalingene i "*Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner* (se f.eks. NGI-rapport 2001008-62)"	Tiltak bør følge anbefalingene i "*Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner* (se f.eks. NGI-rapport 2001008-62)"	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) ikke forverring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480)
K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer. **Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene.** Private og kommunale veier, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l.	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) ikke forverring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) forbedring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) forbedring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)
K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker. **Viktige samfunnsfunksjoner.** Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) vesentlig forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering** **Stabilitetsanalyse:** a) Materialfaktor ≥ 1,4 eller b) vesentlig forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)

[9] "*Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*"



Figur 4.2 Prosentvis forbedring ved topografiske endringer i naturlig terreng

4.6 Sikkerhetsnivå i områder med eksisterende bebyggelse

Retningslinjene gjelder ved utarbeidelse av arealplaner og ved saksbehandling av *ny* bygge- og anleggsvirksomhet i områder som kan bli utsatt for eller forårsake fare. Også ved ombygging/omdisponering (endret arealbruk) av eksisterende bebyggelse må en vurdere sikkerhetsnivå og eventuelle tiltak for å unngå å øke skadepotensialet. I eksisterende byggeområder kan krav om bygningsmessige forsterkninger/tilpasninger for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i noen tilfeller kunne godtas. I områder som oversvømmes under flom kan dette f.eks. gjelde krav om høy, forsterket grunnmur, innredning og installasjoner som skal tåle oversvømmelse.

Sikkerhetskravene i TEK gjelder alle bygningsmessige tiltak, herunder fortetting, fornyelse av bygninger etter brann o.l. Kommunen skal i alle saker vurdere faremomentet nøye slik at kravet i TEK og plan- og bygningsloven § 68 om tilstrekkelig sikkerhet opprettholdes. Det skal tas hensyn til omkringliggende areal (hele faresonen) og tilstrekkelig sikkerhet til arealformålet skal dokumenteres i planen. Risiko i områder med flom- og/eller skredfare skal ikke øke ved tiltak i eksisterende utbyggingsområder.

Retningslinjene gjelder ikke uten videre for dimensjonering av risikoreduserende tiltak (sikringstiltak) for eksisterende bebyggelse.

5 Utredning av og hensyn til fare i arealplaner og byggesak

5.1 Innledning

Fareområder må vurderes og tas hensyn til i arealplanleggingen. Der det ikke er mulig å styre arealbruken helt utenom fareområder, skal det på kommune- og reguleringsplannivå vedtas arealbrukskategorier/reguleringsformål med tilhørende bestemmelser og retningslinjer som ivaretar tilstrekkelig sikkerhet for den aktuelle arealbruken. Plan- og bygningsloven (pbl) er det viktigste verktøyet for styring av arealbruk i områder som er særlig utsatt for skade eller ulempe på grunn av naturbetingede og miljømessige forhold.

Undersøkelser av naturfare bør derfor skje tidligst mulig i planprosessen slik at kunnskapene om faremomentene kan bli en premiss for det videre planarbeidet. En plan skal være så godt opplyst som mulig før vedtak treffes, jf. forvaltningsloven § 17.

De nylig vedtatte endringene i plan- og bygningsloven vil gi nye virkemidler for å ivareta hensynet til flom- og kvikkleireskredfare i arealplanleggingen. Blant annet vil *hensynssoner* tas i bruk som et nytt verktøy. Hensynssoner tar utgangspunkt i egenskaper ved et område, enten naturgitte eller funksjonelle, som vil innebære en begrensning eller et vilkår for arealbruken i området, uavhengig av det planlagte arealformålet. Hensynssonene vil sammen med arealformålene med bestemmelser fortelle hvordan et område kan brukes. Det vil også i perioden fram til endringene i loven trer i kraft være mulig å bruke hensynssoner i arealplanleggingen.

Endringene i loven vil videre gi en plikt for planmyndigheten til å påse at *risiko- og sårbarhetsanalyse* gjennomføres for et planområde. For de planer som omfattes av et særskilt krav til konsekvensutredning, vil risiko- og sårbarhetsanalysen som hovedregel inngå i konsekvensutredningen.

Disse retningslinjene er ikke uttømmende i forhold til alle naturfarer eller ulemper som har betydning og skal vurderes etter plan- og bygningslovens bestemmelser[10]. Etter pbl § 68 første ledd kan en eiendom ikke deles eller bebygges dersom det ikke er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Kravet om sikker byggegrunn gitt i denne bestemmelsen gjelder uansett, og vil få direkte virkning i den enkelte byggesak dersom det ikke er tatt tilstrekkelig hensyn til faren i det forutgående planarbeidet eller der det ikke foreligger plan.

I dele- og byggesaker må det påses at tillatelser er i samsvar med vedtatt arealbruk og reguleringsbestemmelser for området. Kunnskap om et område kan bebygges eller ikke, og eventuelt på hvilke vilkår dette kan skje, er viktig både for kommunen, grunneier/utbygger og offentlige kontroll- og tilsynsorganer. Der eventuelle risikoreduserende tiltak ikke er bestemt gjennom planarbeidet, må kravene i pbl § 68 ivaretas i dele- eller byggesaken.

Pbl § 68 er selvstendig avslagshjemmel i dele- og byggesaker, både i regulerte og uregulerte områder. I regulerte områder kan avslag etter § 68 være aktuelt i tilfeller der ny kunnskap har

[10] For mer utfyllende informasjon vises det til plan- og bygningsloven og "*Arealplanlegging og utbygging i fareområder*", rundskriv T-5/97 (Miljøverndepartementet og Kommunal- og arbeidsdepartementet, 1997).

kommet til eller der det har skjedd faktiske hendelser etter at planene er utarbeidet. Dette kan f.eks. være når kommunen sitter inne med nye opplysninger som ikke forelå da gjeldende plan ble utarbeidet.

I disse retningslinjene er det angitt en trinnvis utredningsprosedyre med økende detaljeringsnivå, fra kommuneplanens arealdel/kommunedelplan via reguleringsplan, evt. bebyggelsesplan, til byggesak:

- **Kommuneplanens arealdel/kommunedelplan for arealbruk**: Potensiell fare bør være identifisert, beskrevet og vurdert. Fareområdene bør, så langt de er kjent, være markert på arealplankartet eller i temakart tilknyttet planen og arealplankartet. Arealplankartet med tilhørende bestemmelser og/eller retningslinjer skal ivareta tilstrekkelig sikkerhet på oversiktsplannivå i kommunen.
- **Reguleringsplan og bebyggelsesplan**: Reell fare bør være identifisert, beskrevet og vurdert i forhold til sikkerhetsnivåene i kapittel 4 foran. Fareområdene bør altså være avgrenset og angitt med de nominelle sannsynligheter som TEK angir (for skred og skredlignende hendelser), de gjentaksintervall som framgår av tabell 4.1 (for oversvømmelse og isgang), og de stabilitetsvurderinger som framgår av tabell 4.3 (for skredfarlige kvikkleireområder). Soner med fare for erosjon bør også være angitt i samsvar med fig 4.1. Fareområdene bør være markert i plankartet med tilhørende bestemmelser som ivaretar tilstrekkelig sikkerhet. Videre bør eventuelle risikoreduserende tiltak som er nødvendige for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet være utredet.
- **Byggesak**: Tilfredsstillende sikkerhet skal være dokumentert, jf. pbl § 68.

Det kan være behov for mer omfattende og presis utredning og dokumentasjon av farene allerede på kommuneplannivå, dersom fare har betydning for gjennomførbarheten av planen. Dette vil også gi bedre grunnlag for tidlig å vurdere eventuelle risikoreduserende tiltak og kostnader knyttet til dem. For eksempel må strategier for senterstruktur, boligområder, transport, skole og infrastruktur ta hensyn til om de aktuelle utbyggingsområdene vil kunne oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot vassdragsrelatert fare uten for store kostnader ved risikoreduserende tiltak.

Forslag til regulerings- og bebyggelsesplaner utarbeides ofte av private utbyggere. Dersom kommunen har opplysninger om fare for flom eller skred skal dette meddeles forslagsstilleren så tidlig som mulig i planprosessen. Dette gjelder spesielt dersom opplysninger om fareområder er kommet fram etter at kommuneplanen er utarbeidet. Forslagsstilleren har uansett en selvstendig undersøkelsesplikt i tidlig planfase for å få dokumentert om området kan bebygges, eventuelt på hvilke vilkår. Forslagsstilleren skal legge dette fram som en del av saksframstillingen når forslaget sendes til kommunen. Dette innebærer at forslagsstilleren dekker kostnadene ved innhenting av faglige utredninger. Saken skal være tilfredsstillende opplyst, helst før høring. Dersom dette ikke er tilfelle vil det kunne innebære at planforslaget ikke legges ut til offentlig ettersyn.

Informasjon om fareområder kan komme fram i forbindelse med offentlig ettersyn. Reguleringsplanforslaget er da gått over fra å være privat til offentlig, og kommunen blir ansvarlig for nødvendige undersøkelser for å avklare reell fare og for utredning av eventuelle nødvendige risikoreduserende tiltak som vil gi tilfredsstillende sikkerhet. Kommunen skal

ikke gjøre endelig planvedtak hvis utredningsplikten for tiltak knyttet til planen ikke er oppfylt, jf. MDs veileder "*Plan og kart etter plan- og bygningsloven*"[11].

5.2 Hvordan utrede og ta hensyn til flomfare, erosjon og isgang

5.2.1 Kommuneplan og kommunedelplan

Vurdering av flomfare på kommuneplannivå har som mål å avklare om det er areal med potensiell flomfare i områder hvor det kan være aktuelt med utbygging, og hvordan en skal ta hensyn til fareutsatt areal i planen. Boks 5.2.1 viser en generell framgangsmåte for hvordan potensiell flomfare kan vurderes. Med flom menes her både oversvømmelse, isgang, erosjon og skredlignende hendelser i bratte vassdrag.

Boks 5.2.1 Vurdering av flomfare i kommuneplan/kommunedelplan.

A. Identifisering og avmerking av alle elver, bekker og innsjøer i planområdet
B. Avmerking av eventuelle kjente faresoner
C. Vurdering av potensiell fare utenom kjente faresoner
D. Potensielle fareområder og kjente faresoner innarbeides i kommuneplan/kommunedelplan

Kommentarer til boks 5.2.1:

Kommentarene viser en anbefalt prosedyre for å identifisere potensiell flomfare og hvordan hensynet til flomfare kan ivaretas i planen.

A. Identifisering og avmerking av alle elver, bekker og innsjøer i planområdet

Alle elver, bekker og innsjøer identifiseres og merkes av på plankartet, gjerne med blå farge. Denne avmerkingen gir en indikasjon på arealer som kan være utsatt for vassdragsrelaterte farer og viser hvilke områder som må gjennomgå en nærmere vurdering av flomfare.

Kommunen bør også merke av de vannveier som i dag er lukket. Dette har betydning for vurdering av sikkerheten dersom kulvertene skulle gå tett, og for å vurdere arealbruken over kulvertene, f.eks. med tanke på framtidig åpning.

B. Avmerking av eventuelle kjente faresoner

Kjente faresoner avmerkes på kart. Det er viktig at begrensningene til disse kjente sonene omtales i vurderingen.

Flomsonekart

For utvalgte elvestrekninger har NVE utarbeidet flomsonekart. Flomsonekartene finnes på www.nve.no. Flomsonene avmerkes på kommuneplankart, enten i arealdelen eller i eget temakart.

Merk: Kartlagte flomsoner er i hovedsak en kartlegging av oversvømt areal ved ulike flomstørrelser. Også for disse strekningene gjenstår det å vurdere erosjonsfare og hurtige

[11] *"Plan og kart etter plan- og bygningsloven"* (elektronisk utgave), Miljøverndepartementet, 2006.

masseførende flomsituasjoner. Soner bak flomverk kan være særlig farlige ved overtopping eller brudd og må vurderes særskilt. Dette omtales nærmere i punkt C.

C. Vurdering av potensiell fare utenom kjente faresoner

For områder der flomfaren ikke er kartlagt må denne vurderes.

For kommuner der det foreligger flomsonekart må behovet for utredning av flomsoner for øvrige elvestrekninger vurderes, jf. punkt B. Vurderingen skal inneholde forhold som oversvømmelse, erosjon, masseførende flom og flom i bratte vassdrag. Merk også at faren kan ha sitt utspring i elv, bekk eller innsjø utenfor planområdet.

Opplysninger om flomhendelser kan finnes i historisk materiale, særlig der flommene har berørt områder som var bebygd på flomtidspunktet. Det er vanskeligere å finne opplysninger om flomvannstander og skader i ubebygde områder. Kilder til informasjon om flommer kan være:

- Informasjon fra lokalkjente
- Avisartikler, bygdebøker og gamle stedsnavn
- Flomstøtter og andre opplysninger om flomhøyder fra historiske kilder
- Flomsonekart

Flom i bratte og masseførende vassdrag – skredlignende hendelser

I noen tilfeller vil vann- og skredmasser kunne ta nye løp enn det normale elveleiet, og berøre områder utenfor arealer berørt av 1000-årsflom.

Kriterier for utløsning av masseførende flom, i tillegg til flomstørrelse, er tilgjengeligheten av løsmasse, type løsmasse og partikkelstørrelser, samt kreftene (bl.a. vannets hastighet og dybde) som virker på løsmassene de ulike stedene i nedbørfeltet. Andre påvirkninger har også betydning, som menneskelige inngrep i nedbørfeltet og/eller endringer av nedbørfeltgrensene. Områder som kan være utsatt for masseførende flom og andre brå hendelser (som endret løpsmønster) må derfor vurderes særskilt av sakkyndige dersom det planlegges utbygging.

Erosjonsfare

Som oftest vil erosjonsutsatte områder langs elver ligge godt innenfor 200-årsflom, ofte også innenfor 20-årsflom. I noen tilfeller vil erosjonsutsatte elvestrekninger kunne ligge utenfor flomsonen. Dette gjelder der en har høye elveskråninger som går over dimensjonerende flomvannstand. På areal som også er utsatt for oversvømmelse kan en få et samvirke mellom flere prosesser, der erosjon er en av dem. Erosjonsprosessene kan være svært aktive under en flom. Faren for større, brå utrasninger må vurderes som skredfare og ikke som erosjonsfare.

Også erosjonssoner som ligger innenfor flomsonene bør vurderes og avmerkes. Heving av byggegrunn er et tiltak som vil kunne frigi flomutsatte arealer for utbygging, men dette vil ikke bøte på erosjonsfaren.

Farevurdering av arealer bak flomverk

Risikoreduserende tiltak som er gjennomført for å tåle flommer i samsvar med sikkerhetsnivåene i kapittel 4, f.eks. flomverk (flomvoller) som skal tåle 200-årsflom,

friskmelder ikke uten videre arealene bak for ny utbygging. Konsekvenser ved brudd og tiltakets dimensjon og tilstand må vurderes, og det må vurderes om det er arealer som er særlig fareutsatt ved større flommer enn de som anleggene skal tåle (overtopping).

Flommer forårsaket av overvann

Dersom kommunen er kjent med områder som er særlig utsatt for flom som følge av overvann bør flomfaren utredes og flomutsatt areal vises som potensiell faresone på plankartet. Dette gjelder f.eks. sannsynlige flomvannsveier ved tilstopping av kulverter for lukkede bekker. Kommunen bør videre tidlig utrede mulige arealer som kan avsettes til fordrøyningsmagasiner og sikre flomvannsveier. Det er i vurderingene av overvannet også viktig å vurdere hvordan utbygging kan gi økt flom i bekker og arealer nedenfor utbyggingsområder.

Dambrudd

Sannsynligheten for et brudd på en større dam er svært liten. Det er derfor ikke nødvendig å innføre store og altomfattende restriksjoner for planlegging og utbygging på arealer som helt eller delvis berøres av dambruddsbølgesone. Det er imidlertid viktig at kommunen sender planer om nye bygg og anlegg nedstrøms damanlegg til dameier, fordi utbygging nedenfor dammen kan føre til behov for oppklassifisering og teknisk oppgradering av dammen. Det samme gjelder frittliggende rør som leder vann under høyt trykk til kraftverk.

Institusjonsbygg og infrastruktur som vil ha avgjørende funksjoner i en alvorlig krisesituasjon bør ikke plasseres på en slik måte at de kan bli satt ut av funksjon av en dambruddsbølge eller høytrykksstråle fra rørbrudd.

Mer detaljert kartlegging av fareområder

For å forsikre seg mot at flomfare ikke er til hinder for utbygging og kommunens utviklingsstrategier, og for å være sikker på planens gjennomførbarhet, bør kommunen for viktige utbyggingsområder vurdere å foreta mer detaljerte undersøkelser etter samme standard som for reguleringsplaner (boks 5.2.2).

D. Potensielle fareområder og kjente faresoner innarbeides i kommuneplan/kommunedelplan

Potensielle faresoner bør så langt som mulig angis i temakart i kommuneplanens arealdel/ kommunedelplan. Fareutsatte områder kan også markeres på arealplankartet som en veiledende opplysning uten rettsvirkning, f.eks. avmerking av flomutsatt område i LNF-områder. Dette kan være nyttig informasjon blant annet ved behandling av dispensasjonssaker.

Kommunen bør i størst mulig grad styre arealbruken unna potensielle fareområder. Dersom det er aktuelt med utbygging i potensielle fareområder må det fastsettes bestemmelser som ivaretar tilfredsstillende sikkerhet (sikkerhetsnivå er omtalt i kapittel 4). Utbygger og kommune kan i tillegg inngå en utbyggingsavtale[12]. En slik avtale kan gå ut på at utbygger må besørge/bekoste tiltak som er nødvendige i forbindelse med gjennomføring av vedtatt plan.

[12] *Veileder utbyggingsavtaler*, Kommunal- og regionaldepartementet, 2006. Utbyggingsavtaler reguleres i pbl kap. XI-A §§ 64a-64f.

Hensyn til potensiell flomfare tas ved at kommuneplanens arealdel/kommunedelplan angir en av arealbrukskategoriene i pbl § 20-4 første ledd. Valg av arealbrukskategorier i kommuneplan, jf pbl § 20-4 første ledd og tilhørende bestemmelser, jf pbl § 20-4 annet ledd:

- Områder som er særlig utsatt for fare i form av flom, ras, skred og lignende, bør i nødvendig utstrekning båndlegges med sikte på senere regulering til fareområde, jf. pbl § 20-4 første ledd nr. 4. Arealer i kommuneplanen som er båndlagt med tanke på senere regulering til for eksempel fareområde, vises med sort skravur over formålsfargen med tegnforklaring om at dette er båndlagt som fareområde. Fareutsatte områder kan legges ut som båndlagt område kombinert med annet formål, f.eks. båndlegging/LNF.

  For områder som båndlegges for nærmere angitte formål i medhold av denne eller andre lover, jf pbl § 20-4 første ledd nr. 4, er virkningen av arealdelen begrenset til fire år fra planen er vedtatt av kommunestyret. Miljøverndepartementet kan etter søknad fra kommunen forlenge virkningen med inntil 2 år. Kommunen må sørge for utarbeiding av de nødvendige reguleringsplaner innen utløpet av disse frister.

- Områder som i mindre grad er utsatt for fare, og som det ikke er aktuelt å båndlegge med tanke på regulering til fareområde, kan f.eks. disponeres som LNF-område, jf. pbl § 20-4 første ledd nr. 2. (uten at det gis adgang til spredt utbygging).

- Det kan for byggeområder kreves utarbeidet reguleringsplan, jf. pbl § 20-4 annet ledd, bokstav a. Dette gjelder områder med tiltak etter § 93 a), h), c), i) og j) (bygging, deling, bruksendring, vesentlige terrenginngrep og veganlegg). Tilsvarende kan det kreves utarbeidet bebyggelsesplan for områder i LNF-områder med spredt boligbebyggelse og ervervsbebyggelse som ikke er tilknyttet stedbunden næring, og for fritidsbebyggelse, jf. samme bestemmelse bokstav c. Det kan for eksempel kreves utarbeidet bebyggelsesplan for samling av flere enn tre bygninger med mindre innbyrdes avstand enn 100 meter og at bygninger ikke skal legges på områder som er utsatt for flom (og ras/skred).

- I byggeområder og LNF-områder med spredt utbygging kan det fastsettes lokaliseringskrav, for å unngå utbygging på områder utsatt for flom eller skred, jf. pbl § 20-4 annet ledd, bokstav b, siste punktum og bokstav c. Et slikt lokaliseringskrav kan følges opp med nærmere kartlegging/utredning for å avgrense utstrekning av flom eller skred.

- For områder avsatt til utbyggingsformål kan det fastsettes at utbygging skal skje i bestemt rekkefølge, og at utbyggingen ikke kan finne sted før tekniske anlegg mv. er etablert.

- For områder langs vassdrag inntil 100 m fra strandlinjen kan det gis bestemmelser som forbyr å sette i verk bestemt angitte bygge- og anleggstiltak (pbl § 20-4 annet ledd, bokstav f), bl.a. for å bevare vegetasjon, og for å hindre erosjon og utrasing.

- NVEs retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag omfatter også landbruksbygg med definerte krav til sikkerhet for ulike typer byggverk, fortrinnsvis ved at bygging kun kan skje på arealer som regnes som sikre. Også landbrukstiltak omfattes av pbl §§ 68 og 70. Likeledes gjelder pbl § 20-4 annet ledd, bokstav f.

Det kan angis som retningslinjer til kommuneplanens arealdel/kommundelplan at NVEs retningslinjer nr. 1/2008 ”*Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag”* skal legges til grunn ved planlegging og utførelse av nye tiltak.

For utredning og fastsettelse av planformål, bestemmelser og retningslinjer for håndtering av overvann vises det til NORVARs veileder ”*Veiledning i overvannshåndtering*” Prosjektrapport 144/2005.

5.2.2 Reguleringsplan og bebyggelsesplan

Utredning av flomfare på *reguleringsplannivå* har som mål å avklare om det er *reell* flomfare i områder hvor det planlegges utbygging, og hvordan en skal ta hensyn til fareutsatt areal i planen. Fareutredningen bør være tilstrekkelig nøyaktig til å vurdere områdene i forhold til sikkerhetsnivåene i kapittel 4 foran. Boks 5.2.2 viser en generell framgangsmåte for hvordan flomfare kan utredes. Med flom menes her både oversvømmelse, isgang, erosjon og skredlignende hendelser i bratte vassdrag.

Boks 5.2.2 Utredning av flomfare i reguleringsplan og bebyggelsesplan.

A. Vurdering av kjente faresoner og potensielle fareområder i planområdet

B. Vurdering av planformål/arealbruk i kjente faresoner og potensielle fareområder

C. Utredning av fare og behov for risikoreduserende tiltak i forhold til sikkerhetsnivåene i kapittel 4.

D. Faresoner innarbeides i reguleringsplan/bebyggelsesplan

Kommentarer til boks 5.2.2:

Kommentarene viser en anbefalt prosedyre for å identifisere områder med reell flomfare og hvordan hensynet til flomfare kan ivaretas i planen.

A. Vurdering av kjente faresoner og potensielle fareområder i planområdet

Dersom potensiell flomfare ikke er vurdert i kommuneplan eller kommunedelplan for det aktuelle området, kan prosedyren beskrevet for utredning på kommuneplannivå (boks 5.2.1) benyttes. Er det åpenbart flomfare i området, gå til punkt B.

B. Vurdering av planformål/arealbruk i kjente faresoner og potensielle fareområder

Behovet for flomutredninger er avhengig av planlagt arealbruk i forhold til de sikkerhetsnivåer mot vassdragsrelaterte naturfarer som er gitt i kapittel 4. Er det ikke aktuelt med noen form for utbygging i områder med potensiell flomfare, er det mindre behov for utredninger. Dersom aktuelle utbyggingsområder berører potensielle fareområder og det ikke er mulig eller ønskelig å flytte eller avgrense utbyggingsområdene til arealer utenom faresonene, gå til punkt C.

Merk: Selv om deler av planområdet er berørt av potensiell flomfare, kan en utelate videre utredning av fare dersom planformålet sikrer at det ikke bygges i disse delområdene. Det kan f.eks. oppnås ved å avsette disse områdene til fareområde eller vern.

Dersom en kjenner flomhøyden på historiske flommer i området og gjentaksintervall for disse flommene kan beregnes, kan en ekspert vurdere flomfaren i området uten at det utarbeides flomsonekart. Denne metoden er imidlertid forholdsvis grov, og en god sikkerhetsmargin bør legges på dersom flomfaren skal vurderes ut fra dette. Dette passer best der en vil argumentere for at en holder seg godt utenfor flomutsatt nivå.

Dersom en ønsker å utnytte områder der det er tvil om flomfaren, og det er vanskelig å framskaffe god historisk informasjon, må faren utredes nærmere av en person med kompetanse innen hydrologi og hydraulikk. Dette gjøres ved å beregne flomvannstander i området og aller helst utarbeide et flomsonekart. Et flomsonekart viser hvilke områder som oversvømmes ved flom med ulike gjentaksintervall. I tillegg til kartene utarbeides det også lengdeprofiler for vannstand i elva. NVE har utarbeidet flomsonekart for over 100 utvalgte elvestrekninger. Flomsonekart og informasjon om dem finnes på www.nve.no/flomsonekart.

Merk: Kartlagte flomsoner er i hovedsak en kartlegging av oversvømt areal ved ulike flomstørrelser. Også for disse strekningene gjenstår det å vurdere erosjonsfare og hurtige masseførende flomsituasjoner. Soner bak flomverk kan være særlig farlige ved overtopping eller brudd og må vurderes særskilt.

Flom i bratte og masseførende vassdrag

I noen tilfeller vil vann- og skredmasser kunne ta nye løp enn det normale elveleiet, og berøre områder utenfor arealer berørt av 1000-årsflom (sikkerhetsnivå TEK).

Faren for utløsning av masseførende flom avhenger av tilgjengeligheten av løsmasser som kan eroderes, type løsmasse og partikkelstørrelser, samt kreftene (bl.a. vannets hastighet og dybde) som virker på løsmassene de ulike stedene i nedbørfeltet under flom. Andre forhold har også betydning, som menneskelige inngrep i området og/eller endringer av nedbørfeltgrensene. Områder som kan være utsatt for masseførende flom og andre brå hendelser må derfor utredes særskilt av sakkyndige dersom det planlegges utbygging.

Faren for flom i små, bratte og masseførende vassdrag og bekker er et økende problem som det bør tas ekstra hensyn til. Det er vanskelig både å varsle og beregne flomverdier i slike vassdrag. For innsyn i en metode for flomberegning ut fra nedbørintensitet i vassdrag mindre enn 10 km² henvises det her til Myrabø, Steinar (1991): *Flomberegning*. NVE rap. 8-91.

Fareutredning av arealer bak flomverk

Et flomverk som er bygd for å beskytte mot 200-årsflom vil ikke uten videre føre til at hele arealet bak flomverket kan klareres for utbygging. Arealene vil bli rammet av oversvømmelse som følge av overtopping og/eller brudd i flomverket når flommen overstiger det flomverket er bygget for å tåle. Dette vil være oversvømmelser med et svært hurtig forløp med store vannmengder. Faremomentene ved den dimensjonerende flom for flomverket må derfor evalueres. Det gjelder uavhengig av hvilken flomstørrelse flomverket er dimensjonert til å tåle. Konsekvenser for bakenforliggende areal ved et eventuelt brudd i flomverket må utredes og beskrives. En slik utredning kan føre til at noe areal på baksiden er mer fareutsatt

enn andre. Det vil dreie seg om en sone rett innenfor flomverket der strømmen ved overtopping eller brudd vil bli særlig sterk og lavpunkter i terrenget der det vil bli store dybder[13].

Det må sikres adkomst til flomverket for tilsyn, vedlikehold og krisetiltak i flom, enten til kjørbar krone eller langs innsiden. Et flomverk er et så omfattende tiltak med behov for særskilt regulering for å ivareta sikkerheten, at de normalt bør omfattes av reguleringsplan.

Utredning av erosjonsfare

På elvestrekninger som kan være utsatt for erosjon bør minste avstand fra bebyggelse til vassdraget ved normal vannstand være minst lik høyden på elveskråningen og minimum 20 meter fra løsmasseskråningens topp mot vassdraget, se også figur 4.1 (kapittel 4). Denne avstanden kan være mindre der det f.eks. er fjell i dagen eller grov stein i og langs elva som hindrer erosjon innenfor. Også der det er gjennomført risikoreduserende tiltak for å hindre erosjon kan faresonen reduseres ved at utstrekningen tilpasses skråningsvinkelen og tiltakets dimensjon og tilstand. Samtidig er det viktig å bevare vassdragets naturlige funksjoner, herunder kantvegetasjon.

I noen tilfeller kan sterk erosjon føre til at flomskred utløses og/eller at elva tar seg nye løp. Dette gjelder særlig på elvevifter dannet av masseførende flom i bratte vassdrag.

Overvannsproblematikk

Spørsmål om overvannshåndtering for arealene bør inngå i planprosessen. Dette gjelder bl.a. vurdering av terrengutforming, sikring av flomvannsveier, avsetting av arealer til fordrøyningsmagasiner, krav til permeable flater og andre pålegg om tiltak for lokal overvannshåndtering (LOH-tiltak).

Risikoreduserende tiltak

Dersom det er nødvendig med risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i samsvar med sikkerhetsnivåene i kapittel 4, bør risikoreduserende tiltak utredes på reguleringsplannivå. Faresonen revurderes i forhold til effekt av tiltak(ene). Tiltakene må også vurderes mot andre interesser. For eksempel skal tiltakene vurderes i forhold til natur- og miljøvirkninger (bl.a. mulig konsesjonsplikt etter vannressursloven). Reguleringsplan bør ikke godkjennes før det er dokumentert at risikoreduserende tiltak vil gi tilfredsstillende sikkerhet.

D. Faresoner innarbeides i reguleringsplan/bebyggelsesplan

Faresonene innarbeides i reguleringsplankartet. Det fastsettes bestemmelser og retningslinjer som enten forbyr utbygging i fareområder eller som bestemmer at utbygging bare er tillatt på spesielle vilkår (risikoreduserende tiltak) som avbøter faremomentet. For arealer bak flomverk hvor det er identifisert flomfare må det legges restriksjoner som hindrer utbygging, eller krav om risikoreduserende tiltak (f.eks. heving av byggegrunn).

Både av miljømessige og andre grunner vil det under alle omstendigheter være tilrådelig å holde bebyggelse i god avstand til elva. Vassdragsbeltets verdi som natur- og landskaps-

[13] *Kommunedelplan for flomutsatte områder langs Glomma i Åsnes kommune* (FLOWS rapport WP3Ciii-2) viser hvordan utredning av flomfare i tilknytning til flomverk kan gjøres. Plankart og bestemmelser viser hvordan flomfare ivaretas i en kommuneplan. Planen tar hensyn til oversvømt areal, vannets dyp og hastighet, risikoreduserende tiltak, overløpspunkt og lavpunkter i terrenget.

element vil i de fleste tilfeller tilsi en sone med byggeforbud. Et unntak kan gjelde for eksisterende byggverk eller byggverk som i sin funksjon må ligge til vassdraget.

Områder som på grunn av flomfare ikke kan tillates bebygget eller bare skal bebygges på nærmere vilkår av hensyn til sikkerheten, kan på reguleringsplannivå legges ut til:

- Fareområder etter pbl § 25 første ledd nr. 5, med eventuelle reguleringsbestemmelser etter pbl § 26 som gir vilkår om nærmere bestemte sikringstiltak (risikoreduserende tiltak). Sikringstiltakene, sikringssonene og lignende må vises på plankartet og bør beskrives så konkret som mulig i bestemmelsene. Dette vil innebære at alle byggetiltak er forbudt eller bare tillatt på spesielle vilkår som avbøter faremomentet. Fareområder kan kombineres med andre formål, herunder byggeområde, friluftsområde, landbruksområde, vernebelte, naturvernområde, friområde, campingplass, parkeringsplass, mv.
- Landbruksområder etter pbl § 25 første ledd nr. 2 med evt. reguleringsbestemmelser om at arealene ikke kan bebygges utover eksisterende bygningsmasse. Reguleringsformålet ”landbruksområder” kan kombineres med reguleringsformålet ”fareområder”, jf pbl § 25 første ledd nr. 5. For eksempel kan et flomutsatt område langs en elvebredd legges ut til fareområde (flom) og kombineres med landbruksformålet.
- Byggeområder etter pbl § 25 første ledd nr. 1 med reguleringsbestemmelser om byggegrense, risikoreduserende tiltak og rekkefølge av utbygging etter pbl § 26. Det kan f.eks. stilles vilkår om samtidig ferdigstilling av bebyggelse og risikoreduserende tiltak.
- Spesialområde etter pbl § 25 første ledd nr. 6.

Det bør på reguleringsplannivå stilles krav om at utredninger som dokumenterer tilstrekkelig sikker byggegrunn må foreligge før utbygging/tiltak i henhold til planen kan realiseres. Som del av reguleringsbestemmelsene, jf pbl § 26, kan det for alle reguleringsformål gis rekkefølgebestemmelser med vilkår om avbøtende (risikoreduserende) tiltak før utbygging eller tiltak gjennomføres. Det kan for eksempel stilles vilkår om sikring før bygging i byggeområder. Sikringstiltakene må da tegnes inn på planen og beskrives i de utfyllende bestemmelsene.

Etter pbl § 33 kan kommunen nedlegge midlertidig dele- og byggeforbud for eiendommer i potensielle fareområder inntil spørsmålet om regulering er endelig avgjort. Et slikt forbud gjelder i 2 år, men kan i særlige tilfelle forlenges etter søknad til fylkesmannen.

For utredning og fastsettelse av planformål og bestemmelser for håndtering av overvann vises det til NORVARs veileder ”*Veiledning i overvannshåndtering*” Prosjektrapport 144/2005.

5.3 Hvordan utrede og ta hensyn til kvikkleireskredfare

5.3.1 Kommuneplan og kommunedelplan

Vurdering på kommuneplannivå har som målsetting å avklare om det er areal med *potensiell* kvikkleireskredfare i områder hvor det kan være aktuelt med utbygging, og hvordan en skal ta hensyn til fareutsatt areal i planen. Boks 5.3.1 angir en framgangsmåte for vurdering av kvikkleireskredfare på kommuneplannivå og hvordan kvikkleireskredfare bør innarbeides i planen.

Boks 5.3.1 Vurdering av kvikkleireskredfare i kommuneplan/kommunedelplan.

A. Identifisering av områder med marin leire

B. Avmerking av eventuelle kjente faresoner

C. Vurdering av potensiell kvikkleireskredfare utenom kjente faresoner

D. Områder med potensiell kvikkleireskredfare og kjente faresoner innarbeides i kommuneplan/kommunedelplan

Kommentarer til boks 5.3.1:

Kommentarene viser en anbefalt prosedyre for å identifisere potensiell kvikkleireskredfare og hvordan hensynet til kvikkleireskredfare kan ivaretas i planen.

A. Identifisering av områder med marin leire

Kvikkleire finnes bare i områder med marin leire. For kommuner/områder som ikke har marin leire er videre undersøkelser unødvendig. Kvartærgeologiske kart (www.ngu.no) gir oversikt over områder med marin leire. Merk at kvartærgeologiske kart i målestokk 1:50 000 bare finnes for deler av landet. For områder som ikke er kartlagt med denne nøyaktigheten anbefaler vi at kommunen får en kvartærgeologisk sakkyndig til å stedfeste mulige forekomster av marin leire (dersom kommunen ikke har tilstrekkelig kompetanse selv).

Merk: Elve- og breelvavsetninger under marin grense kan være avsatt over leiravsetninger.

B. Avmerking av eventuelle kjente faresoner

For Trøndelag, deler av Sør-Norge og enkelte områder av Nord-Norge er det gjennomført kartlegging av skredfarlige kvikkleireområder (faresoner) som et ledd i den nasjonale skred-kartleggingen. Disse sonene er avgrenset og klassifisert etter faregrad (høy, middels og lav). Faresonene merkes av i kartgrunnlaget, enten i arealdelen eller i egne temakart. Temakart kan lastes ned som WMS fra www.skrednett.no eller leveres som SOSI-fil fra NVE.

Merk: Kartlagte faresoner som inngår i den nasjonale skredkartleggingen for kvikkleire omfatter bare områder større enn 10 dekar, og bare løsneområder (områder som kan skli ut). Det er derfor nødvendig å undersøke om det er skredfarlige kvikkleiresoner utenfor de kartlagte sonene, og å kartlegge og vurdere fare knyttet til utløpsområder (områder der skredmassene sannsynligvis avsettes) i samsvar med pkt. C under.

C. Vurdering av potensiell kvikkleireskredfare utenom kjente faresoner

For områder der skredfaren ikke er kartlagt må kommunen vurdere behovet for geoteknisk utredning. For kommuner der faresoner er kartlagt i forbindelse med den nasjonale skredkartleggingen må behovet for utredning av mulige kvikkleiresoner utenom kjente faresoner samt utløpsområder for skredmasser vurderes. Merk også at faren kan ha sitt utspring i elv, bekk eller innsjø utenfor planområdet. Vedlegg 1: ”*Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*” viser anbefalt prosedyre for identifisering av områder med potensiell fare for kvikkleireskred.

Behovet for geoteknisk utredning er avhengig både av forekomst av marin leire innenfor kommunen/planområdet og terrengforhold som kan medføre skredfare. I områder med marin leire med terrenghelning større enn 10º eller raviner/søkk i terrenget er det grunn til å vurdere skredfare nærmere. Behovet for geotekniske vurderinger er også avhengig av planlagt arealbruk. Dersom det ikke er planlagt noen form for utbygging i områder med mulig skredfare, er det mindre behov for geoteknisk utredning.

Kommunen avgjør om det er behov for sakkyndig geoteknisk utredning for hele kommunen, av nærmere avgrensete områder eller om det ikke trengs slik utredning. Dersom kommunen er i tvil, bør den få hjelp av geoteknisk fagkyndig til å vurdere dette behovet.

Den geotekniske utredningen vil kunne skje på grunnlag av vurdering av forekomst av marin leire, terrengforhold og eksisterende data fra geotekniske undersøkelser i området.

D. Områder med potensiell kvikkleireskredfare og kjente faresoner innarbeides i kommuneplan/kommunedelplan

Områder med potensiell kvikkleireskredfare innarbeides i arealplankart eller i eget temakart. Det fastsettes arealbrukskategori, bestemmelser og retningslinjer som enten forbyr utbygging eller ivaretar videre utredningskrav i detaljplan.

For innarbeiding av potensielle fareområder på kommuneplannivå vises det til kapittel 5.2.1, bokstav D, der det er redegjort for de arealbrukskategorier, bestemmelser og planretningslinjer det er mest aktuelt å bruke.

I planretningslinjer til kommuneplanens arealdel/kommunedelplan kan det angis at det innenfor angitte faresoner med kvikkleire stilles krav til geoteknisk prosjektering i henhold til NVEs retningslinjer nr. 1/2008 ”*Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag”*.

Som planretningslinje for håndtering av skredfare kan det også angis at det i områder med marin leire kan finnes skredfarlige kvikkleireområder som ikke er kartlagt, og at de samme krav til geoteknisk prosjektering som ved byggevirksomhet innenfor allerede kartlagte faresoner gjelder dersom kvikkleire blir påvist og/eller topografien tilsier at skredfare kan være tilstede.

Merk: For å forsikre seg mot at skredfare ikke er til hinder for utbygging og for å være sikker på planens gjennomførbarhet kan kommunen på kommuneplannivå velge å foreta nøyere grunnundersøkelser etter samme standard som for reguleringsplaner (kapittel 5.3.2).

5.3.2 Reguleringsplan og bebyggelsesplan

Utredning på reguleringsplannivå har som målsetning å avklare om det er areal med *reell* kvikkleireskredfare i områder hvor det planlegges utbygging. Boks 5.3.2 angir en generell framgangsmåte for utredning av kvikkleireskredfare på reguleringsplannivå og hvordan kvikkleireskredfare bør innarbeides i planen.

Boks 5.3.2 Utredning av fare for kvikkleireskred i reguleringsplan og bebyggelsesplan.

A. Vurdering av potensielle fareområder og kjente faresoner

B. Vurdering av planformål/arealbruk i potensielle fareområder og kjente faresoner

C. Utredning av kvikkleireskredfare og behov for risikoreduserende tiltak i forhold til sikkerhetsnivåene i kapittel 4

D. Faresoner innarbeides i reguleringsplan/bebyggelsesplan

Kommentarer til boks 5.3.2:

Kommentarene viser en anbefalt prosedyre for utredning av kvikkleireskredfare og hvordan hensynet til eventuell fare kan ivaretas i planen.

A. Vurdering av potensielle fareområder og kjente faresoner

Dersom potensiell skredfare ikke er utredet i overordnet plan brukes prosedyren beskrevet for utredning på kommuneplannivå (boks 5.3.1). Er det åpenbart at det er mulig skredfare i området, gå til pkt. C, utredning av kvikkleireskredfare (under).

B. Vurdering av planformål/arealbruk i potensielle fareområder og kjente faresoner

Selv om deler av planområdet er berørt av potensiell skredfare, kan en utelate videre utredning av fare dersom planformålet sikrer at det ikke bygges i disse delområdene. Det kan f.eks. oppnås ved å sette av disse områdene til fareområde eller vern. Dersom aktuelle utbyggingsområder ligger i eller berører potensielle fareområder og det ikke er mulig eller ønskelig å flytte eller avgrense utbyggingsområdene til arealer utenom faresonene, må faren utredes nærmere i samsvar med pkt. C.

Merk: Det må tas hensyn til utløpsområde for skredmasser (ikke med i den nasjonale faresonekartleggingen for kvikkleire). Dette kan også gjelde utløpsområder for skred som går utenfor planområdet.

C. Utredning av kvikkleireskredfare og behov for risikoreduserende tiltak i forhold til sikkerhetsnivåene i kapittel 4

Geoteknisk fagkyndig identifiserer areal som er berørt av faktisk skredfare (både løsneområde og utløpsområde). Prosedyre for slike utredninger framgår av vedlegg 1: ”*Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*”. Metode for klassifisering av faregrad i kvikkleiresonen er gitt i *”Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire”(NGI 20001008-2, rev 3, 8. oktober 2008)*. Videre skal fareområdene angis med de stabilitetsvurderinger som framgår av tabell 4.3.

Geoteknisk utredning i forbindelse med reguleringsplan skal utrede reell fare og nødvendige risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for bebyggelsen, jf. sikkerhetsnivåene i kapittel 4. Dette vil avklare om reguleringsplanen kan gjennomføres

innenfor tekniske, økonomiske og miljømessig akseptable rammer. Det er her verdt å merke seg at nødvendige risikoreduserende tiltak kan vise seg å måtte gjennomføres utenfor det området som omfattes av selve reguleringsplanen.

D. Faresoner innarbeides i reguleringsplan/bebyggelsesplan

Fareområdene innarbeides i reguleringsplankart. Det fastsettes bestemmelser og retningslinjer som enten forbyr utbygging i fareområder eller som bestemmer at utbygging bare er tillatt på spesielle vilkår som avbøter faremomentet (risikoreduserende tiltak). I rekkefølgebestemmelser kan det stilles vilkår om sikring før utbygging. For innarbeiding av potensielle fareområder på reguleringsplannivå vises det til kapittel 5.2.2, bokstav D, der det er redegjort for de reguleringsformål og reguleringsbestemmelser det er mest aktuelt å bruke.

Konkluderer utredningen (kapittel 5.3.2 pkt. A-C) med at det ikke er et tilfredsstillende sikkerhetsnivå i området uten risikoreduserende tiltak bør tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i henhold til disse retningslinjene vurderes. Faresonen revurderes etter tiltakenes stabiliserende effekt. Reguleringsplanen/bebyggelsesplanen bør ikke godkjennes før det er dokumentert at planlagte risikoreduserende tiltak vil gi tilfredsstillende sikkerhet. Tiltakene må også vurderes mot andre interesser. For eksempel må tiltakene vurderes i forhold til natur- og miljøvirkninger (bl.a. mulig konsesjonsplikt etter vannressursloven).

5.4 Utbygging i LNF-områder

Ved byggetiltak i LNF-områder, slik som oppføring av driftsbygninger i landbruket, bygging av veier, skogsbilveier og lignende, må det tas hensyn til at byggene og anleggene kan være utsatt for fare for flom og skred, og at tiltakene selv kan øke faren ved at de kan utløse skred. Det må derfor gjennomføres nødvendige utredninger for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet.

I områder under marin grense, der det kan være skredfarlig kvikkleire, må det særlig tas hensyn til områdestabiliteten i det aktuelle området og til mulige utløpsområder for kvikkleireskred fra eventuelle andre faresoner. Selv små terrenginngrep i kvikkleiresoner kan medføre store skred med alvorlige konsekvenser. Rissa-skredet (figur 3.6) er et eksempel på en hendelse der en relativt liten masseforflytning førte til en forandring i stabiliteten i området.

I bratt terreng med løsmasser vil selv små endringer i dreneringsforholdene, f.eks. ved bygging av landbruksveger, kunne øke faren for skred.

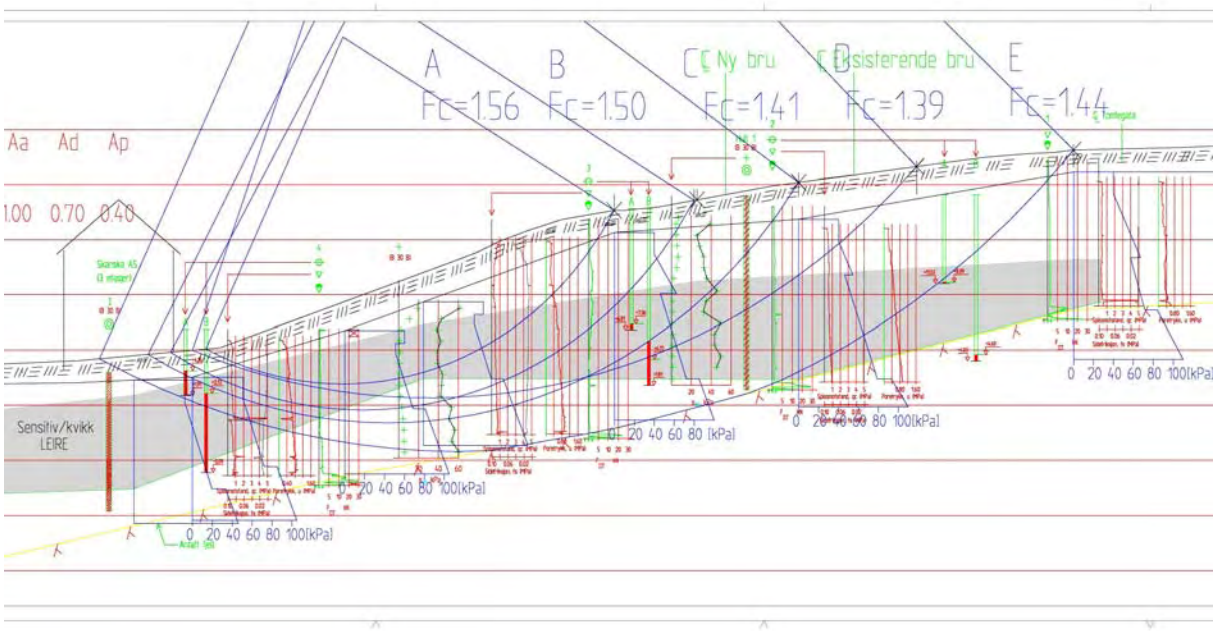
I LNF-områder der det tillates spredt utbygging, bør det fastsettes lokaliseringskrav som hindrer utbygging på arealer som kan være utsatt for flom eller skred. Et slikt lokaliseringskrav kan følges opp med nærmere kartlegging/utredning for å avgrense utstrekning av arealer med flom- eller skredfare.

Kommunen må ikke gi dispensasjon fra plan dersom tilfredsstillende sikkerhet ikke er dokumentert, jf. pbl § 7. Det foreligger ikke særlig grunn til dispensasjon fra plan dersom tilfredsstillende sikkerhet i et område ikke er dokumentert. Eventuelt kan det ved dispensasjon gis vilkår som tar hensyn til mulig fare, f.eks. ved at det ved flomfare gis vilkår om byggehøyde eller at det bygges uten kjeller.

Vedlegg 1

Veileder:

Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper



Denne veilederen er utarbeidet i tilknytning til NVEs ”Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag”.

INNHOLD

Forord……. 5

1 Formål/virkeområde og problemstilling……. 7

2 Definisjoner/terminologi……... 7

3 Krav til sikkerhet…….. 11

3.1 Forklaring til tabell 3.1…….. 12

4 Krav til geotekniske utredninger i arealplanlegging og byggesaksbehandling…... 14

4.1 Generelt…….. 14
4.2 Utredning av potensiell fare (kommuneplan og kommunedelplan)……. 15
4.3 Utredning av reell fare…….. 17
4.4 Byggesak……. 18

5 Krav til grunnundersøkelser…… 18

5.1 Omfang og type…….. 18
5.2 Kvalitet…… 19

6 Krav til stabilitetsvurderinger……. 19

6.1 Materialparametre……. 19
6.2 Vurdering av skredtyper……20
6.3 Analysemetoder…….. 20

7 Krav til kontroll……..…21

8 Tiltak…….. 21

9 Referanser…….. 21

FORORD

Som en del av NVEs ”Program for økt sikkerhet mot leirskred” er det gjennomført en risikoklassifisering av tidligere kartlagte, potensielt skredfarlige kvikkleiresoner. NGI har bistått i dette arbeidet. Erfaringene fra denne klassifiseringen, blant annet gjennom en utstrakt kontakt med kommunene, har vist at hensynet til skredfare i kvikkleiresoner ikke har vært tilstrekkelig ivaretatt i kommunal arealplanlegging og byggesaksbehandling. NVE har derfor revidert og utvidet sine retningslinjer for arealplanlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag til også å inkludere kvikkleireområder og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

Erfaringene har også vist at det er behov for prosedyrer og retningslinjer som sikrer en bedre samhandling mellom forvaltning og geoteknisk bransje i utredning og dokumentasjon av skredfare i arealplanlegging og byggesaksbehandling. NVE har på bakgrunn av dette henvendt seg til den geotekniske bransjen og bedt utvalgte representanter fra fagmiljøet i Norge utforme en veileder for vurdering av områdestabilitet ved utbygging i terreng der jordarter med sprøbruddegenskaper kan medføre fare for skred. Følgende personer/firma har deltatt i utvalget:

Signe Kirkebø, Multiconsult, Odd Musum og Einar Lyche, Rambøll, Elisabeth Gundersen og Frode Oset, Vegdirektoratet, Odd Gregersen, NGI, Arne Engen, NGI/Norconsult og Erik Endre, NVE. Utvalget har vært ledet av Arne Engen. Utkast til veileder er sendt til NTNU for kommentarer under arbeidets gang. Alle som har bidratt til veilederen takkes.

Vi håper veilederen vil bidra til en kvalitetsmessig god og mest mulig lik vurdering av stabilitet i kvikkleireområder og andre jordarter med tilsvarende egenskaper.

Veilederen har vært offentlig tilgjengelig på NVEs nettsider siden 1. juli 2008, da den ble publisert som et vedlegg til NVEs retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag. Det er nå gjort enkelte justeringer av veilederen både i struktur og innhold.

Oslo, mars 2009

Steinar Schanche (sign.)

1 FORMÅL/VIRKEOMRÅDE OG PROBLEMSTILLING

Formålet med denne veilederen er å bidra til å forebygge skredulykker i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, heretter kalt sprøbruddmateriale, ved at det blir tatt nødvendig hensyn til fare for skred i kommunal arealplanlegging og i byggesaker. Veilederen er ment for det geotekniske fagmiljøet i Norge, og skal bidra til en kvalitetsmessig god og mest mulig lik vurdering av stabilitet i disse områdene.

Selv om veilederen er relativt detaljert på enkelte områder, er den ikke ment å være en lærebok i vurdering og beregning av stabilitet i naturlige skråninger med sprøbruddmaterialer. For mer detaljert beskrivelse av metodikk henvises det for eksempel til ref. /1/, /2/, /3/, /4/ og /5/. Eksempler på alminnelig akseptert praksis er gitt i ref. /6/, /7/ og /8/.

Veilederens innhold samsvarer med og utdyper NVEs "Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag", ref. /9/.

Veilederen gjelder for ny bebyggelse, herunder også ny utbygging i områder med eksisterende bebyggelse, og er utarbeidet med tanke på å tilfredsstille kravet om sikkerhet mot skredfare i plan- og bygningsloven § 68 og Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK).

For eksisterende bebyggelse foreligger det ingen tilsvarende krav i lovverket om sikkerhet mot skred. Myndighetenes bidrag til sikringstiltak vil være avhengig av disponible budsjettmidler. For områder med eksisterende bebyggelse vil en ut fra samfunnsøkonomiske hensyn ofte måtte akseptere at sikkerheten mot skred ikke kan heves til et nivå som kreves for ny utbygging. De tekniske og økonomiske mulighetene for gjennomføring av stabiliserende tiltak vil være avgjørende for videre arealbruk.

Utrednings- og dokumentasjonskrav beskrevet i denne veilederen vil på enkelte områder innebære en skjerping av tidligere praksis i bransjen. Dette gjelder spesielt vurdering av skreds utstrekning. Skred i områder med sprøbruddmaterialer kan som kjent bli svært omfattende. Dette innebærer at fareutredning, inklusive utredning av stabiliserende tiltak ikke skal avgrenses av den aktuelle planens eller byggesakens areal. Risikoreduserende tiltak (stabiliserende tiltak o.l.) må ofte skje utenfor (og til dels i betydelig avstand fra) det området som planen eller byggesaken omfatter.

2 DEFINISJONER/TERMINOLOGI

Med **skred** i denne veilederen menes skred i **kvikkleire** og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, benevnt "**sprøbruddmateriale**".

Faregrad: Sannsynligheten for skred.

Konsekvens: Skadeomfang dersom et skred inntreffer.

Kvikkleire: Leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kPa, ref. /26/.

Løsneområde: Det området som sklir ut.

Materialfaktor, γ_M: Partialfaktor for en jordparameter (materialegenskap) som også tar hensyn til modellusikkerhet, ref. /21/.

Omrørt skjærstyrke: Skjærstyrke etter at leira er fullstendig omrørt.

Progressivt brudd: Et brudd som utvikler seg ved en gradvis reduksjon i styrke langs et kritisk glideplan, initiert av lokal styrkeoverskridelse.

Retrogressivt skred: Et skred som utvikler seg bakover fra et initialskred, normalt ved at bruddkanten er ustabil (Rissa-skredet), figur 2.2.

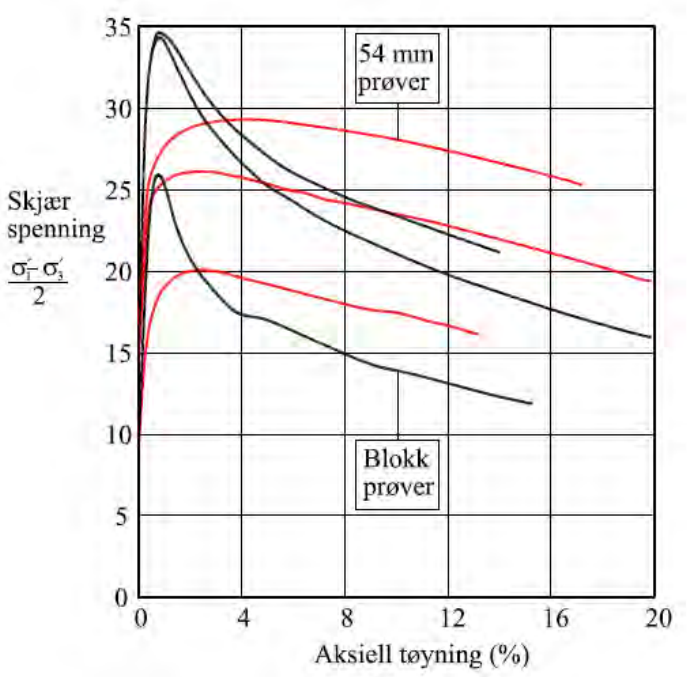
Risiko: Produktet av faregrad og konsekvens.

Sensitivitet, S_t: Forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale.

Sprøbruddmateriale: Jordarter (leire og silt) som utviser en utpreget sprøbruddoppførsel, med betydelig reduksjon i styrke ved tøyninger ut over tøyning ved maksimal styrke, se figur 2.1, det vil si materiale med sensitivitet ≥ 15 og omrørt styrke < 2 kPa.

Utløpsområde: Det området der skredmassene ender opp.

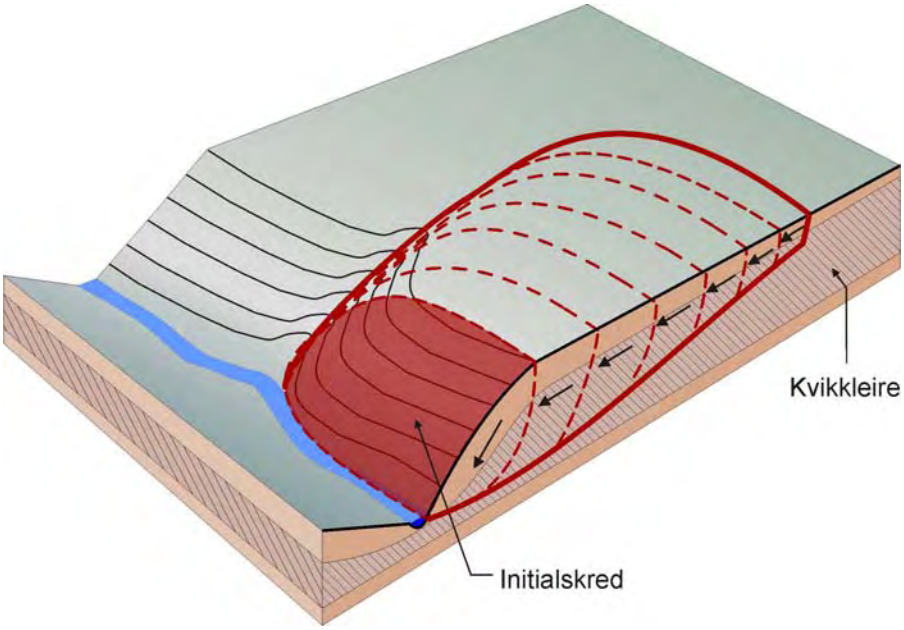
Figur 2.1 viser eksempel på sprøbruddoppførsel fra treaksialforsøk på blokkprøver fra Onsøy, sammenlignet med tilsvarende forsøk på Ø54 mm prøver.



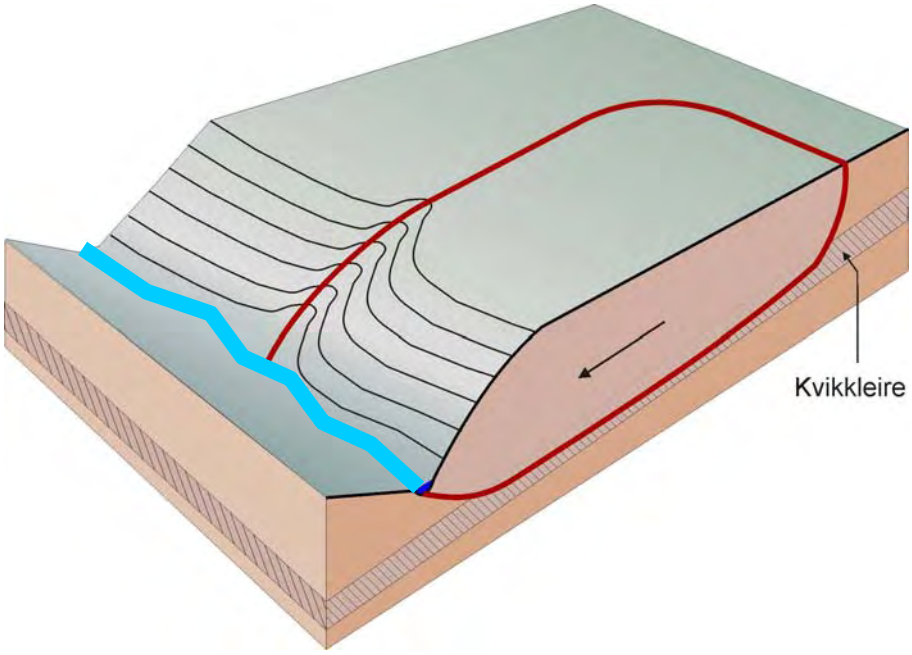
Figur 2.1 Treaksialforsøk på leire fra Onsøy

Aktuelle skredtyper som kan forekomme i områder med sprøbruddmaterialer er initialskred, retrogressivt skred og flakskred. For nærmere beskrivelse av disse skredtypene henvises det til ref. /10/ samt til figurene 2.2 og 2.3 under. Felles for de to skredtypene er at utstrekningen

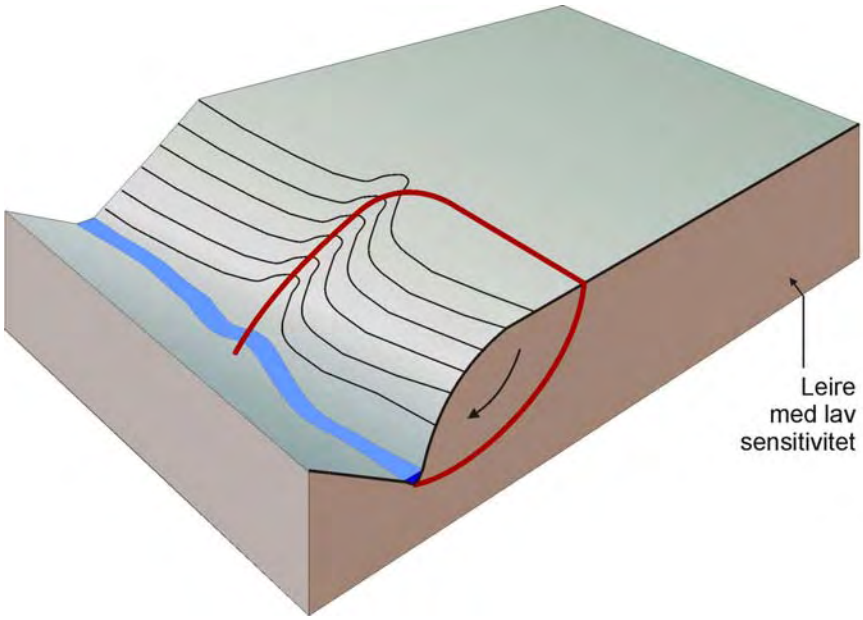
kan bli meget stor. Videre viser figur 2.4 skredtype rotasjonsskred i silt/leire med lav sensitivitet. Skredet vil få et relativt lite omfang.



Figur 2.2 Initialskred og retrogressivt skred



Figur 2.3 Flakskred, utløst ved progressiv bruddutvikling i sprøbruddmateriale



Figur 2.4 Rotasjonsskred

3 KRAV TIL SIKKERHET

Tabell 3.1 gir en sammenstilling av krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller som forutsettes utført. Som det fremgår vil kravene avhenge av tiltakskategori (K1-K3) og områdets faregradklasse (lav, middels eller høy). Krav til kontroll vil også avhenge av prosjektklasse (NS 3480).

Kravene som er angitt i tabellen tilfredsstiller kravene til nominell sannsynlighet som beskrevet i TEK og kravet om tilstrekkelig sikkerhet i pbl § 68.

Det henvises for øvrig til ref. /11/ og til ref. /12/.

Tabell 3.1 Krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer

Tiltakskategori	**Faregradsklasse før utbygging**		
	Lav	**Middels**	**Høy**
K1. Små tiltak uten tilflytting av personer. **Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene:** Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep o.l.	**Krav framgår av Veiledning, ref. /11/**	**Krav framgår av Veiledning, ref. /11/**	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) ikke forverring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480)
K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer. **Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene:** Private og kommunale veier, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l.	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) ikke forverring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) forbedring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) forbedring **Vanlig kontroll** (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)
K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner: Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) vesentlig forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)	**Faregradevaluering Stabilitetsanalyse:** a) $\gamma_M \geq 1{,}4$ eller b) vesentlig forbedring **Skjerpet kontroll** (Prosjektklasse 3, NS 3480)

3.1 Forklaring til tabell 3.1

Tiltakskategori

Den ansvarlige for geoteknisk prosjektering bestemmer tiltakskategori (K1, K2 eller K3) for det planlagte prosjektet.

K1 gjelder for små tiltak som ikke påvirker stabilitetsforholdene negativt. Tiltaket skal ikke medføre tilflytting av mennesker til området. K1 omfatter for eksempel mindre påbygg, garasjer og andre lette konstruksjoner. I tvilstilfelle bør tiltaket plasseres i K2 eller K3.

K2 gjelder for tiltak av lite/begrenset omfang, men som påvirker stabilitetsforholdene negativt. Tiltaket skal ikke medføre tilflytting av mennesker til området. K2 omfatter påbygg, garasjer, andre mindre konstruksjoner, private og kommunale veier, samt grave- og fyllingsarbeider. I tvilstilfelle bør tiltaket plasseres i K3.

K3 gjelder for alle tiltak som innebærer tilflytting av mennesker til området, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner som VAR-anlegg, sentralt kraftnett og lignende. Større grave- og fyllingsarbeider legges til K3.

Faregradsklasse

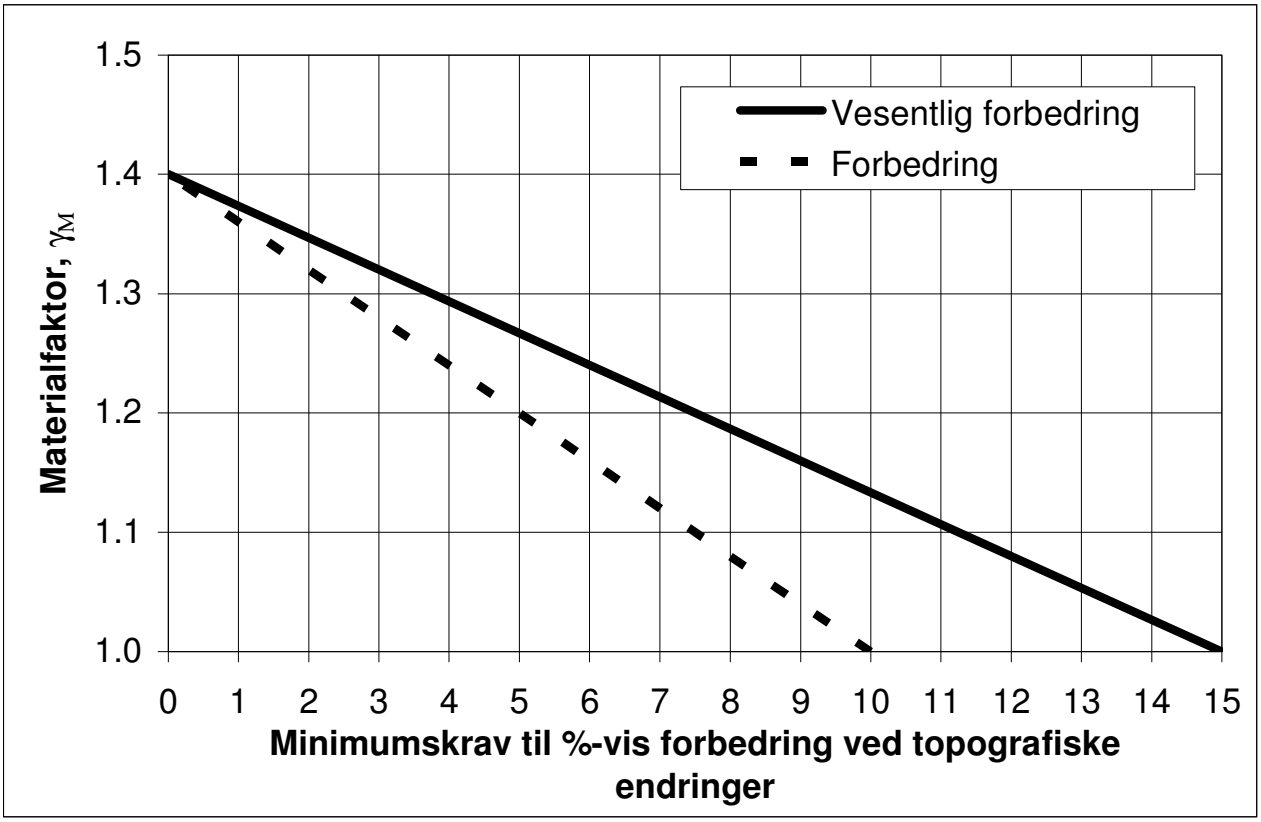
Den ansvarlige for geoteknisk prosjektering bestemmer maksimal utbredelse av en mulig faresone i tilknytning til tiltaket. Viktige faktorer i dette arbeidet vil være topografiske forhold (raviner), utbredelsen av sprøbruddmaterialet (nivå og mektighet) og erosjonsforhold.

Det skal deretter foretas en faregradevaluering av sonen. Faregradevaluering utføres i henhold til prosedyrene gitt i ref. /12/ (utføres for mest kritiske snitt). Tidligere kartlagte faresoner er allerede faregradevaluert for situasjonen før utførelse av tiltak.

Sikkerhetsnivå

Tabellen angir hvilke minimumskrav som stilles til sikkerhet. Som det fremgår kan kravene oppfylles på tre ulike måter:

- Tiltaket gjennomføres iht. ”Sikkerhetsmessige vurderinger ved små inngrep i kvikkleiresoner”, ref. /11/. Dette er den enkleste form for sikkerhetsvurdering og benyttes ved mindre tiltak (tiltakskategori K1) i områder med lav eller middels faregrad. Betinger ikke assistanse fra geoteknisk rådgiver. I alle andre tilfeller skal det gjennomføres faregradevaluering og stabilitetsanalyser.
- Beregning av absolutt materialfaktor, γ_M. Beregnet materialfaktor: $\gamma_M \geq 1{,}4$. Beregning av materialfaktor betinger relativt omfattende grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger, jfr. anbefalinger gitt i kapittel 5 og 6.
- Beregning av relativ prosentvis forbedring av sikkerheten ved å endre områdets topografi. Kravene til stabilitetsforhold er ”vesentlig forbedring”, ”forbedring”, se figur 3.1, eller ”ingen forverring” (tiltaket medfører ingen forverring av skråningsstabiliteten).



Figur 3.1 Minimumskrav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer

Generelle kommentarer

Bakgrunnen for at det åpnes for at kravet til sikkerhet kan tilfredsstilles ved å sørge for en minimum prosentvis forbedring av beregnet materialfaktor ved topografiske endringer, er det faktum at dagens situasjon opplagt har en sikkerhet mot utglidning på minst 1,0, siden skråningen står. Den forbedringen av beregnet sikkerhet man da oppnår ved tiltaket, er dermed reell (i motsetning til den absolutte beregnede sikkerheten, som er beheftet med usikkerhet i de valgte styrkeparametrene).

Dersom man beregner en materialfaktor før utbygging under 1,0, må beregnings-forutsetningene revurderes og nye beregninger utføres slik at beregnet materialfaktor før utbygging blir tilnærmet 1,0.

I tillegg til kravene til beregnet sikkerhet som gitt ovenfor, skal utløsende skredfaktorer, som for eksempel erosjon, vurderes og planlegges eliminert ved tiltak eller restriksjoner.

Dersom stabilitetsvurderinger, basert på relativt enkle bestemmelser av leiras styrke, viser lavere sikkerhet enn kravene gitt ovenfor, skal det utføres mer avanserte analyser av sikkerheten mot utglidning. Slike analyser vil betinge at det utføres spesielle laboratorieforsøk for bestemmelse av jordas egenskaper. Dette omfatter bestemmelse av både drenerte og udrenerte parametre avhengig av hvilke bruddtyper som er vurdert å være relevante.

Det presiseres at kravet til prosentvis forbedring gjelder for enhver potensiell glideflate. Dette betyr at det ikke er nok å heve beregningsmessig sikkerhet for den glideflaten som var funnet

å være kritisk før tiltaket. Man må også se på forbedringen av andre glideflater som beregningsmessig har lavere sikkerhet mot utglidning enn $\gamma_M = 1{,}4$. Normalt vil det være tilstrekkelig å sammenligne beregnet γ_M før og etter det planlagte tiltaket for glideflatene som er funnet å være kritisk før og etter tiltaket.

Dersom utbyggingen i et skredutsatt område skal skje i flere etapper og over en relativt lang periode (flere år), er det situasjonen før første utbyggingsetappe som skal legges til grunn som ”før-situasjonen” ved vurdering av prosentvis forbedring av tiltak i senere utbyggingsetapper.

Prosjekterende geotekniker skal bruke skjønn ved vurdering av hvorvidt tiltak i tiltakskategori K2 skal plasseres i prosjektklasse 2 eller 3. Skjerpet kontroll av geoteknisk rådgivning utføres for prosjektklasse 3, jfr. NS 3480. Geoteknisk rådgiver har plikt til å informere oppdragsgiver om dette.

Statens vegvesen og Jernbaneverket har egne retningslinjer med krav til undersøkelser og sikkerhet. For prosjektering av statlige veier og jernbane i områder med sprøbruddmaterialer, henvises det til disse retningslinjene, ref. /6/ og /27/.

4 KRAV TIL GEOTEKNISKE UTREDNINGER I AREALPLANLEGGING OG BYGGESAKSBEHANDLING

4.1 Generelt

Kommunen skal styre bruken av kommunens arealer på en best mulig måte. En forutsetning for god arealstyring er tilstrekkelige kunnskaper om fareutsatt areal. Der kommunen ikke har tilstrekkelige kunnskaper om farene må kommunen enten selv utrede dem eller gi utbygger pålegg om dette. Når fareområdene er kjent kan kommunen enten styre utbyggingen unna fareområdene eller gi bestemmelser om at nødvendige sikringstiltak skal være gjennomført før utbygging. Utredning av fare bør skje så tidlig som mulig i planprosessen. I de fleste tilfeller vil det være lite hensiktsmessig å utsette slike utredninger til byggesaken.

Behovet for detaljering og kvalitet på fareutredning vil være forskjellig på de ulike plannivåene (kommuneplan, reguleringsplan/bebyggelsesplan og i byggesak), men den må være tilstrekkelig til å vurdere om planen er gjennomførbar, herunder hvilke sikringstiltak som må kreves.

Fareutredning med utredning av stabiliserende tiltak må omfatte hele det fareutsatte areal (faresone), også den delen av faresonen som ligger utenfor den aktuelle planens eller byggesakens areal. Risikoreduserende tiltak (stabiliserende tiltak o.l.) vil derfor i noen tilfelle måtte skje utenfor (og i stor avstand fra) aktuell plan eller byggesak.

Utrednings- og dokumentasjonskrav beskrevet her er en skjerping av tidligere praksis i bransjen. Det medfører at flere allerede bebygde områder ikke vil ha et sikkerhetsnivå som her er fastsatt for ny utbygging. Dette gir utfordringer ved byggesaksbehandling i slike områder.

I den nasjonale faresonekartlegging av potensielt skredfarlige kvikkleireområder, gjennomført for Sørøst-Norge og Trøndelag, ble minstearealet for områder som skulle kartlegges satt til 10 dekar, og minste høydeforskjeller (skråningskanter) satt til 10 meter. I tillegg var kartgrunnlaget til dels utilstrekkelig. Det kan derfor også i de kartlagte regionene være flere områder med skredfare som ikke er vurdert, i tillegg til de regioner som ikke er kartlagt. I

forbindelse med arealplanleggingen i den enkelte kommune, er det behov for å identifisere slike områder. Faregradsevaluering for disse områdene skal utføres som beskrevet i ref. /12/.

Prosedyren beskrevet under gir råd om utredning tilpasset det utredningsbehov som gjelder for aktuell plan. Generelt skal planen være tilstrekkelig utredet til å avgjøre om den er gjennomførbar innenfor teknisk, økonomisk og miljømessig akseptable rammer og slik at kommunen ikke får et ansvar for videre utredning etter at planen blir et offentlig dokument. Målsettingen er at spørsmål om skredfare skal avklares så tidlig som mulig i planprosessen. Geoteknisk utredning skal avklare følgende forhold:

1. Identifisere fareutsatt areal (utstrekning på faresone)
2. Analysere skredfaren/stabiliteten i faresonen (faregradevaluering, stabilitetsanalyser).
3. Vurdere og eventuelt utrede alternative løsninger for å redusere faren for skred for å få tilfredsstillende sikkerhet for ønsket utbygging.

Anbefalt utredning på de ulike plannivåene:

Kommuneplan/kommunedelplan:
Områder der det er mulig (potensiell) skredfare identifiseres/avgrenses. Dersom det ikke er potensielle faresoner som berører planområdet er planen klarert i forhold til denne typen skred.

Reguleringsplan/bebyggelsesplan:
Dersom det er potensielle faresoner i planområdet utredes skredfaren i sonene i forhold til kravene/sikkerhetsnivåene i kap. 3. Det utredes hvilke stabiliserende tiltak som eventuelt må gjennomføres i og utenfor planområdet for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i samsvar med tabell 3.1 og fig. 3.1. Det lages kostnadsoverslag for tiltakene som grunnlag for å vurdere hvor realistisk planen er før den vedtas.

Byggesak:
Tilstrekkelig sikkerhet dokumenteres i samsvar med kravene i kap 3. dersom dette ikke er gjort i forbindelse med reguleringsplan/bebyggelsesplan. Sikringstiltak planlegges ved behov. Tilstrekkelig sikkerhet dokumenteres for gjennomføringsfasen og for situasjon etter utbyggingen.

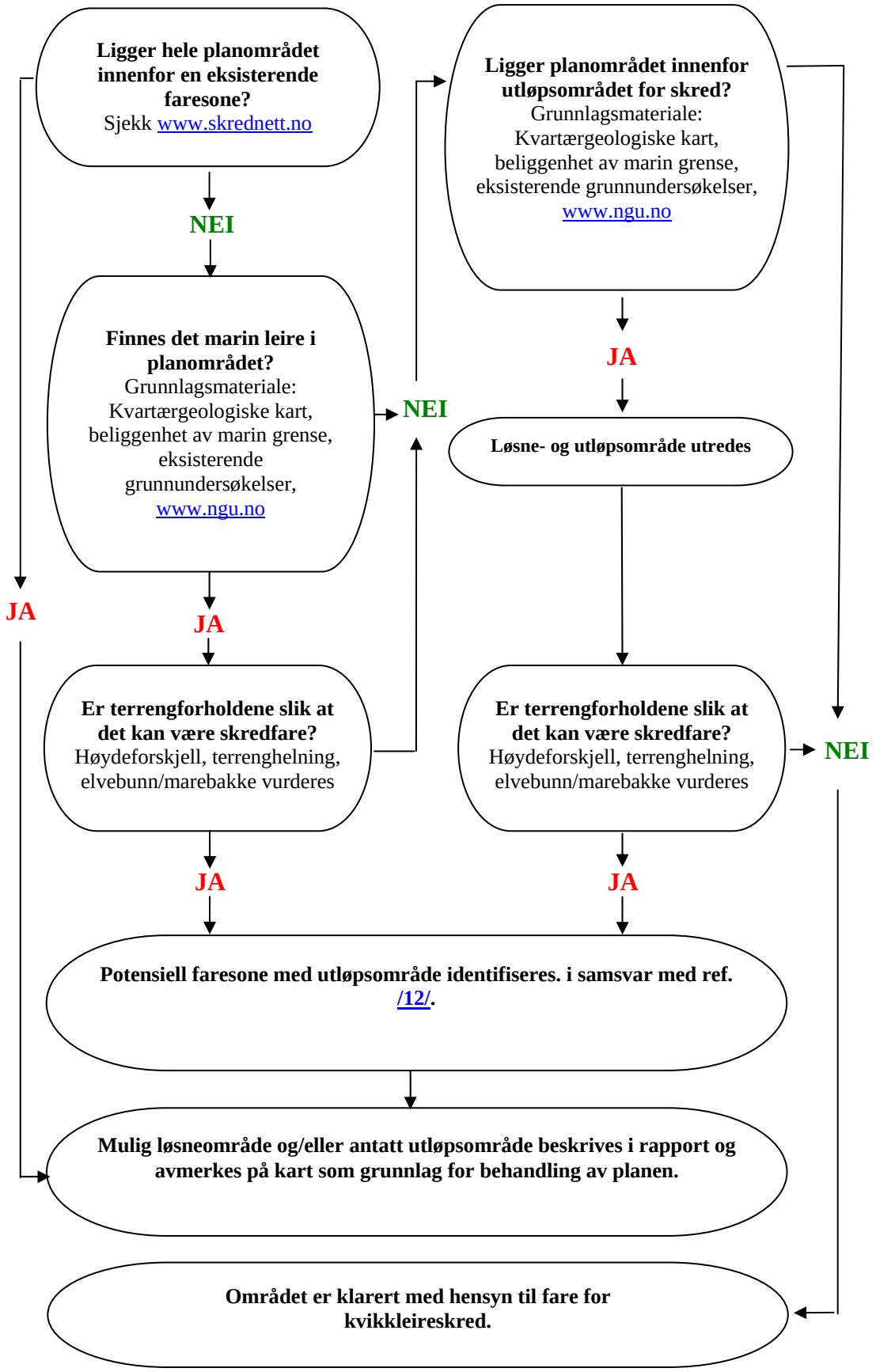
I det etterfølgende er utredninger/vurderinger som bør gjennomføres på de ulike plannivåene nærmere beskrevet.

4.2 Utredning av potensiell fare (kommuneplan og kommunedelplan)

Målet er å finne og avgrense områder som kan være utsatt for skred slik at disse kan avmerkes i kommuneplanens arealdel, kommunedelplan eller som temakart til arealdelen/kommunedelplanen. Vurderingen omfatter kjente faresoner og i tillegg en vurdering av areal med mulig skredfare utenom kjente faresoner.

Utredning omfatter både løsneområder og utløpsområder for skredmasser. Arbeidet omfatter innsamling og evaluering av relevant eksisterende informasjon, ref. /12/.

Flytskjema for de geotekniske vurderingene for utredning av planområder med potensiell fare for kvikkleireskred er vist i figur 4.1.

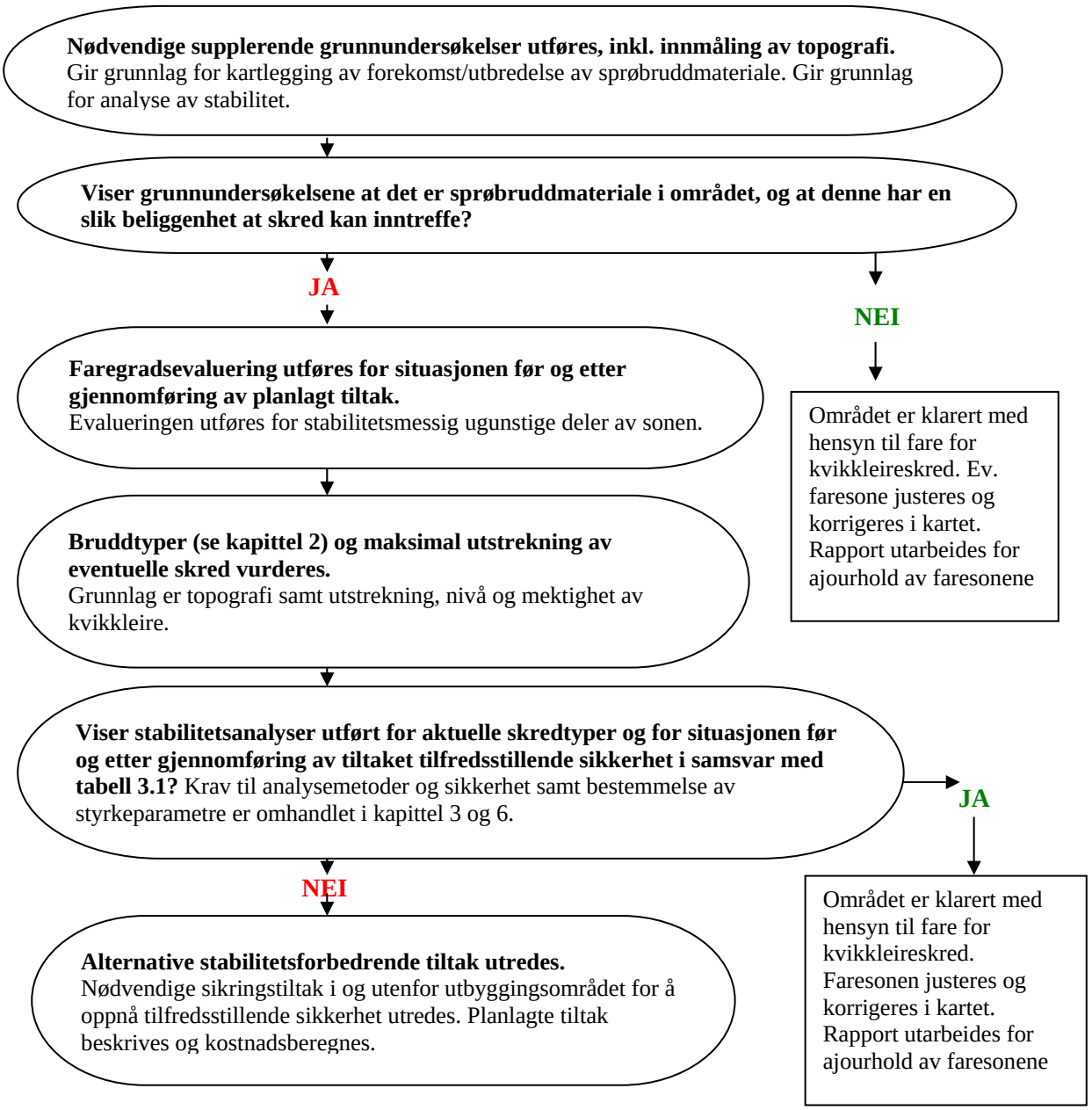


Figur 4.1 Flytskjema for utredning av potensiell skredfare

4.3 Utredning av reell fare (reguleringsplan/bebyggelsesplan)

Utredning av reell fare bør skje i forbindelse med reguleringsplan/bebyggelsesplan. Ved utredning av reell fare skal fareområdene avgrenses og utredes i forhold til kravene/ sikkerhetsnivåene i kap. 3, jf. tabell 3.1 og figur 3.1. Eventuelle nødvendige sikringstiltak i og utenfor planområdet må også utredes i et slikt omfang at en kan dokumentere at planen kan gjennomføres og bebyggelsen kan få tilstrekkelig sikkerhet innenfor teknisk, økonomisk og miljømessig akseptable rammer. I den forbindelse skal faresoners utstrekning justeres og eventuelt deles i mindre soner med bakgrunn i ny informasjon. De geotekniske vurderingene/aktivitetene for utredning av reell fare er vist i figur 4.2 under.

Det forutsettes at arbeidet beskrevet under utredning av potensiell fare (kommuneplan og kommunedelplan) er utført. Hvis ikke bør potensiell fare utredes først for å avklare behovet for mer detaljerte utredninger av reell fare.



Figur 4.2 Flytskjema for vurdering av reell skredfare

4.4 Byggesak

I byggesak skal det dokumenteres at området har tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Tilstrekkelig sikkerhet skal dokumenteres for alle faser i utbygningen. Eventuelle nødvendige stabilitetsforbedrende tiltak skal gjennomføres før oppstart av anleggsarbeider som kan påvirke stabiliteten i negativ retning.

Det forutsettes at arbeidet beskrevet under utredning av potensiell og reell fare er utført. Hvis ikke, må dette inngå i arbeidet med byggesaken, se figurene 4.1 og 4.2 over.

Det tilhører prosjekteringsansvaret å finne frem til konkrete sikringstiltak eller løsninger som eliminerer faren eller reduserer den til det nivået hvor bygging/deling kan tillates. Kommunen skal påse at det fremlegges tilstrekkelig dokumentasjon og bør i slike saker alltid vurdere å kreve uavhengig kontroll av prosjekteringen jf. Saksbehandlingsforskriften (SAK) § 30.

I gjennomføringsfasen anbefales det å sikre at sakkyndige har tilstrekkelig kontroll på den faktiske gjennomføringen. Det bør være en klausul om at råd som gis blir tilstrekkelig fulgt opp. Geotekniker bør fraskrive seg oppdrag der det ikke klart fremgår hvordan gjennomføringen skal følges opp av fagkyndig.

Også for tiltak som ikke krever tillatelse eller er meldepliktig etter plan- og bygningsloven, f.eks. enkelte typer av tiltak i landbruket i LNF-områder, må skredfaren vurderes i forhold til sikkerhetsnivå og prosedyrer i kap 3.

5 KRAV TIL GRUNNUNDERSØKELSER

5.1 Omfang og type

Hovedtyngden av grunnundersøkelsene utføres vanligvis i forbindelse med reguleringsplan eller bebyggelsesplan. Dersom de ikke er utført da må de utføres i forbindelse med byggesaken. Grunnundersøkelsene i reguleringsplan skal som et minimum inneholde et tilstrekkelig antall sonderinger (for eksempel dreietrykk- eller totalsonderinger) til å bestemme lagdeling i området samt utstrekning av evt. sprøbruddmateriale. Videre skal det foretas bestemmelse av styrkeegenskaper (for eksempel ved trykksonderinger, prøvetaking eller vingeboringer).

Tolkning av lagdeling og forekomster av sprøbruddmateriale basert på dreietrykksonderinger og totalsonderinger er beskrevet i NGF melding nr 7 (Dreietrykksondering), ref. /13/.

Poretrykksforholdene skal bestemmes på minimum én sentral lokalitet i hver sone. Det skal derfor installeres piezometre i minimum to nivåer på hver lokalitet.

Inhomogene grunnforhold vil betinge mer detaljerte undersøkelser enn homogene forhold. Dette vil gjelde både for kartlegging av lagdeling og utstrekning av sprøbruddmateriale, for bestemmelse av styrkeparametre og for poretrykksforhold. Likeledes vil områder der de topografiske forholdene er varierende, betinge flere boringer enn områder med en ensartet topografi.

5.2 Kvalitet

Grunnundersøkelsene skal utføres i henhold til NGF meldinger nr. 3, Dreiesondering, ref. /14/, nr. 4, Vingeboring, ref. /15/, nr. 5, Trykksondering, CPTU, ref. /16/, nr. 6, Grunnvannstand og poretrykk, ref. /17/, nr. 7, Dreietrykksondering, ref. /13/, nr. 9, Totalsondering, ref. /18/, samt Statens vegvesen, håndbok 015, Feltundersøkelser, ref. /19/.

Kvaliteten på trykksonderinger (CPTU) som skal benyttes til bestemmelse av styrkeparametre, skal tilfredsstille kvalitetsklasse 1 i samsvar med ref. /20/.

Prøver som det utføres laboratorieundersøkelser på, skal være av god kvalitet. Prøvene skal tilfredsstille kravene til kvalitetsklasse 1 i samsvar med ref. /22/. Det henvises også til NGF melding nr. 11, Veiledning for prøvetaking, ref. /23/.

Arbeidet skal utføres av kvalifisert personell med dokumentert kunnskap og praksis i feltarbeid.

I tabell 5.1 under er det gitt et forslag til inndeling i kvalitetsklasser basert på volumtøyning i prosent av totalt volum under konsolidering i laboratoriet til in-situ markspenninger.

Tabell 5.1 Kvalitetsklasser basert på volumtøyning

OCR	**$\Delta V/V_0$**		
	Kvalitetsklasse 1 Perfekt	**Kvalitetsklasse 1 Akseptabel**	**Kvalitetsklasse 2 Forstyrret**
1,0 – 1,2	< 3,0	3,0 – 5,0	> 5,0
1,2 – 1,5	< 2,0	2,0 – 4,0	> 4,0
1,5 – 2,0	< 1,5	1,5 – 3,5	> 3,5
2,0 – 3,0	< 1,0	1,0 – 3,0	> 3,0
3,0 – 8,0	< 0,5	0,5 – 1,0	> 1,0

6 KRAV TIL STABILITETSVURDERINGER

6.1 Materialparametre

Jordas karakteristiske styrkeparametre bestemmes som forsiktig anslåtte middelverdier.

Det forutsettes at man har oppnådd kvalitetsklasse 1, ref. kapittel 5.2, på forsøkene utført i laboratoriet. Ved valg av karakteristiske styrkeverdier, skal de målte styrkene fra aktive og passive triaksialforsøk samt fra eventuelle direkte skjærforsøk (DSS) tas ut ved samme tøyning for samtlige jordlag (prinsippet om tøyningskompatibilitet). Normalt gjøres dette ved den tøyning som gir den høyeste summen fra aktive-, passive- og DSS-forsøk. Dersom man kun har resultater fra aktive triaksialforsøk, skal valg av anisotropiforhold ta hensyn til kravet om tøyningskompatibilitet. Ref. /25/ beskriver prinsippet om tøyningskompabilitet nærmere, samt angir målte verdier for anisotropiforhold. Det bemerkes at disse anisotropiforholdene ikke tar hensyn til prinsippet om tøyningskompabilitet, og heller ikke til anbefalingen om å redusere maksimalt målt eller utledet aktiv skjærstyrke fra blokkprøver, se under.

Dersom planlagte terrengendringer vil medføre en vesentlig endring i effektivspenningsnivået, skal dette tas hensyn til ved valg av skjærstyrke. Videre skal man ved valg av styrkeparametre ta hensyn til tidsaspekter og tøyningsnivå.

Når man utfører treaksialforsøk på blokkprøver, ser man spesielt på de aktive forsøkene en utpreget sprøbruddoppførsel, selv på lav-sensitive leirer. Udrenert skjærstyrke er dessuten avhengig av belastningshastigheten eller tiden til brudd. Når man legger korrelasjoner mot blokkprøver til grunn for dimensjonering, må det derfor vurderes om mulige effekter av sprøbrudd og tidseffekter bør tas spesielt hensyn til, noe som ikke har vært vanlig når man baserer seg direkte på vanlige 54 mm-prøver. Styrkeparametre bestemt ved den maksimalt målte aktive skjærstyrken (”peak-styrken”) fra blokkprøver anbefales derfor normalt redusert med 15 %, ref. /25/.

Ved utledning av udrenert skjærstyrke fra trykksonderinger (CPTU), henvises det til anerkjente korrelasjoner mellom trykksonderinger og laboratorieforsøk på blokkprøver (uten 15 % styrkereduksjon), for eksempel ref. /24/ og ref. /25/. Også her anbefales det at man reduserer den tolkede aktive skjærstyrken med 15 % i meget sensitive/kvikke leirer (sprøbruddmateriale).

Tolkning av vingeboringer med hensyn på skjærstyrke og sensitivitet er beskrevet i ref. /15/, herunder også korreksjon av målte verdier.

Ved bestemmelse av poretrykkene i bakken skal det tas hensyn til eventuelle årstidsvariasjoner.

6.2 Vurdering av skredtyper

Aktuelle skredtyper som kan forekomme i områder med sprøbruddmateriale er vist i kapittel 2. Det skal utføres stabilitetsvurderinger/-analyser for alle skredtyper som er vurdert å være aktuelle.

6.3 Analysemetoder

Sikkerheten mot utglidning av en skråning skal bestemmes både for dagens situasjon med drenert jordoppførsel, og for hendelser som kan medføre udrenert jordoppførsel og bruddutvikling. Oppfylling, erosjon eller annen utgraving i skråning samt ekstrem nedbør er eksempler på hendelser som kan medføre udrenert jordoppførsel og bruddutvikling.

Dagens drenerte tilstand eller en endring som er kritisk etter lang tid, for eksempel en utgraving, analyseres med en drenert aϕ-analyse, mens udrenert tilstand analyseres med en udrenert s_u-analyse. Den udrenerte tilstanden kan også, i tillegg, analyseres med en udrenert aϕ-analyse. Det må i tilfelle tas behørig hensyn til poretrykksoppbygging for de potensielle bruddtyper, samt tas hensyn til anisotropi og sprøbruddoppførsel, tilsvarende som ved s_u-analysen (jf. kapittel 6.1).

Tørrskorpelaget og forvitringssonen skal modelleres som et drenert aϕ-materiale, enten man ser på drenert eller udrenert tilstand. I tørrskorpelaget må da et realistisk grunnvannsnivå modelleres, samt at man må vurdere hvorvidt man kan ha vannfylte sprekker.

Vanligvis bestemmes sikkerhetsfaktor (materialfaktor) mot utglidning av skråninger ved bruk av beregningsprogrammer som er basert på grenselikevektsmetoden, for eksempel en versjon

av lamellemetoden. Alternativt kan man også benytte ulike versjoner av program basert på elementmetoden.

Beregning av skjærtøyninger langs kritisk skjærflate kan i visse tilfeller gi nyttig tilleggsinformasjon for vurdering av faren for skred. På den måten kan man sammenligne beregnet tøyningsnivå med spennings-/tøyningskurver fra gode triaksialforsøk, og dermed få en formening om hvor man ligger på tøyningskurven i forhold til maksimal styrke (”peak-styrke”). I slike tilfeller utføres deformasjonsanalyser, for eksempel basert på elementmetoden. I disse analysene er jordstivhet og relativ stivhet mellom ulike jordlag av betydning for resultatet, i tillegg til de faktorene som inngår i forbindelse med stabilitetsanalyser med grenselikevektsmetoden.

7 KRAV TIL KONTROLL

De geotekniske vurderingene skal utføres av kvalifisert personell. Konkrete utbyggingstiltak i kvikkleireområder vil ligge i prosjektklasse 2 eller 3 i samsvar med NS 3480, jf. tabell 3.1.

For prosjektklasse 2 og 3 vil kontrollen bestå i å gjennomgå prosjektets geotekniske problemstillinger, grunnlagsdata, løsninger og beregninger og påvise eventuelle feil og mangler.

For prosjektklasse 2 vil vanlig kontroll være dekkende. Kontrollen utføres av en annen geoteknisk kyndig person enn den som har utført prosjekteringen.

Alle geotekniske vurderinger og beregninger i prosjektklasse 3 skal gjennomgå en skjerpet kontroll, iht. NS 3480. Kontrollen skal da utføres av en person eller organisasjon som er uavhengig av den geoteknisk prosjekterende (firma/organisasjon).

Gjennomført prosjekteringskontroll skal beskrives og dokumenteres.

8 TILTAK

Dersom analysene viser at det er behov for det, jf. krav til beregningsmessig sikkerhet/forbedring i kapittel 3, skal alternative løsninger samt ulike tiltak for å bedre områdets stabilitet vurderes. Slike tiltak kan være erosjonsbeskyttelse, heving av elve-/bekkeleie, omlegging av elv/bekk, bakkeplanering, bekkelukking, utslaking av bratte partier, drenering i bratte skråninger, grunnforsterkning, lette masser, beplantning/vegetasjon og lignende. Det skal dokumenteres at man ved det/de valgte tiltakene vil oppnå tilstrekkelig sikkerhet av området. Anleggskontroll skal planlegges og gjennomføres i et omfang som beskrevet i NS 3480.

Det presiseres at dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved å benytte tiltak som grunnforsterkning, lette masser etc. (dvs. ikke topografiske endringer), gjelder kravet om at beregningsmessig materialfaktor, $\gamma_M \geq 1{,}4$, etter at tiltaket er utført.

9 REFERANSER

/1/ Transportation Research Board, TRB (1996)
Special report 247
Landslides: Investigation and Mitigation

/2/ Bjerrum, Løken, Heiberg and Foster (1969)
A field study of factors responsible for quick clay slides
Proc. of 7th ICSMFE, Mexico, 1969

/3/ Bjerrum (1973)
Problems of Soil Mechanics and Construction in soft clays
State-of-the-art report to Session 4, Proc. of 8th ICSMFE, Moscow, 1973

/4/ Aas (1981)
Stability of natural slopes in quick clay
Proc. of 10th ICSMFE, Stockholm, 1981

/5/ Karlsrud, Aas and Gregersen (1984)
Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays?
Summary of Norwegian Practice and Experience.
Proc. of 4th International Symposium on Landslides, Toronto, 1984

/6/ Statens vegvesen (2006)
Håndbok 016, Fjerde utgave
Geoteknikk i vegbygging

/7/ Engen, Arne (2003)
Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger
Eksempler fra praksis, naturlige skråninger, områdestabilitet
Kurs 20. – 22. mai 2003, Rica Hell Hotell

/8/ Gregersen, Odd (1976)
Jordartsegenskaper
Bestemmelse og anvendelse ved stabilitetsanalyser i leire
Vurdering av en 25 m høy kvikkleireskråning i Båstad i Trøgstad
NIF-kurs 20. – 22. mai 1976, Pers Hotell, Gol

/9/ NVE
Retningslinje nr. 1/2008.
Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag.
Sist revidert 5. mars 2009

/10/ Karlsrud, Kjell (1989)
Skredrisiko i kvikkleireavsetninger
Foredrag Geoteknikkdagen 1989

/11/ NVE/NGI
Sikkerhetsmessige vurderinger ved små inngrep i kvikkleiresoner.
Veiledning

/12/ NGI
Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire.
Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8. oktober 2008

/13/ NGF melding nr. 7
Dreietrykksondering

/14/ NGF melding nr. 3
Dreiesondering

/15/ NGF melding nr. 4
Vingeboring

/16/ NGF melding nr. 5
Trykksondering, CPTU

/17/ NGF melding nr. 6
Grunnvannsstand og poretrykk

/18/ NGF melding nr. 9
Totalsondering

/19/ Statens vegvesen (1997)
Håndbok 015
Feltundersøkelser

/20/ ISO/FDIS 22476-1: 2006(E).13
Geotechnical investigation and testing – Part 1:
Electrical cone and piezometer penetration tests

/21/ NS-EN 1997-1: 2004 + NA: 2008
Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering
Del 1: Allmenne regler

/22/ NS-EN 1997-2: 2007 + NA: 2008
Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering
Del 2: Prosjektering basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver

/23/ NGF melding nr. 11
Veiledning for prøvetaking

/24/ Karlsrud, K., Lunne, T. Kort, D.A., Strandvik, S. (2005)
CPTU Correlations for Clays
ICSMGE 2005, Osaka, Japan
NGI-rapport 20041198-1 datert 10. januar 2005

/25/ Karlsrud, Kjell (2003)
Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger
Skjærstyrkeegenskaper av leire og bruk i stabilitetsanalyser
Kurs 20. – 22. mai 2003, Rica Hell Hotell

/26/ NGF melding nr. 2

Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk, Presentasjon av geotekniske undersøkelser

/27/ Jernbaneverket Infrastruktur
Dokumentnummer JD 520
Underbygning, Regler for prosjektering og bygging

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Retningslinjeserien i 2008

Nr. 1 Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag (62 s.)