

NOTAT 10214582 N01_A02_SKREDFAREVURDERING

KUNDE / PROSJEKT Bergen kommune Miljøkartlegging Lekeplassutforming i by		PROSJEKTLEDER Tormod Utne Kvåle	DATO 18.10.2019
PROSJEKTNUMMER 10214582		OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	REV. DATO 08.12.2020
UTARBEIDET AV NAVN Espen Eidsvåg	SIGNATUR 	KONTROLLERT AV NAVN Brit Vatne	SIGNATUR 

Revisjonslogg

Notatet er revidert 08.12.2020 med følgende endringer fra opprinnelig dokument (18.10.2019):

- Områdeavgrensning på vurdert område endret i figur 1, 2 og 8.
- Revidert tekst om antatt sikkerhetsklasse til å være S1 etter tidligere dialog.
- Mindre justeringer i tekst for å tilpasse til endret områdeavgrensning.
- Faresoner revidert iht. ny områdeavgrensning.

Innledning

Sweco Norge AS har på oppdrag for Bergen kommune utført en skredfarevurdering av et område ved Løvestakken i forbindelse med lekeplass og planlagt tverrforbindelse/sti (Figur 1).



Figur 1: Oversiktskart som viser det vurderte området i Bergen kommune (rødt, stiplet omriss).

Grunnlag og metodikk

Arbeidet er utført med hensikt å kartlegge fare for skred som tilsvarer største aksepterte skredfare for bygg i sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 i TEK 17 § 7-3 [1]. Forskriften, samt relevante skredtyper er omtalt nærmere i vedlegg 1. Planlagte tiltak faller trolig inn under sikkerhetsklasse S1, med krav om største årlige nominelle sannsynlighet for skred på henholdsvis 1/100. Aktuell sikkerhetsklasse må fastsettes av kommunen ut ifra forventede konsekvenser ved en skredhendelse (se vedlegg 1).

Notatet bygger på rapportmal utarbeidet av NVE for kartlegging av skredfare i bratt terreng og følger for øvrig NVE sin veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng [2].

Tidlig i arbeidet ble det gjennomført en analyse av tilgjengelige, digitale kartdata [3, 4], blant annet analyse av terrenghelning. Det er også utført en befaring i området av geolog Espen Eidsvåg den 16. oktober 2019. Det er i tillegg gjort enkelte modelleringer av utløpslengder for skred ved hjelp av programvaren RockyFor3D for steinsprang [5]. Basert på omtalt informasjon og analyser er det gjort en faglig vurdering av skredfaren, oppsummert i et faresonekart.

Dette notatet omtaler skred fra naturlig terreng som kan nå det kartlagte området. Murer, fyllinger, skjæringer og andre terrenginngrep omfattes ikke av TEK 17 § 7-3 og er ikke vurdert.

Områdebeskrivelse

Topografi og helning

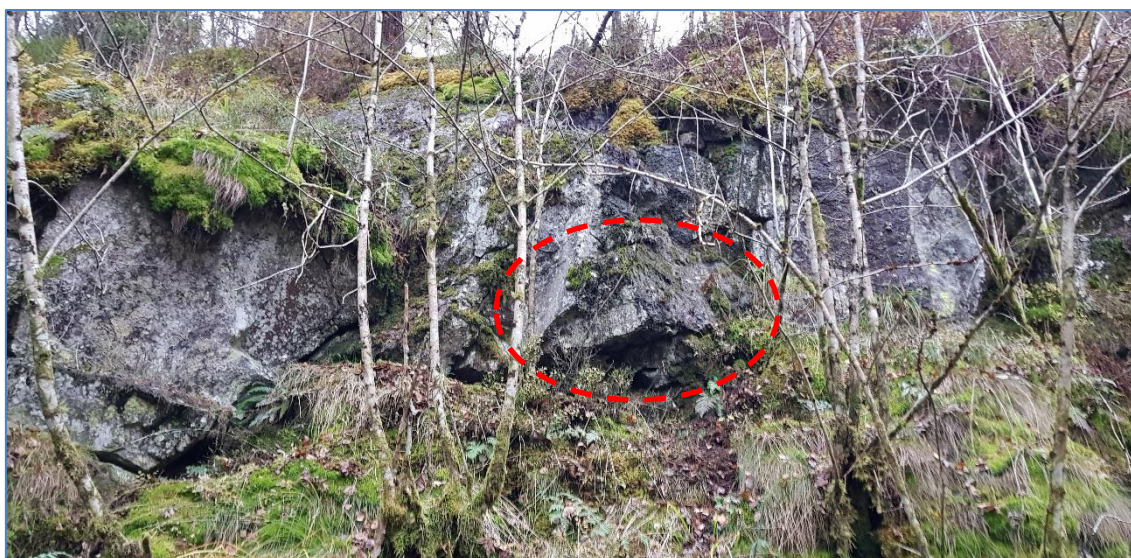
Helningskart fra Statens kartverk [3] viser at terrenget på selve området for det meste har helning mellom 10 og 30° (Figur 2). I øvre del av området er det noe brattere med helninger på 30-45°, samt en mindre skrent med 2-3 m høyde. Rett over området brytes terrenget av Løvestien som går omtrent ved kote 115. Over turstien Løvestien heller terrenget for det meste ca. 30-45°, men med enkelte slakere partier. Ved kote 140 er det en markert skrent som er ca. 3-5 m høy. Også høyere oppe i terrenget finnes det enkelte skrenter på omtrent tilsvarende høyde. Foruten disse skrentene er terrenghelningen i skråningen for det meste ca. 25-45° opp til kote 175 hvor det slaker av.



Figur 2: Helningskart for skråningen ved det aktuelle området (rødt, stiplet omriss). Terrenghelning er angitt med grått (0-10°), grønt (10-30°), gult (30-45°), oransje (45-60°) og rødt (60-90°).

Berggrunn

NGU sine berggrunnskart [6] viser at området består av øyegneis. Berget som er observert i felt fremstår som forholdsvis massivt, men med enkelte sprekkesett som avgrenser bergblokker (Figur 3). Et av sprekkesettene faller stedvis bratt utover langs skråningen, om lag 40° mot øst.



Figur 3: Skrenten ved ca. kote 140 inneholder enkelte avgrensede bergblokker (rødt, stiplet omriss).

Løsmasser

I felt er det observert et noenlunde sammenhengende løsmassedekke som tolkes å primært være moreneavsetninger i den nedre delen av skråningen på selve området. Helt i øvre del av området er det observert enkelte blokk i terrenget som kan være skredblokk, men som også kan være moreneblokk (Figur 4).

På oversiden av Løvtien er det gravd av masser ned til berg, og plassert en sognemur oppå dette som støtter opp overliggende løsmasser (Figur 5). Bak sognemuren er mektigheten på løsmassene om lag 0,5-1,5 m. I skråningen sørvest for området er det observert en tilnærmet sammenhengende ur.



Figur 4: I øvre del av det vurderte området er det observert enkelte blokker som kan være enten moreneblokk eller steinsprangavsetninger. Den største av disse er ca. 1-2 m³ (rødt, stiptet omriss).



Figur 5: Over Løvtien er det observert løsmasser som består av urmasser, spesielt i terrenget sørvest for tomten. Løsmassene støttes opp av sognemurer som er fundamentert på berg rett over veien.

Drenering

Topografiske kart for området [4] viser ingen bekker i terrenget ned mot det aktuelle området. I felt er det imidlertid observert spor etter et mindre drensløp hvor det trolig er sporadisk avrenning.

Vegetasjon

Vegetasjonen i området består for det meste av løvskog og sporadiske bartrær, men også enkelte åpnere områder med gressvekster, spesielt innenfor det vurderte området.

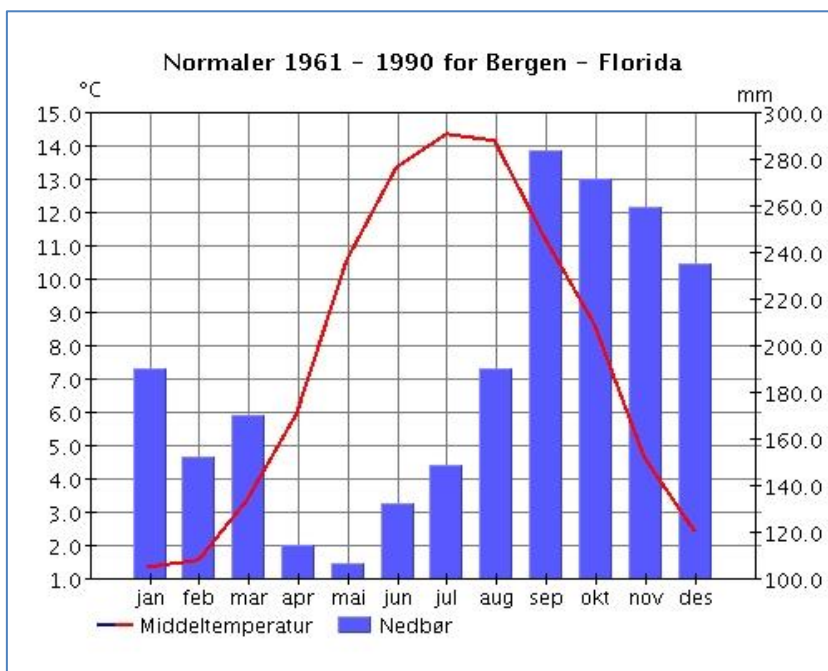
Klima

Det er hentet klimadata fra Meteorologisk institutt for målestasjonen Bergen – Florida [7]. For statistikk om vind er det brukt data fra stasjonen Bergen – Flesland for å unngå effekten av lokaltopografi og dermed få mer korrekte data om de regionale vindforholdene.

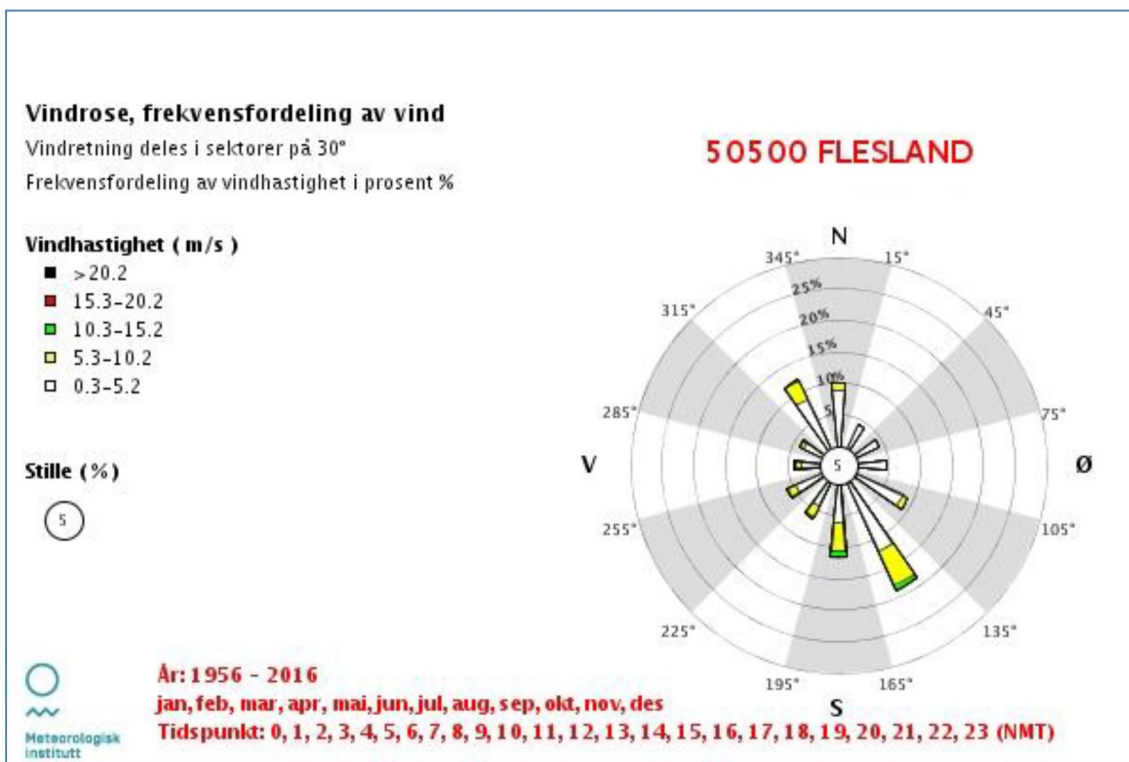
Dataene viser at klimaet i Bergensområdet er relativt mildt og marint med en årsmiddeltemperatur på 7,6°C og en årsmiddelnedbør på 2250 mm i normalperioden 1961-1990 [7]. Mye av nedbøren kommer i løpet av høstmånedene (Figur 6).

I perioden 1949-2017 var den mest ekstreme 1-døgns nedbørshendelsen den 14. september 2005 da det kom 156,5 mm nedbør. Dette var også den mest ekstreme 3-døgns nedbørshendelsen, da det i løpet av 14-16. september 2005 kom 182,8 mm nedbør. Påregnelig, maksimal nedbør med returperioder 100 og 1000 år beregnet etter Gumbel-metoden er henholdsvis 154 og 197 mm i løpet av 1 døgn. Tilsvarende verdier for 3-døgnsnedbør er 189 og 226 mm.

Det dypeste snødekket som er målt mellom 1949 og 2017 var den 25. februar 2010, da det lå 61 cm snø. Dominerende vindretning ved målestasjonen Bergen – Flesland er fra sør-sørøst (Figur 7).



Figur 6: Middeltemperatur- og nedbør i Bergen i normalperioden 1961-1990 [7].



Figur 7: Dominerende vindretninger ved målestasjonen Bergen - Flesland.

Historiske skredhendelser

I NVE sin skredatabase [8] ligger det ingen informasjon om skredhendelser som har relevans for det aktuelle området. Sweco kjenner heller ikke til skredhendelser i området fra andre kilder.

Eksisterende skredfarevurderinger

Skråningen ovenfor det vurderte området er tidligere kartlagt i en masteroppgave ved Universitetet i Bergen [9]. Den vurderingen konkluderte med at deler av området er utsatt for skred med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/5000.

Eksisterende skredsikringstiltak

Sweco kjenner ikke til at det er utført noen konkrete skredsikringstiltak med relevans for området. Etableringen av Løvstien som er utført etter vurderingen fra UiB vil imidlertid kunne ha påvirkning på skreds utløpslengder i området.

Skredfarevurdering

Steinsprang

Det er observert flere skrenter i skråningen over området som har både konkrete, avgrensede bergpartier og i tillegg sprekesett som gjør at nye blokker kan bli avløst i fremtiden. Det vurderes dermed at det vil kunne løsne steinsprang fra skrenter i skråningen. I felt er det stedvis observert urmasser som tyder på tidligere skredaktivitet, men de tydeligste avsetningene er primært i terrenget som ligger sør for det vurderte området. Likevel er det observert blokker i terrenget, både over og under Løvstien som kan være skredavsetninger.

Modelleringer av steinsprang i programmet Rockyfor3D antyder at steinsprang fra de aktuelle skrentene kan nå ned til området i sjeldne tilfeller, men at de i de fleste tilfeller vil stoppe opp høyere i skråningen. Observasjonene fra befaring antyder også det samme, at de fleste steinsprang vil stoppe før de når ned til området.

Vi vurderer at steinsprang fra skrentene i øvre del av skråningen kan nå området med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/5000, men mindre enn 1/1000 og 1/100.

Det er imidlertid observert en mindre skrent i nordlig del av området hvor det kan komme enkelte utfall med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/1000.

Øvrige skredtyper

På bakgrunn av klimatiske forhold og som følge av at skråningen er dekket med skog, vurderer vi det som lite sannsynlig at det skal løsne snøskred i skråningen.

Det er ingen avsetninger i området som tyder på tidligere aktivitet fra flomskred, jordskred eller sørpeskred. Begrenset drenering, tilstedeværelse av skog og forholdsvis lite egnede løsmasser gjør det også mindre sannsynlig at slike skred skal løsne i skråningen.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for øvrige skredtyper, herunder snøskred, jordskred, flomskred og sørpeskred er mindre enn 1/5000.

Oppsummering og anbefalte tiltak

Det vurderes å være en viss fare for steinsprang i øvre del av området ($> 1/5000$), samt noe høyere fare for steinsprang i underkant av en lokal skrent lengst nord ($> 1/1000$) (Figur 8). I praksis vil det si at tiltak i sikkerhetsklasse S1 kan bygges på hele det vurderte området. Tiltak i sikkerhetsklasse S2 vil også kunne benytte mesteparten av arealene utenom der skredfaren er større enn 1/1000 rett i underkant av en lokal skrent. Skredfaren her kan om nødvendig trolig reduseres ved utførelse av spettrensk og boltesikring.

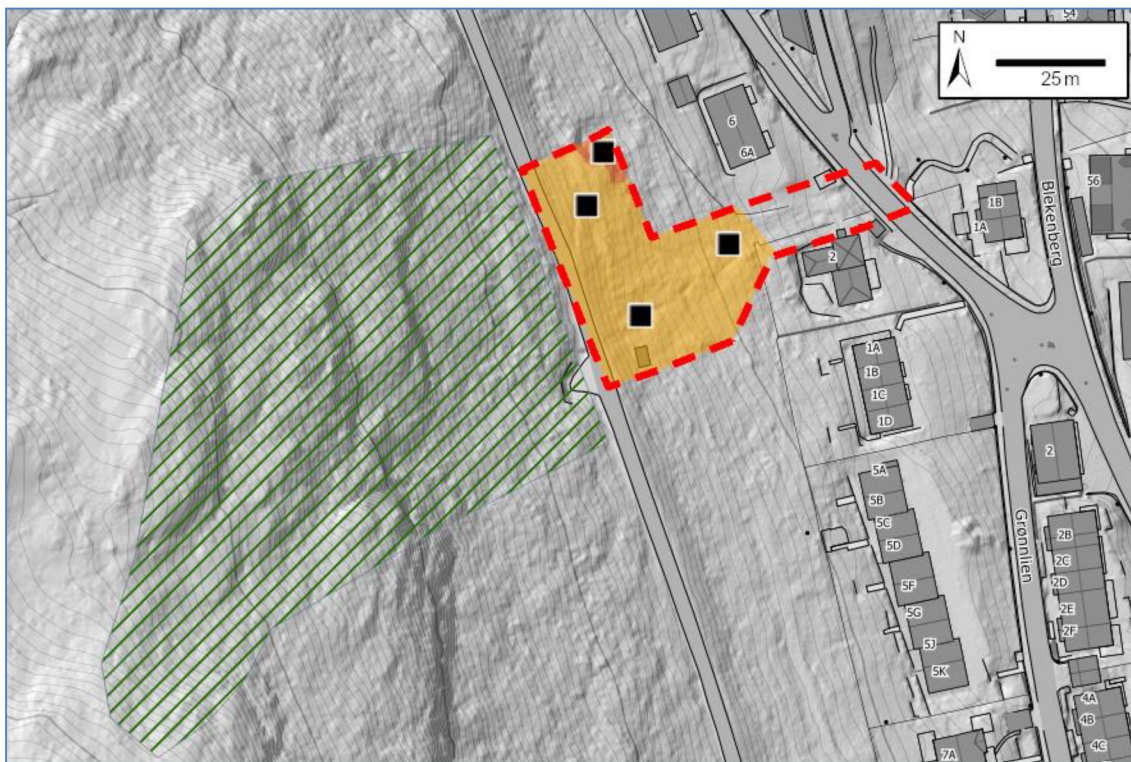
Tiltak i sikkerhetsklasse S3 i øvre del av området vil bare kunne utføres dersom skredfaren reduseres. Om nødvendig kan dette gjøres ved hjelp av f.eks. et fanggjerd i overkant av Løvstien eller ved hjelp av rensk og bolting i selve skrentene i øvre del av skråningen.

Alle tiltak må prosjekteres av geolog og utføres av firma med erfaring innenfor skredsikring.

Vurderingen er basert på dagens terreng og skogforhold.

8 (10)

NOTAT 10214582
N01_A02_SKREDFAREVURDERING
08.12.2020



Figur 8: Faresonekart som viser skredfare større enn 1/1000 (rødt) og 1/5000 (oransje). Steinsprang (sort firkant) er dimensjonerende skredtype. Området med skravert grønt er skog som vurderes å beskyttende effekt mot skred.

Referanser

- [1] DiBK, «Byggteknisk forskrift,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>.
- [2] NVE, «8/2014 - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak,» 2014.
- [3] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [4] Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS, «WMS-kart,» [Internett]. Available: <http://services.geodataonline.no/arcgis/services>.
- [5] L. Dorren, «Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model.,» EcorisQ, 2015.
- [6] NGU, «NGU Berggrunnskart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [7] Meteorologisk institutt, «eklima.no,» [Internett]. Available: www.eklima.no.
- [8] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.
- [9] E. Eidsvåg, «Skredfarekartlegging i Bergen kommune,» 2012.

Vedlegg

1. Sikkerhetsklasser og skredtyper

10 (10)

NOTAT 10214582
N01_A02_SKREDFAREVURDERING
08.12.2020

VEDLEGG 1 - SIKKERHETSKLASSER OG SKREDTYPER

Sikkerhetsklasser for skred

Akseptkriterium for skredfare er gitt i Byggeteknisk forskrift (TEK17) § 7-3. Sikkerhetskravene er skildret og tolket i rettledningen til forskriften (www.dibk.no).

Sikkerhetskravene i TEK17 gjelder for nye byggverk. Kravene vil også gjelde ved utbygginger og nybygg knyttet til eksisterende byggverk.

Byggverk der konsekvensene av skred er særlig stor skal ikke plasseres i skredfarlig område. Dette gjelder for eksempel byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehåndtering, samt byggverk som er omfattet av storulykkeforskriften.

For byggverk i skredfareområde skal kommunen alltid fastsette sikkerhetsklasse. Kommunen må se til at byggverk blir plassert trygt nok i forhold til de 3 sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 (tabell 1).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser for skred i henhold til TEK17 § 7-3.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Dette kan være byggverk der personer normalt ikke oppholder seg. Garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger, lagerbygninger med lite personopphold er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred ikke være større enn 1/100. Altså kan de ikke plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/100, men de kan plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/1000 og 1/5000.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Boliger med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssteder der det normalt oppholder seg maksimalt 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred ikke være større enn 1/1000. Altså kan de ikke plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/100 og 1/1000, men de kan plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/5000.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan være byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, samt for eksempel skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred ikke være større enn 1/5000. Altså kan de ikke plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Det er også krav til sikkerhet for tilhørende uteareal, men TEK17 åpner for at kommunen kan vurdere kravet til sikkerhet basert på eksponeringstiden for personer.

TEK17 åpner for at byggverk i S1-S3 kan oppnå nødvendig sikkerhet ved at det blir gjennomført sikringstiltak.

Skredtyper i bratt terreng¹

Følgende skredtyper er aktuelle i kartlegging av skredfare i bratt terreng iht. TEK 17 § 7-3. Leirskred og fjellskred vil ikke kunne vurderes på samme måte ut i fra årlige, nominelle sannsynligheter, og er ikke vurdert i oppdraget.

Steinsprang og steinskred

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning, bruker vi begrepene *steinsprang* eller *steinskred*. Steinsprang brukes om hendelser der steinmassene (én eller et fåtall steinblokker) til sammen har et relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter (m³). Når steinmassene til sammen oppnår et volum fra noen hundre til flere hundre tusen m³, snakker vi om steinskred. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre. I et steinskred splitter blokkene ofte i mindre deler på vei nedover skråningen, mens steinene ofte forblir intakte i et steinsprang. Der hvor det over lang tid har gått mange steinsprang og steinskred, vil det dannes en ur (ofte kjegleformet) med de groveste steinmaterialene i foten av skråningen. Større steinskred river ofte med seg løsmasser underveis, og skredmassene kan blokkere trange daler og føre til lokal oppdemming av bekker og elveløp. Hvis slike skred går ut i en fjord eller en innsjø, kan det oppstå flodbølger.

Jordskred

Jordskred starter ofte med en plutselig utglidning, men også med et gradvis økende sig, i vannmettede løsmasser og utløses som regel i skråninger brattere enn ca. 25 graders helning, men kan også løsne i slakere terreng enn dette. Jordskred i denne type bratt terreng kan ganske grovt omtales som kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred. Førstnevnte opptre i tykke løsmasseavsetninger, mens sistnevnte forekommer gjerne der løsmassedekket er tynt. Et kanalisert jordskred løsner i et punkt eller en bruddsone, før det skjærer en kanal i løsmassene som fungerer som skredbane (utløpsområde) for senere skred. Skredmasser kan også gå over kantene av kanalen og avsettes som langsgående rygger parallelt med kanalen (leveer). Der hvor terrenget flater ut, blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid bygger flere slike skred fra samme løp en vifte av skredavsetninger. De ikke-kanaliserte jordskredene løsner

¹ Teksten om de ulike skredtypene er hentet fra NVE sin rapportmal for skredfarekartlegging i bratt terreng.

gjørne i et punkt eller en bruddsone, som en utglidning, og massene beveger seg nedover langs en sone som kan bli gradvis bredere og bredere. Noen slike skred har en trekantform, mens de vanligvis er uregelmessige i formen. De groveste massene avsettes nederst som en tungeformet rygg. Mindre jordskred oppstår også i slakere terreng med finkornet, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget. De er særlig vanlige om våren, når jord eller leire kan gli oppå telen. Slike skred er sjelden særlig dype, og de omtales derfor ofte som grunne jordskred.

Flomskred

Flomskred er et hurtig, vannrikt, flomlignende skred som opptrer langs klart definerte elve- og bekkeløp og raviner, gjel eller skar der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet.

Skredmassene kan avsettes med langsgående rygger på siden av skredløpet (leveer) og oftest i en stor vifte. På slike vifter vil de groveste massene legges ved viftas rot og gradvis finere masser deponeres utover i vifta og fortsette enda lenger. Massene som transporteres i et flomskred kan komme fra store og små jordskred langsetter flomløpet, undergraving av tilgrensende skråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred. Løpet kan også demmes opp av skredmasser, våt snø og vegetasjon. Når dammen bryter kan man få en bølge av vann, løsmasser og vegetasjon som beveger seg raskt nedover i løpet. Det høye vanninnholdet gjør at flomskred kan ha svært stor rekkevidde.

Sørpeskred

Når snømassene er vannmettet, slik som under intens snøsmelting eller kraftig regnvær, kan det oppstå *sørpeskred*. Disse løsner ofte i avrenningsområder og bekkedaler, også i områder med liten gradient og de oppstår når det er dårlig drenering i grunnen f.eks. på grunn av tele og is. Sørpeskred kan også løsne som følge av snødemte sjøer eller vassdrag. De beveger seg vanligvis langs forsenkninger i terrenget og skredmassene i et sørpeskred beveger seg som en flytende masse og har langt høyere tetthet enn snøskred. Sørpeskred kan i noen tilfeller erodere med seg løsmasser, noe som kan øke tettheten ytterligere. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng, og uten kanalisert terreng vil de kunne bre seg utover store områder.

Snøskred

Snøskredene deles gjerne inn i to hovedtyper: Løssnøskred og flakskred. Både løssnøskred og flakskred kan deles basert på vanninnholdet; tørrsnøskred og våtsnøskred. Ved helt vannmettet snø oppstår det sørpeskred. *Løssnøskred* oppstår normalt i bratte fjellsider, og det starter gjerne med en liten lokal utglidning. Etter hvert som snøen beveger seg nedover, blir nye snøkorn revet med og skredbanen utvider seg slik at skredet får en pæreform. I noen tilfeller kan et løssnøskred oppnå hastigheter på inntil 120 km/t. Skred med høy hastighet vil mobilisere luftmassene slik at det oppstår et skredgufs (også kalt skredvind/fonnvind) med kraft nok til å knekke trær og stolper, samt skade vinduer og lette byggverk. Et *flakskred* oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Dette glideplanet kan være et svakt sikt i

snødekket, en grenseflate mellom to snølag med forskjellig fasthet eller i overgangen mot bakken. Flaskred kan bli flere kilometer brede og involvere enorme snømengder som ofte rekker helt ned i dalbunnen.

Skredfare og klimaendringer

I deler av landet vil klimautviklingen kunne øke hyppigheten av skred som knyttet til regn, snø og flom. Dette gjelder først og fremst jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred. Hyppigheten av ekstreme nedbørshendelser vil også kunne gi økt frekvens av steinsprang og steinskred.

Det er likevel ikke grunn til å tro at de svært store, sjeldne skredene vil bli større eller komme oftere. Ved kartlegging av faresoner for skredfare er det derfor ikke nødvendig å legge til en ekstra margin som følge av forespeilede endringer i klima.