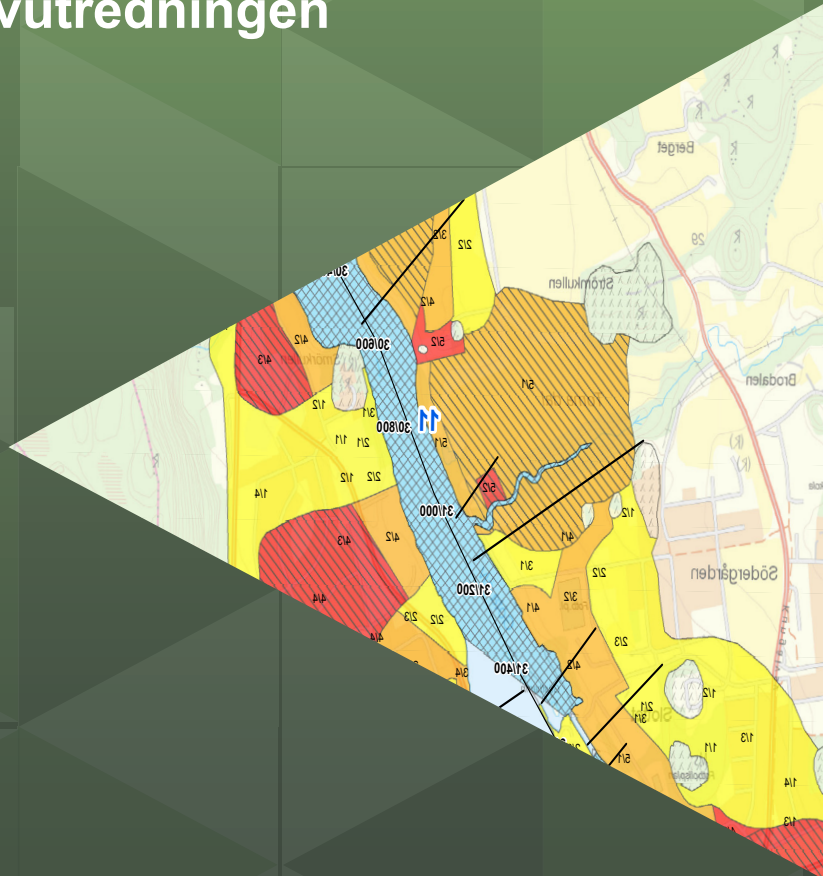




SGI Statens geotekniska institut

Stabilitetsförhållanden i Göta älvdalen

Vägledning vid användning av
resultat från Göta älvutredningen



Serie: SGI Vägledning 2
Utgivare: Statens geotekniska institut
Utgåva: 1
År: 2015
Ort: Linköping

Omslag: Skredriskkarta från Göta älvutredningen © SGI,
bakgrundskarta Lantmäteriet

Rapporten finns att ladda ner som pdf-fil från Statens geotekniska instituts webbplats.

Hänvisa till dokumentet på följande sätt:

Stabilitetsförhållanden i Göta älv dalen. Vägledning vid användning av resultat från Göta älvutredningen. 2015, Statens geotekniska institut. SGI Vägledning 2, Linköping.

SGI diarienummer: 1.1-1503.0192

Innehållsförteckning

Förord	4
Bakgrund	6
Göta älvutredningen	7
Ansvar för insatser och finansiering av åtgärder i Göta älvdalen	10
Syfte	11
Efter Göta älvutredningen – möjligheter och begränsningar	12
Förtydligande av Götaälvutredningens resultat	13
Hantering av vidareutredda/åtgärdade områden	17
Ansvar för geotekniska säkerhetsfrågor	19
Bilagor	
1. Beskrivning av geoteknisk utredning	
2. Krav på geoteknisk säkerhet (enligt IEG Rapport 4:2010)	

Förord

Efter Göta älvutredningen har det framkommit att det hos fysiska planerare, näringsliv och allmänhet råder en osäkerhet beträffande vilka planerings- och utbyggnadsmöjligheter samt begränsningar som finns inom områden som har klassats med olika risknivåer.

Denna vägledning ska tydliggöra hur resultatet från Göta älvutredningen ska tolkas med avseende på skredrisker. Den ska också belysa behovet av vidare utredningar samt vem som har ansvaret för den geotekniska säkerheten.

Samhället behöver anpassas till den pågående klimatförändringen. Det finns en stor mängd befintlig bebyggelse och infrastruktur som behöver anpassas för att klara förändringen i bland annat nederbörd och vattenflöden samt stigande havsnivåer. Dessutom behöver samhället ta hänsyn till klimatförändringen och dess konsekvenser vid planering av ny bebyggelse och infrastruktur. Anpassningsarbetet är komplext eftersom det inbegriper flera olika ämnesområden, osäkerheter över långa tidsperspektiv och för att det bygger på kunskap som ständigt uppdateras, i och med att klimatforskningen utvecklas i snabb takt. För effektiv klimatanpassning krävs inte bara planeringsunderlag och beslutsstöd som är flexibla, ämnesövergripande och tar hänsyn till lokala variationer, utan som också gör det möjligt att samordna olika åtgärder på regional nivå.

SGI har sedan 2009 tilldelats medel från anslag 1:10 Klimatanpassning för klimatanpassningsinsatser genom bland annat skredriskkarteringar, metodutveckling samt nyttiggörande och komplettering av material från utförda skredriskkarteringar. Den här vägledningen har tagits fram som en del av nyttiggörandet och kompletteringen av Göta älvutredningen som färdigställdes 2012.

Vägledningen har utarbetats på SGI av HannaSofie Pedersen (uppdragsledare) och David Schälin. Granskning har utförts av en referensgrupp från SGI bestående av Elvin Ottosson, Bo Lind, Karin Lundström och Karin Bergdahl. Vägledningen har även granskats hos Lilla Edets kommun före färdigställande.



Åsa-Britt Karlsson
Generaldirektör
Linköping, december 2015



Bakgrund

SGI genomförde under 2009 till 2011 (slutredovisning mars 2012) en heltäckande kartering av skredrisker längs Göta älv med anledning av ökade flöden i älven vid ett förändrat klimat. Utredningen syftade till att analysera hur risken för skred kan påverkas av klimatförändring, inklusive en ökad tappning från Vänern. För en sådan analys behöver både sannolikheten för och konsekvensen av skred utredas.

Göta älvutredningen är en översiktlig utredning som utgör en ögonblicksbild av hur förhållandena i Göta älvdalen såg ut i samband med att utredningen utfördes samt hur dessa skulle kunna påverkas av ett förändrat klimat.

Mer att läsa

Slutrapporten från Göta älvutredningen består av tre delar och finns att ladda ner på swedgeo.se

Resultaten finns också som kartvisningstjänster.

Göta älvutredningen 2012, *Skredrisker i Göta älvdalen i ett förändrat klimat*. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen, GÄU. Slutrapport. Del 1 – Samhällskonsekvenser.

Göta älvutredningen 2012, *Skredrisker i Göta älvdalen i ett förändrat klimat*. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen, GÄU. Slutrapport. Del 2 – Kartläggning.

Göta älvutredningen 2012, *Skredrisker i Göta älvdalen i ett förändrat klimat*. Statens geotekniska institut, SGI. Göta älvutredningen, GÄU. Slutrapport. Del 3 – Kartor.



Göta älvutredningen

Göta älvutredningen omfattar slänterna mot älven längs Göta älv från kraftverket vid Vargön i Vänersborg till Marieholmsbron i Göteborg samt slänterna mot älven längs Nordre älv från förgreningen av Göta älv vid Bohus till Kornhalls färjeläge i Kungälv kommun. Totalt innebär det en sträcka på cirka 100 km, motsvarande 200 km strandlinje. Utredningsområdets bredd avgränsas till de delar som kan beröras av primära och sekundära skred i anslutning till Göta älv.

Göta älv är ett av landets största vattendrag och älvdalen karaktäriseras av ett varierande landskap som har formats genom naturliga erosions- och skredprocesser samt genom mänsklig påverkan. Årligen inträffar ett flertal skred av olika storlek längs älven och området tillhör ett av de mest skredfrekventa i landet. De främsta orsakerna till den höga skredfrekvensen i Göta älvdalen är de geologiska förhållandena med mäktiga, lösa lerlager som under inlandsisens avsmältning bildades i havet, det varierande flödet i älven som orsakar erosion samt påverkan från samhällets utbyggnad och verksamheter på land och i vatten.

De största områdena med höga skredrisker återfinns i den norra delen av älven. Sträckan från Trollhättan till Ödegärdet söder om Lilla Edet utgör det största sammanhängande området med hög skredrisk. Området präglas av höga branta slänter och djupa branta raviner. I området finns talrika spår efter tidigare skred. Inom denna del finns långa sträckor med **högsensitiv lera**, framförallt på älvens västra men även på östra sidan. Stora områden har markerats med förhöjd risk för sekundära effekter med bland annat stor älvpåverkan vid omfattande skred. För en mer detaljerad beskrivning av hur skredrisken har definierats, se Göta älvutredningens slutrapport under avsnittet Mer att läsa på sidan 6.

Söder om Lilla Edet är det tydligt att erosionen idag är omfattande, vilket på sikt påverkar skredrisken. Detta sker dock längs en sträcka som idag i huvudsak har låg skredrisk, men det betyder ändå att

Högsensitiv lera är lera som vid störning förlorar stora delar av sin förmåga att bära last.

risknivån kan öka inom vissa partier. Längs Göta älv, söder om Bohus, finns flera mindre områden med både medelhög och hög skredrisk.

Inom ovan beskrivna områden finns det både hotad bebyggelse och infrastruktur.

Skredrisk

Begreppet risk kan definieras som svaret på en kombination av tre frågor:

- **Vad kan hända?**

Skred kan orsakas av både naturliga processer (nederbörd, erosion, med mera) och mänsklig påverkan (belastning, schakt etc.). Ett skred har en geografisk avgränsning samt ett snabbt förlopp. Ett skreds utbredning styrs både av områdets topografi och av jordens egenskaper.

- **Hur sannolikt är det att det händer?**

Sannolikheten för skred beräknas med utgångspunkt från topografi och jordens egenskaper, samt hur dessa varierar.

- **Vad blir konsekvenserna?**

Konsekvenserna av ett skred beräknas som de direkta kostnaderna för de områden med bebyggelse, inklusive människoliv, och samhällsviktiga verksamheter som berörs av skredet, samt indirekta kostnader som till exempel trafikomledning för en väg eller produktionsbortfall för näringslivet.



Skredrisken definieras som en kombination av sannolikheten för ett skred och konsekvenserna av skredet.

I Göta älvutredningen presenterades risken i tre nivåer: låg, medelhög och hög skredrisk.

Säkerhet mot skred

Säkerhet mot skred, även kallad släntstabilitet, kan förenklat uttryckas som förhållandet mellan de mothållande och pådrivande krafterna i en slänt. Detta förhållande beskrivs med en säkerhetsfaktor. De mothållande krafterna består främst av jordens **skjuvhållfasthet** men också av stabiliserande krafter från till exempel vattenmassan i ett vattendrag eller påförda mothållande krafter i form av jord- och stenfyllning i nedre delen av slänten. De pådrivande krafterna uppkommer av jordens egentyngd samt de belastningar som finns på marken i form av byggnader, materialupplag eller andra laster.

Skjuvhållfasthet är jordens förmåga att bära last utan att gå till brott.

Ett vanligt sätt att förbättra släntstabiliteten är att schakta av jordmassor ovan släntkrönet för att minska den pådrivande lasten och fylla på med massor i nedre delen av slänten för att öka den mothållande kraften. Terrängens topografi, till exempel släntens lutning och höjd, och jordens tekniska egenskaper har stor betydelse för en slänts stabilitet.

Den typ av skred som sker i Göta älvdalen är i huvudsak skred i finkornig jord av lera och silt. Typiskt för skreden är att de ofta sker plötsligt, utan tydligt synliga föregående varningstecken. Ibland kan dock markrörelser och marksprickor uppträda som indikationer på förestående skred. Vid skred kommer jorden i hastig rörelse och bryts upp. Beroende på skredets karaktär bryts jordmassorna, som till en början är sammanhängande, upp i stora flak eller sjok och kan bli mer eller mindre flytande och röra sig långa sträckor. Skred sker både över och under älvens vattenyta.



Ansvar för insatser och finansiering av åtgärder i Göta älvdalen

Genom regeringsbeslut den 14 februari 2013 fick SGI i uppgift att ta fram förslag på hur genomförande av klimatanpassningsinsatser som minskar skredrisken i Göta älvdalen kan samordnas (regeringsbeslut S2012/2921/PPB). Bakgrunden till uppdraget var Göta älvtredningen. Regeringen skrev i uppdragsbeslutet att det mot bakgrund av Göta älvtredningens slutsatser är viktigt att nödvändiga åtgärder inom Göta älvdalen kommer till stånd, både utifrån dagens situation och utifrån ett klimatanpassningsperspektiv.

Regeringsuppdraget utfördes i bred samverkan med myndigheter och organisationer och redovisades till regeringen den 12 november 2013 (SGI Dnr 0.1-1303-0220). SGI föreslog i utredningen att regeringen tillsätter en särskild delegation för klimatanpassningsinsatser avseende skredrisker i Göta älvdalen. Delegationen skall utgöras av myndigheter, kommuner och organisationer med särskilt ansvar för Göta älvdalen och föreslås bestå av 15 ordinarie ledamöter som utses av regeringen. Delegationen ska ha ett tydligt avgränsat ansvar som kompletterar länsstyrelsens och övriga aktörers ansvar och ska hantera frågor som översiktlig skredriskklassning, prioritering av insatsområden, säkerhetsnivåer, besiktning och kontroll av erosion, detaljerade och fördjupade stabilitetsutredningar, förberedande miljöanalys, rekommendation av åtgärder.



Mer att läsa

Göta älvedelegationen 2013, *Delegation för klimatanpassningsinsatser avseende skredrisker i Göta älvdalen. Redovisning av regeringsuppdrag S2012/2921/PPB (delvis)*. Statens geotekniska institut, SGI.

Ladda ner rapporten på swedgeo.se

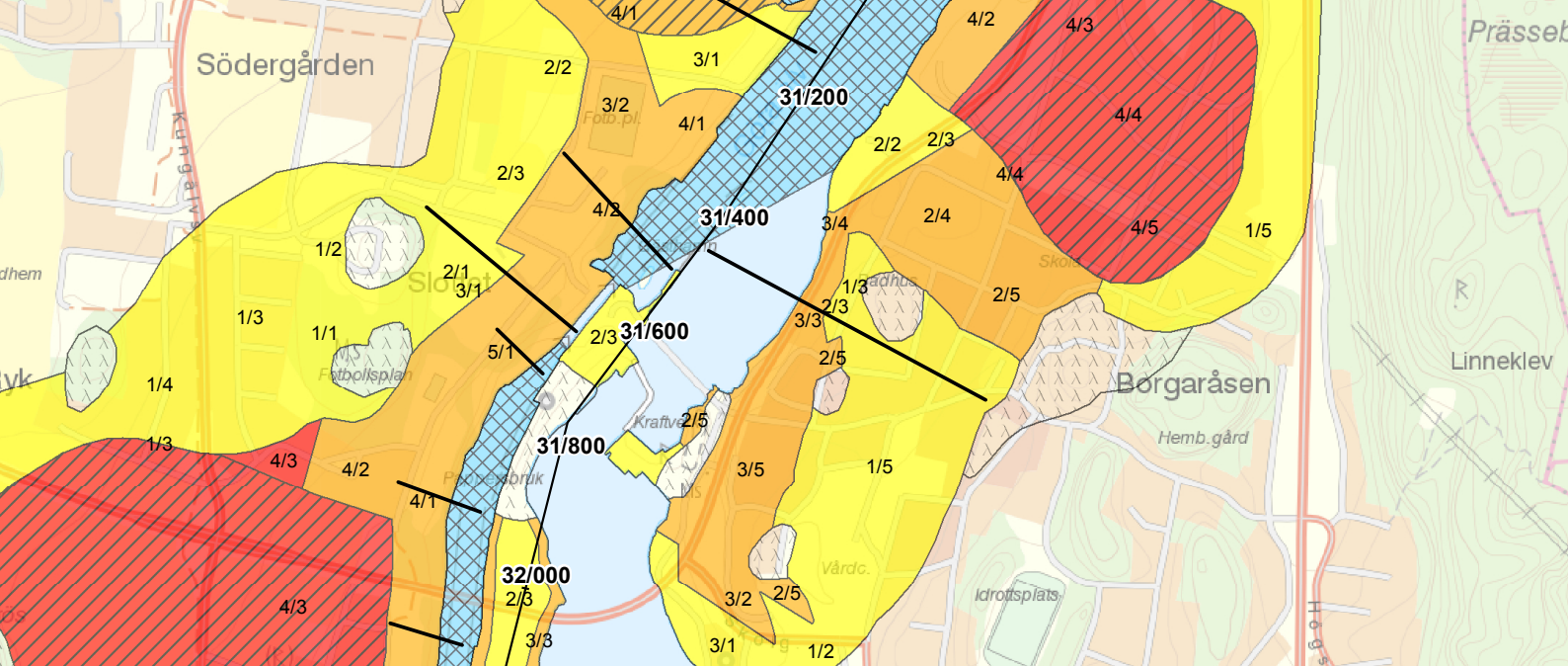
Hittills (december 2015) har ej erhållits något svar på förslaget om en Göta älvdelegation.

En ny utredning om hur bebyggd miljö och markanvändning kan anpassas till ett förändrat klimat har under 2015 tillsatts av regeringen. Denna utredning ska svara på om nuvarande lagstiftning behöver ändras för att tydliggöra ansvar och finansiering av klimatanpassningsåtgärder. Det anses att det behöver vara tydligt vem som ansvarar för att anpassningsåtgärder vidtas och hur de ska finansieras. Detta gäller i synnerhet mer kostsamma åtgärder som rör befintlig bebyggelse och infrastruktur. Det skall även undersökas om det finns behov av justeringar i kommunernas möjlighet till kostnadstäckning. I vissa fall kan det finnas skäl för staten att delfinansiera åtgärder och utredningen ska ge svar på hur sådana åtgärder i så fall ska utformas. Utredningen ska redovisas i februari 2017.

Syfte

Efter Göta älvutredningen har det framkommit att det hos fysiska planerare, näringsliv och allmänhet råder osäkerhet beträffande vilka planerings- och utbyggnadsmöjligheter samt begränsningar som finns inom områden som i utredningen har klassats med olika risknivåer. Likaså råder osäkerhet beträffande hur berörda kommuner i sin samhällsplanering och bygglovgivning ska hantera områden som efter Göta älvutredningen har utretts vidare (fördjupade geotekniska utredningar till exempel) och, i vissa fall, där stabilitetsförbättrande åtgärder har utförts.

Denna vägledning ska tydliggöra hur resultatet från Göta älvutredningen ska tolkas med avseende på skredrisker. Den ska också belysa behovet av vidare utredningar samt vem som har ansvaret för den geotekniska säkerheten.



Efter Göta älvutredningen – möjligheter och begränsningar




Göta älvutredningen är en översiktlig utredning som utgör en ögonblicksbild av hur stabilitetsförhållandena i Göta älvdalen såg ut i samband med att utredningen utfördes samt hur de kan bli påverkade av en förväntad klimatförändring.

Göta älvutredningen pekar ut områden i behov av vidare utredning och utgör ett stöd till kommuner med flera vid prioritering av områden att arbeta vidare med. När nya, mer detaljerade, undersökningar har utförts ger dessa en mer korrekt beskrivning av det undersökta områdets stabilitetsförhållanden än den översiktliga Göta älvutredningen.

Förtydligande av Göta älvutredningens resultat

Slutprodukten från Göta älvutredningen är en heltäckande skredriskkarta som visar risken för skred längs älven. Riskkartan är indelad i tre klasser; låg (gul), medelhög (orange) och hög (röd). Dessa klasser beskriver risknivåerna längs älven vid tillfället för utredningen.

Riskkartan är ett planeringsunderlag som beskriver risksituationen och ger övergripande riktlinjer för vidare utrednings- och åtgärdsbehov längs älven. Figur 1 nedan klargör innebörden av riskkartans klasser.

Dagens risknivåer	
 LÅG	Område med låg skredrisk. För befintliga byggnader och anläggningar krävs ingen särskild utredning. För nyexploatering krävs stabilitetsutredning.
 MEDEL	Område med medelhög skredrisk. Befintliga byggnader och anläggningar kontrolleras med detaljerad stabilitetsutredning. För nyexploatering krävs detaljerad stabilitetsutredning och eventuellt åtgärder.
 HÖG	Område med hög skredrisk. Behov av åtgärder för befintliga byggnader och anläggningar klarläggs med detaljerad stabilitetsutredning. För nyexploatering krävs detaljerad stabilitetsutredning och sannolikt stabilitetshöjande åtgärder.

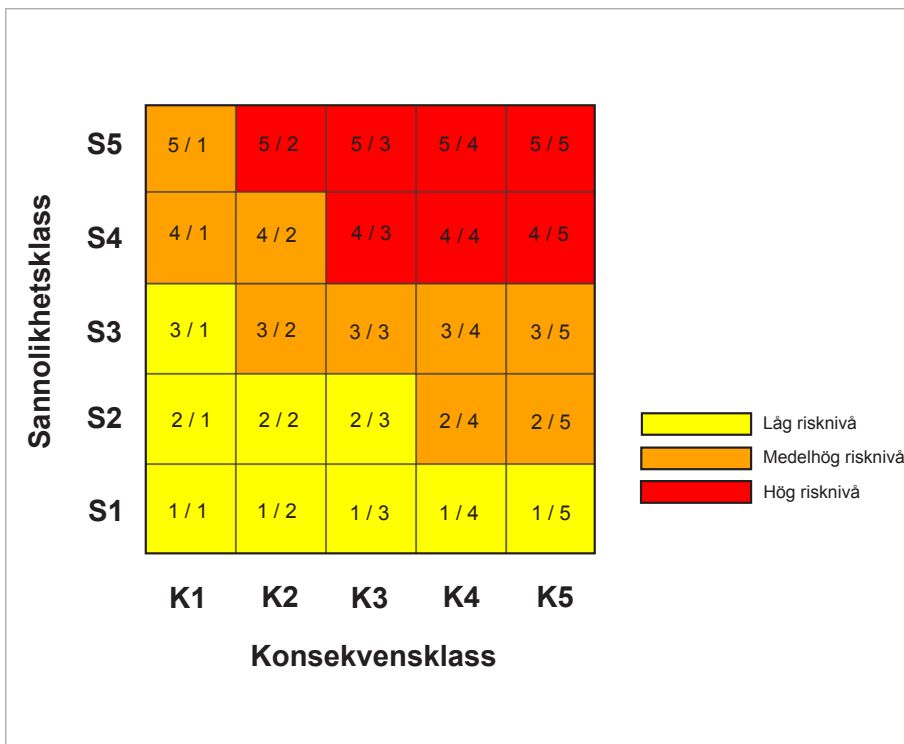
Figur 1. Risknivåer enligt Göta älvutredningen

Skillnaden mellan skredrisk och säkerhetsfaktor

Skredrisk, enligt definitionen i Göta älvutredningen, är produkten av två delar: sannolikheten för och konsekvensen av ett skred. För områden där skredrisken har bedömts som medel eller hög finns behov av vidare utredning, och i många fall även stabilitetsförbättrande åtgärder.

Vidare utredning och/eller geotekniska åtgärder innebär att vi kan ändra sannolikheten för ett skred, (sannolikhetsklassen minskar eller ökar, beroende på resultat av vidare utredning). Konsekvensen av ett skred förblir oförändrad, så länge bebyggelse, infrastruktur etc. bibehålls. Konsekvensen skulle kunna öka genom exempelvis nyexploatering, eller minska genom förändrad markanvändning som exempelvis vid inlösen och rivning av byggnader (ökning eller minskning av konsekvensklassen).

Ovanstående resonemang beskrivs i Göta älvutredningen med en så kallad riskmatris, se Figur 2 nedan. Riskmatrisen är ett verktyg för att bedöma skredrisken i älvdalen.



Figur 2. Riskmatris enligt Göta älvutredningen

Det är viktigt att hålla isär begreppen säkerhetsfaktor och skredrisk. Säkerhetsfaktorn används vid bedömning av markens lämplighet och ger ingen information om hur stora konsekvenser ett eventuellt skred skulle föra med sig. Säkerhetsfaktorn kan, något förenklat, sägas vara jämförbar med sannolikheten för skred. Av en geoteknisk

utredning framgår vilken säkerhetsfaktor ett visst delområde har. Uppfylls kraven är stabiliteten tillfredsställande, det vill säga marken är lämplig och området kan nyttjas för den byggnation som utretts.

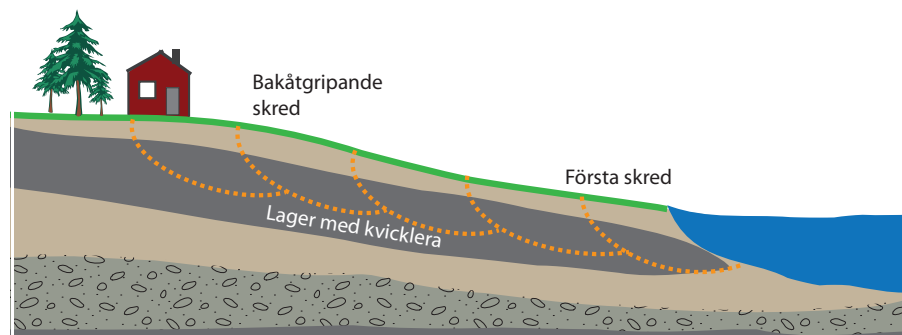
Skredrisken är alltså, som beskrivet ovan, en produkt av två delar och följer inte samma enkla samband som säkerhetsfaktorn. Detta innebär att skredrisken inte lämpar sig som mått för att avgöra om marken är lämplig eller ej. Resultaten från Göta älvutredningen visar snarare på områden där ytterligare undersökningar krävs och var det eventuellt finns behov av åtgärder.

Sekundära skred

På ett flertal platser längs Göta älv förekommer det så kallad högsensitiv lera och **kvicklera**. Lerans sensitivitet är ett mått på hur stor hållfasthetsminskningen är när jorden utsätts för störning och dess inre struktur bryts ner. Detta innebär att kvicklera (en särskilt högsensitiv lera) som är i fast form i naturligt tillstånd, i princip blir flytande när den utsätts för störning. I samband med ett skred i högsensitiv jord kan en sådan störning inträffa och resultera i **bakåtgripande skred** – sekundära skred – som kan påverka mycket stora områden, se Figur 3 nedan.



Kvicklera är lera som vid störning i stort sett förlorar hela sin förmåga att bära last och kan bli flytande.



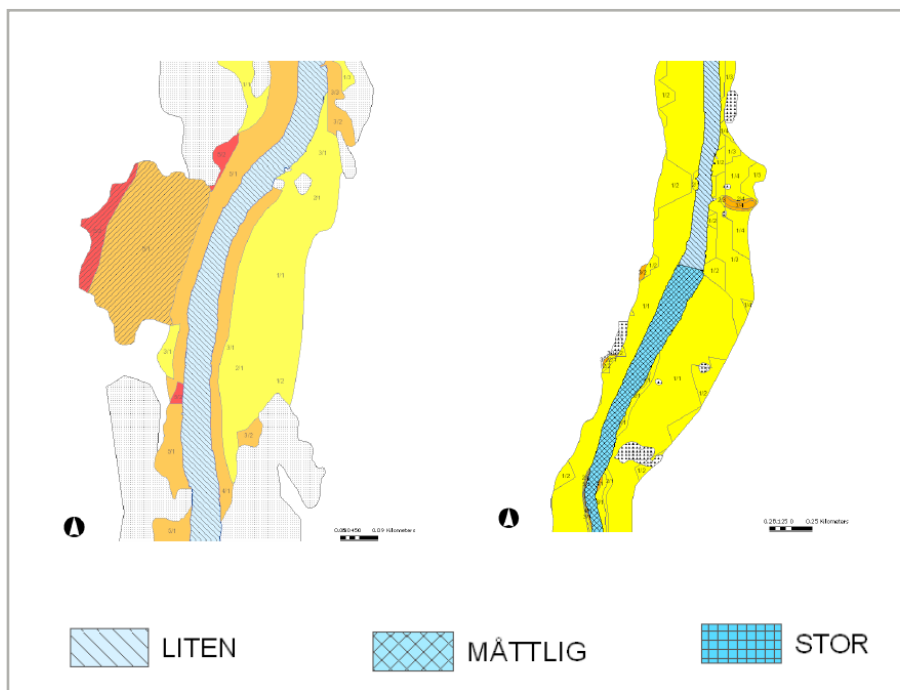
Figur 3. Ett bakåtgripande skred har ett skredförlopp som startar med ett initialscred och följs av ett eller flera följskred. Vanligt förekommande i områden med kvicklera.

Klimatförändring

I kartunderlagen kan även utläsas hur känsliga de olika områdena är för en klimatförändring.

Den förväntade klimatförändringen innebär ökade flöden i många vattendrag, vilket i sin tur medför ökad erosion på slänter och bottenar. Detta får effekt på sannolikheten för skred genom att slänternas geometri förändras. I reglerade vattendrag, som exempelvis Göta älv, kan en periodvis ökad tappning också bli aktuell i framtiden. Detta kan på samma sätt medföra ökad erosion på slänter och bottenar. En förväntad ökad nederbörd för stora delar av landet, innebär också att grundvattennivåerna i marken kan höjas. Detta inverkar negativt på en slänts stabilitet.

Områden som är känsliga för klimatpåverkan markeras i kartunderlagen med olika färgsättning för liten, måttlig respektive stor klimatpåverkan, se Figur 4.




Figur 4. Klimatpåverkan enligt Göta älvutredningen

Hantering av vidareutredda/åtgärdade områden

Beroende på vilken risknivå ett område har klassats till i Göta älvutredningen (låg-gul, medelhög-orange eller hög-röd) samt vad som planeras utföras inom ett område görs fortsatta utredningar med olika detaljeringsgrad. De fortsatta utredningarna utförs för att kunna göra en noggrann bedömning av områdets stabilitet samt för att utröna om stabilitetshöjande åtgärder är nödvändiga och, i så fall, i vilken omfattning. För beskrivning av arbetsgång vid geoteknisk utredning, se Bilaga 1.

Då ett område har utretts vidare eller åtgärdats, kan det vara så att riskklassningen enligt Göta älvutredningen inte längre är gällande. Området kan få nya förutsättningar för såväl befintlig bebyggelse som möjlighet till nyexploatering, beroende på vad de nya utredningarna visar alternativt till vilken nivå åtgärder har utförts.



Göta älvutredningen pekar ut områden med höga risker, men den fastställer inte ett områdes klassning för all framtid. Vidare utredning, stabilitetshöjande åtgärder eller förändring av markanvändningen i dessa områden kan ändra förutsättningarna.

Om mer detaljerade och mer omfattande utredningar utförs och dessa visar på andra förutsättningar än vad som angavs i Göta älvutredningen är – under förutsättning att den nya utredningen har utförts på korrekt sätt, se Bilaga 1 – den senare, mer detaljerade, utredningen gällande. Det är därför angeläget att resultat från alla nya utredningar, utförda åtgärder etc. inom det område som täcks av Göta älvutredningen samlas och dokumenteras i till exempel GIS-skikt eller liknande.

På samma sätt som för alla områden där stabiliteten skall utredas ligger klassning/utredningsbehov enligt Eurokod/IEG till grund för vad som bör utföras inom olika områden, se Bilaga 2

Åtgärder

När utredningar av ett områdes stabilitet har utförts och om resultaten från dessa visar att säkerheten är för låg, är det i många fall nödvändigt att vidta åtgärder. En bedömning bör göras av om det är sannolikheten eller konsekvenserna som ska reduceras för att minska skredrisken

Om sannolikheten för skred skall reduceras, bedöms vilka och hur omfattande åtgärder som ska utföras beroende på vilken säkerhetsnivå som skall uppnås. Vilken åtgärd som vidtas beror även på vad som är tekniskt, miljömässigt och ekonomiskt möjligt.

Efter att lämplig åtgärd har valts påbörjas en dimensionering och projektering av åtgärden. Exempel på stabilitetsförbättrande åtgärder kan vara:

- Utflackning av släntens geometri
- Avschaktning av marken i släntens övre del
- Motfyllnad i släntens nedre del
- Sänkning eller begränsning av **portryck**
- **Kalk-/cementpelarinstallation**
- Erosionsskydd i vattendrag

I vissa fall kan det vara ekonomiskt mest lönsamt att istället ändra markanvändningen, riva byggnader, sanera området etc. och på så sätt minska konsekvensen (och därmed risken) av ett eventuellt skred.

För kommuner finns det möjlighet att inom bebyggda områden ansöka om statsbidrag till förebyggande åtgärder mot **naturolyckor** från Myndigheten för samhällskydd och beredskap (MSB). Bidraget avser åtgärder för att säkra befintlig bebyggelse och inte för nyexploatering.

I områden där säkerheten inte är tillräcklig för nyexploatering och där förstärkning inte genomförs, behöver gällande detaljplaner ses över då det kan finnas ett behov av att inskränka möjligheten att utnyttja befintliga, hittills outnyttjade, byggrätter. Det kan även finnas ett behov av restriktioner för tillbyggnad och utfyllnader.

Portryck är vattentrycket i jorden.

Kalk-/cementpelarinstallation är en metod där bindemedel av kalk och cement blandas med lera till pelare med högre skjuvhållfasthet än omgivande jord.

Naturolyckor är naturligt förekommande händelser som påverkar personer eller egendom negativt. Exempelvis ras, skred, översvämning, blocknedfall, torka och så vidare.

Ansvar för geotekniska säkerhetsfrågor

Planprocessen

I samband med ny detaljplaneläggning ska de geotekniska säkerhetsfrågorna (ras, skred, erosion och slamströmmar) utredas och klarläggas i planskedet. Detta får inte senareläggas till bygglov/byggande. Krävs åtgärder eller restriktioner för att säkerställa området ska detta tydligt framgå och redovisas i planhandlingarna.

Bygglov

I samband med bygglov utanför detaljplanerade områden ska de geotekniska förhållandena klarläggas som underlag för bygglovet. Här ska alltså den sökande själv göra eventuella nödvändiga utredningar för att visa att marken är lämplig att bebygga.

I samband med bygglov inom ett detaljplanelagt område skall frågan om lämplighet redan vara prövad i den kommunala planprocessen. Finns kvarstående byggrätter i områden som visar sig ha otillfredställande stabilitet för nyexploatering, bör gällande planer revideras.

Befintlig bebyggelse

För befintlig bebyggelse har den enskilda fastighetsägaren ett stort ansvar för sin tomt och mark. Vid äldre bebyggelse kan det ibland vara så att de geotekniska förhållandena inte längre är godtagbara enligt dagens krav (för beskrivning av dagens krav, se Bilaga 2). Markförhållandena eller markanvändningen kan också ha ändrats med tiden så att stabiliteten har försämrats. Detta kan medföra att nya bygglov inte är möjliga.

Vid akuta skeden – då överhängande risk för ras, skred eller slamströmmar finns – kan det bli tal om ingripande från den kommunala räddningstjänsten, som kan vidta åtgärder och även utrymma områden med stöd av lagen om skydd mot olyckor.

Vad säger PBL?

”Vid planläggning och i ärenden om bygglov eller förhandsbesked enligt denna lag ska bebyggelse och byggnadsverk lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till:

1. *människors hälsa och säkerhet,*
2. *jord, berg- och vattenförhållandena,*
- ...
5. *risken för olyckor, översvämning och erosion.”*

Citat ur 2 kap. 5§ Plan- och bygglagen (PBL)



Bilagor



Bilaga 1.

Beskrivning av geoteknisk utredning

Arbetsgång

Det finns olika undersöknings- och beräkningsmetoder avseende släntstabilitet som är tillämpbara i olika utredningsskeden och för olika typer av jordar.

För att bedöma stabiliteten utförs utredningsarbetet ofta stegvis, se Figur B1.1, där första steget är en översiktlig nivå för att gå vidare med en högre detaljeringsgrad beroende på vad resultatet visar avseende stabilitetsförhållandena.

Arbetsgången vid stabilitetsutredningar ska följa Skredkommissionens Rapport 3:95 (Skredkommissionen 1995) med tillägg avseende Eurokod enligt IEG:s Rapport 4:2010 (IEG 2010) samt IEG Rapport 6:2008 (IEG 2008). Den geotekniska utredningen kan omfatta något eller några av följande steg:

- Geoteknisk besiktning och överslagsberäkning
- Detaljerad utredning
- Fördjupad utredning
- Kompletterande utredning
- Dimensionering av förstärkningsåtgärder

Mer att läsa

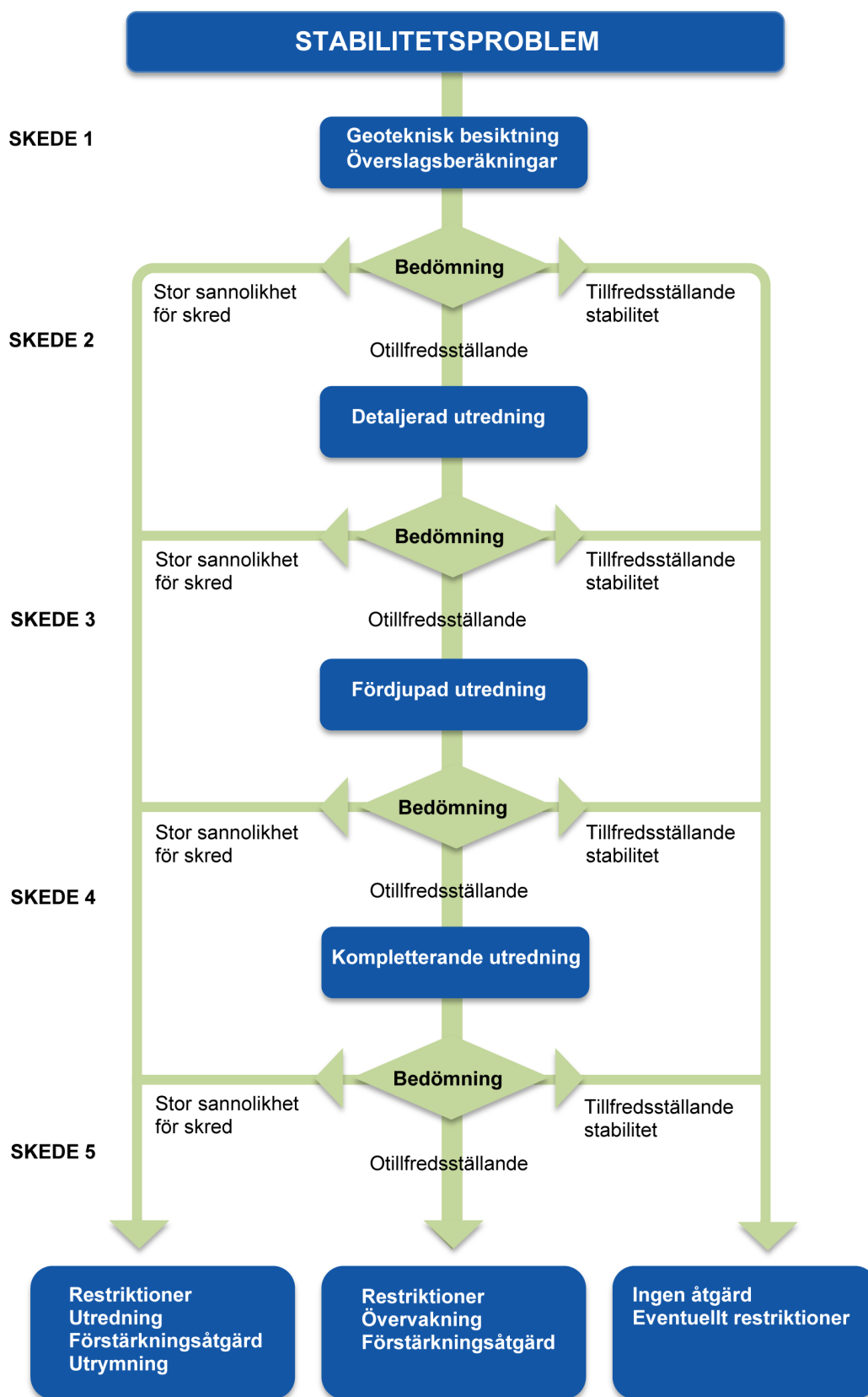
IEG 2008, *Tillämpningsdokument EN-1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar*. Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik. IEG Rapport 6:2008 (Revision 1).

IEG 2010, *Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar. Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96 (delar av)*. Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik. IEG Rapport 4:2010.

Skredkommissionen 1995, *Anvisningar för släntstabilitetsutredningar*. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. Skredkommissionen. Rapport 3:95.

IEG rapporterna finns att ladda ner från Svenska geotekniska föreningen, SGF:s webbplats; sgf.net

Skredkommissionens rapporter finns att hämta på SGI:s webbplats; swedgeo.se



Figur B1.1 Arbetsgång vid utredning av släntstabilitet (efter Skredkommissionen, 1995)

Geotekniska utredningsnivåer

Det finns olika geotekniska undersöknings- och beräkningsmetoder för olika skeden och det är viktigt att rätt metod och omfattning väljs. Arbetsgången vid stabilitetsutredningar ska därför omfatta ett eller flera av nedan beskrivna steg, enligt Skredkommissionens anvisningar, Rapport 3:95, 4:95 och 5:95.

Ju mer detaljerad information som krävs för att bedöma om stabiliteten är tillfredställande, desto mer omfattande blir de geotekniska undersökningarna. Om slänten kan bedömas som tillfredställande stabil med enklare metoder, behöver ingen omfattande undersökning göras. Om en slänt behöver förstärkas för att öka stabiliteten, kan en mer omfattande undersökning innebära att åtgärder kan optimeras och kostnaderna därmed reduceras.

Vid nyexploatering som avser planläggning utförs stabilitetsutredningar numera enligt Eurokod med hjälp av tillämpningsdokument IEG Rapport 4:2010, som är baserad på Skredkommissionens anvisningar. Vid nyexploatering som avser nybyggnation ska tillämpningsdokument IEG Rapport 6:2008 användas. Detta tillämpningsdokument beskriver hur dimensionering av slänter och bankar utförs med **partialkoefficientmetoden**.

Geoteknisk besiktning och överslagsberäkning

Det första steget, enligt Skredkommissionen, är en översiktlig utredning. Vid en sådan används framförallt tillgängligt material som till exempel jordartskarta, topografisk karta, flygbilder och platsbesök. Med hjälp av dessa underlag tas några **geotekniska typsektioner** fram och i dessa utförs överslagsberäkningar avseende släntens stabilitet. Skjuvhållfasthet och portryck väljs på den säkra sidan. Detta innebär att värden på skjuvhållfasthet väljs som lägsta tänkbara och värden på pådrivande portryck väljs som högsta tänkbara, för att inte överskatta släntens stabilitet.

Partialkoefficientmetoden är en metod där enskilda säkerheter läggs på olika faktorer (hållfasthet i jord, vattentrycket, last, etc.)

Geoteknisk typsektion är en geoteknisk sektion som är representativ för ett större område.

Detaljerad utredning

Vid all detaljplaneläggning av bostäder, anläggningar, industrier och kommunala vägar krävs minst en detaljerad geoteknisk utredning. Undantag från detta är områden som uppenbart inte har förutsättningar för stabilitetsproblem, vilket skall bedömas av geotekniskt sakkunnig.

I sektioner, som vid överslagsberäkningen visat sig ha låg säkerhet mot skred (dålig stabilitet), genomförs fält- och laboratorieundersökningar i sådan omfattning att geometri, skjuvhållfasthet och portryck i jorden kan bestämmas, om än med viss osäkerhet. Utredningen ska dessutom innefatta stabilitetsberäkningar, ett prognostiserat maximalt portryck samt en bedömning av gynnsamma och icke gynnsamma faktorer till underlag för val av säkerhetsfaktor.

För Trafikverkets vägar och järnvägar gäller särskilda riktlinjer enligt myndighetens styrande dokument: *Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner* (TK Geo).

Fördjupad utredning

Om den detaljerade utredningen visar att stabilitetsförhållandena inte är tillfredsställande är nästa steg att utföra en fördjupad utredning. Detta utförs för att mer i detalj kunna bedöma de geotekniska förhållandena och ta ställning till om förstärkningsåtgärder behövs eller inte.

Mer omfattande och detaljerade fält- och laboratorieundersökningar utförs så att geometri, skjuvhållfasthet och portrycksförhållanden kan bestämmas med större säkerhet. Vidare erfordras en konsekvensanalys med bedömning av primärt och sekundärt skredområde.

Kompletterande utredning

Om även den fördjupade utredningen visar på icke tillfredsställande stabilitet utförs kompletterande undersökningar med avancerade laboratorieförsök för att minska osäkerheter i ingångsdata som till exempel skjuvhållfasthet i jorden. Detta utförs för att kunna få fram

en så korrekt beräknad säkerhet mot skred som möjligt för beslut om slänten är tillfredställande stabil och vid behov göra en nödvändig och kostnadseffektiv förstärkningsåtgärd.

Den kompletterande utredningen bildar underlag för dimensionering och kostnadsberäkning av eventuella förstärkningsåtgärder. Val av förstärkningsåtgärd sker bland annat på basis av lämplighet för den aktuella jordarten, tillgängligt utrymme, hänsyn till miljö- och naturintressen. Även konsekvenser för omgivande mark och bebyggelse ska utredas.

Utöver detta skall en värdering av kostnaden i förhållande till nyttan utföras.

Geotekniska säkerhetsfrågor kopplade till förorenad mark

Förorenad mark som utsätts för jordrörelse (ras, skred, erosion) kan komma att orsaka vidare spridning av föroreningar till omgivningen. Hamnar jordmassorna i vattnet kan föroreningar spridas vidare inom stora områden.

Utmed Göta älv finns ett flertal industrier, förorenade utfyllnadsområden etc. som under årens lopp har orsakat föroreningar i mark. Några av dessa områden är belägna inom delar av Göta älv med låg stabilitet. Vid fysisk planering och förebyggande åtgärder inom förorenade områden måste särskild hänsyn tas till förekommande föroreningar och risk för spridning av dessa. Ovanstående är av särskilt stor vikt utmed Göta älv, då älven utgör vattentäkt för flertalet samhällen, däribland Göteborgs stad.

Bedömning av sårbarhet för naturolyckor vid förorenade områden kan utföras enligt SGI Publikation 20, *Riskbedömning av förorenade områden med hänsyn till sårbarhet för naturolyckor. Information och råd*, daterad februari 2016.

Bilaga 2.

Krav på geoteknisk säkerhet (enligt IEG Rapport 4:2010)

Olika typer av markanvändning

Nivån på acceptabel säkerhetsfaktor kan variera beroende på markens användning. Vid bedömning av erforderlig säkerhetsfaktor vid markanvändning för olika ändamål skiljs mellan:

Nyexploatering/nybyggnation

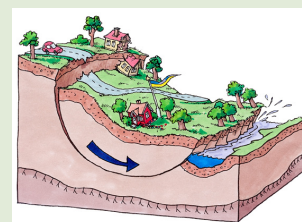
Avser alla byggnader eller anläggningar som tillkommer genom lov enligt Plan- och bygglagen (PBL) eller annat sätt (vägar, järnvägar, ledningar i mark, hamnar etc.) samt förändringar i form av till exempel om- och tillbyggnader där konsekvenser av ett **skred** eller **ras** är betydande eller mycket stora.

Vid nyexploatering som avser nybyggnation ska tillämpningsdokument IEG Rapport 6:2008 användas. Detta tillämpningsdokument beskriver hur dimensionering av slänter och bankar utförs med partialkoefficientmetoden.

För Trafikverkets vägar och järnvägar gäller särskilda riktlinjer enligt myndighetens styrande dokument: *Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner* (TK Geo).

Nyexploatering/planering

Avser tidiga skeden i fysisk planering, till exempel detaljplaner, planering av byggnader- och anläggningar som tillkommer genom planläggning enligt PBL eller annat sätt (vägar, järnvägar, ledningar i mark, hamnar, kanaler etc.)



Skred är en händelse där jord i en sammanhängande volym glider iväg.



Ras är en händelse när en jordvolym förflyttas men där individuella jordpartiklar rör sig fritt i förhållande till varandra.

Befintlig bebyggelse eller anläggning

Tidigare exploaterade områden där konsekvenser av ett skred eller ras är betydande eller mycket stora. Varje form av tilläggsbelastning eller nyanläggning inom området betraktas som nyexploatering.

Annan mark

Avser markanvändning som endast medför dagvistelse och/eller anläggningar av mindre betydelse. Exempel är parker, befintliga gång-, cykel- och mopedvägar, bodar, garage, andra ledningar än huvudledningar samt frekvent använda fritidsområden och områden med små miljömässiga konsekvenser av skred.

Naturmark

Naturmark avser mark som endast utnyttjas för dagvistelse av enstaka personer och som inte inrymmer några anläggningar av betydelse.

Krav på säkerhetsfaktor

För de olika markanvändningstyperna ställs olika krav på säkerhetsfaktor med hänsyn till den risk för personskada och materiell eller miljömässig förlust som är involverad, se Tabell 1.

Tabell 1. Val av rekommenderad säkerhetsfaktor enligt IEG Rapport 4:2010

	Markanvändning		
	Nyexploatering/ Planläggning	Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark
Översiktlig utredning	Minst detaljerad utredning ska utföras	$F_C > 2 +$ $F_{C\phi} > 1,5$	$F_C > 2 +$ $F_{C\phi} > 1,5$
Detaljerad utredning	$F_C \geq 1,7-1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_C \geq 1,7-1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,5-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_C \geq 1,6-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)
Fördjupad utredning	$F_C \geq 1,5-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_C \geq 1,4-1,3 +$ $F_{komb} \geq 1,3-1,2$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs	$F_C \geq 1,3-1,2 +$ $F_{komb} \geq 1,2$ $F_\phi \geq 1,2$ (sand)

För naturmark tillåts säkerhetsfaktorn i princip vara nära 1,0 förutsatt bland annat att eventuella skred är ytliga och att skreden inte kan bli framåt- eller bakåtgripande så att angränsande markanvändningsområden berörs.



Statens geotekniska institut

Postadress: 581 93 Linköping

Tel: 013-20 18 00

E-post: sgi@swedgeo.se

www.swedgeo.se