



**SGI Statens geotekniska institut**

## **Mullsjö kommun, Jönköpings län**

**Förstudie och översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord**

Andersson, M., Lundström, K.



**Myndigheten för  
samhällsskydd  
och beredskap**



Uppdragsledare: Mattias Andersson

Granskare: Wilhelm Rankka

Handläggare: Mattias Andersson, Karin Lundström och Godefroid  
Ndayikengurukiye

Diariernr: SGI: 2.1-1612-0741 MSB: 2016-7077 / 2018-03149

Uppdragsnr: 17016

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:

Andersson, M., Lundström, K. 2018, *Mullsjö kommun, Jönköpings län, Förstudie och översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord*, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2019-02-15.

# Uppdrag

På uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har Statens geotekniska institut (SGI) utfört en förstudie och en översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord i Mullsjö kommun. Uppdraget har utförts enligt den karteringsmodell som SGI har tagit fram i samarbete med Chalmers, på uppdrag av dåvarande Räddningsverket (se Räddningsverket, 2007).

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

Avd. Effektivare markbyggande

---

Mattias Andersson  
Uppdragsledare

---

Wilhelm Rankka  
Granskare



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Syfte och omfattning</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Beskrivning av använd karteringsmetod</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Förstudie</b> .....	<b>9</b>
3.1	Val av områden.....	9
3.2	Geologiska och topografiska förhållanden.....	9
3.3	Fältbesiktning.....	10
3.4	Områden utvalda för vidare kartering enligt Etapp 1 i Mullsjö kommun .....	13
<b>4</b>	<b>Kartering enligt Etapp 1A</b> .....	<b>14</b>
4.1	Flygbildstolkning .....	14
4.2	Fältkontroll .....	14
4.3	Lutningsklasser .....	15
4.4	Terrängskuggning .....	16
4.5	Avrinningsområden .....	16
4.6	Redovisning av Etapp 1A.....	16
<b>5</b>	<b>Kartering enligt Etapp 1B</b> .....	<b>17</b>
5.1	Allmänt.....	17
5.2	Antaganden Etapp 1b .....	21
5.3	Protokoll för bedömning av stabilitet i slänter och raviner .....	21
<b>6</b>	<b>Resultat från kartering enligt etapperna 1a och 1b</b> .....	<b>24</b>
6.1	Etapp 1a, fältbesiktningsprotokoll och foton .....	24
6.2	Etapp 1b, sammanfattande beskrivning av de studerade områdena och föreslagna bedömningsklasser .....	24
<b>7</b>	<b>Slutsatser och fortsatt utredning</b> .....	<b>28</b>
7.1	Utredningsbehov .....	29
7.2	Kontroll.....	29
	<b>Referenser</b> .....	<b>30</b>

## **Bilagor**

Bilaga 1	Fältbesiktningsprotokoll och foton
Bilaga 2	Bedömningsprotokoll
Bilaga 3	Kartor
Bilaga 4	Förteckning över använda flygbilder

# 1 Syfte och omfattning

Översiktlig stabilitetskartering i grovkorniga jordar inleds med en förstudie och därefter utförs själva karteringen.

Syftet med förstudien är att välja ut områden som skall karteras med avseende på benägenheten för slamströmmar, erosion och ras i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord. Därefter utförs en kartering samt en översiktlig bedömning av stabiliteten i raviner och slänter.

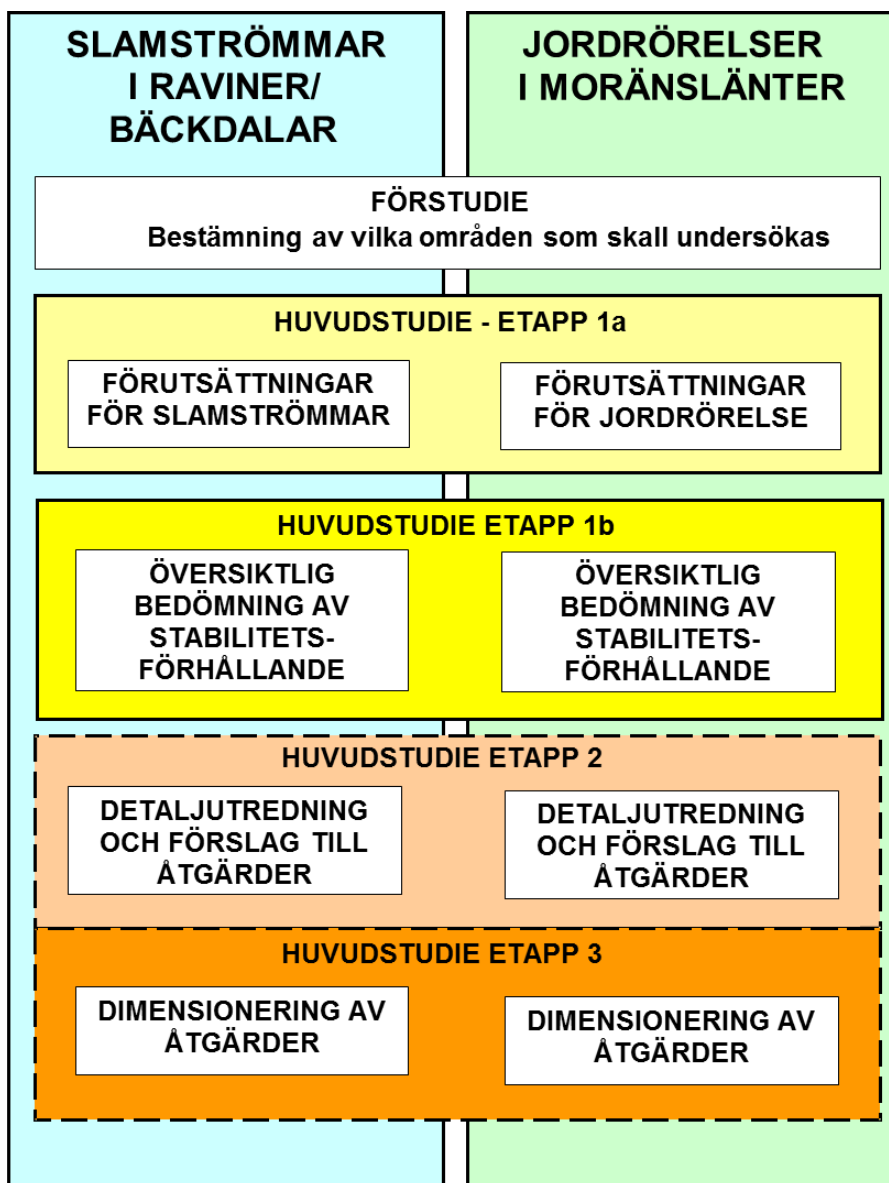
Syftet med karteringen är att indela undersökningsområden efter behov av detaljerad undersökning och kontroll med avseende på benägenheten för slamströmmar, erosion och ras i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord.

Undersökningen avser endast bebyggda områden i eller nedanför raviner och slänter i morän och grov sedimentjord där förutsättningar för slamströmmar, erosion och ras bedöms föreligga. Kartläggningen är översiktlig och kan därför inte användas som exploateringsunderlag.

## 2 Beskrivning av använd karteringsmetod

Använd karteringsmodell följer den metod som finns redovisad i rapporten ”Översiktlig kartering av stabilitets- och avrinningsförhållanden i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord” (se Räddningsverket, 2007). Modellens struktur framgår av Figur 1.

Vid karteringen ingår delarna Förstudie och Huvudstudie. Huvudstudien indelas i två delar; Etapp 1a och 1b. Dessa delar utgör första fasen i en undersökningsprocess som senare kan komma att omfatta mer detaljerade utredningar samt förslag och dimensionering av preventiva åtgärder mot ras/skred och slamströmmar, Etapp 2 och 3.



Figur 1. Översikt som visar den utförda undersökningens (omfattande Förstudie samt Huvudstudie, Etapp 1a och 1b) roll och läge i processen att behandla stabilitetsfrågor i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord.



## 3 Förstudie

Syftet med förstudien är att välja ut områden som skall karteras med avseende på benägenheten för slamströmmar, erosion och ras i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord.

### 3.1 Val av områden

I förstudien i Mullsjö kommun var syftet att inventera alla områden med en samlad bebyggelse där förutsättningar kan finnas för slamströmmar och/eller jordrörelser.

Urval av aktuella områden inleddes med en studie av geologiska kartor och topografiska kartor från vilka områden med en samlad bebyggelse och följande förutsättningar identifierades:

- Raviner i morän eller grov sedimentjord med bebyggelse ovanför, i eller nedanför ravinen.
- Slänter med lutning över cirka 17°, med jordlager som består av morän eller grov sedimentjord och med bebyggelse ovanför, i eller nedanför slänten.

### 3.2 Geologiska och topografiska förhållanden

Beskrivningen i detta avsnitt är sammanställd från nedanstående referenser;

- Jordartskarta, SGU Serie Ae nr 109 i skala 1:50 000. Kartblad 7D Ulricehamn SO med tillhörande beskrivning, SGU (1992).
- SGU:s Kartgenerator och SGU:s digitala jordartskartor över hela kommunen, skalor 1:25 000 till 1:100 000 (2018)

Avsnittet avser att ge en beskrivning av geologiska och topografiska förhållanden som har betydelse för förutsättningarna för skred, ras, erosion och slamströmmar inom Mullsjö kommun.

Topografiskt utgörs Mullsjö kommun generellt av ett kuperat skogslandskap. Genom kommunen från söder till norr rinner Tidans vattensystem och utmed detta finns branta och bitvis relativt höga slänter.

Avsmältningen av inlandsis började i de sydligaste delarna av vårt land för omkring 15 000 år sedan och för ca 12 000 år sedan hade isavsmältningen nått Sydsvenska höglandet och de södra delarna av Vätternsänkan. Efter isens avsmältning var landet nedpressat av ismassans tyngd och i nuvarande Östersjöbäckenet bildade smältvattnet en stor sjö framför iskanten, den så kallade Baltiska issjön. Inom det sydsvenska höglandet bildades dessutom flera lokala issjöar bland annat i Mullsjö kommun.

Kommunen är belägen över högsta kustlinjen (HK). Högsta kustlinjen är den nivå till vilken vattenytan nådde som högst under Östersjöns olika utvecklingsstadier eller i lokala issjöar.

I områden belägna över högsta kustlinjen har morän och isälvsavlagringar inte påverkats av vågsvallning, och där kan såväl finkorniga moräner som silt- och sand-avlagringar påträffas intakta.

Morän och isälvsmaterial är de dominerande jordarterna inom området och de är i regel avsatta direkt på berggrunden. Ett antal moräntyper förekommer inom kommunen, allt från lerig morän till grusig morän. Moränen har i allmänhet en låg sten- och blockhalt.

Isälvsavlagringar har relativt stor utbredning i de norra delarna av Sydsvenska höglandet. De har en nord-sydlig utsträckning och består främst av sten, grus och sand. De mäktigaste sammanhängande stråken av isälvsavlagringar finns längst i väster i Mullsjö kommun utmed sjön Stråken. Här har stora jorddjup påträffats i samband med brunnborringar - upp till 60 m.

Berggrunden består till största delen av bergarter tillhörande en intrusiv granitsvit som sträcker sig från Blekingetrakten i ett bälte genom Småland-västra Östergötland - Värmland och vidare in under fjällkedjan i norr. Dessa graniter är generellt sett inte gnejsomvandlade. Graniterna är ca 1 800 miljoner år gamla bergarter och de tillhör de s.k. Smålands-Värmlandsgranitoiderna.

### 3.3 Fältbesiktning

I förstudien ingående fältbesiktning av de utvalda områdena i Mullsjö kommun utfördes 31 oktober 2017 av Mattias Andersson och Samir Ezziyani, SGI. I Tabell 1 ges en kort beskrivning av de inventerade områdena samt vilka som valts att studeras vidare i Etapp 1. En sammanvägning av resultaten från fältbesiktning, erfarenheter, kartstudier och samråd med kommunen, låg till grund för det slutgiltiga valet av vilka områden som skulle undersökas vidare i Etapp 1. För de områden som har valts att inte ingå i Etapp 1 bedöms sannolikheten för och/eller konsekvenserna av jordrörelser vara små. Det kan exempelvis bero på att det inte är tillräckligt brant topografi, att jordtäcket är tunt, att det förekommer berg i dagen, att vegetation är tät eller att bebyggelsen ligger på stort avstånd från slutningen eller bäckravinen. De områden som valts ut för Etapp 1 beskrivs vidare i Kapitel 4. Övriga områden redovisas inte utöver i Tabell 1.

Jordartskartorna som användes vid bedömningen visas under avsnitt 3.2.

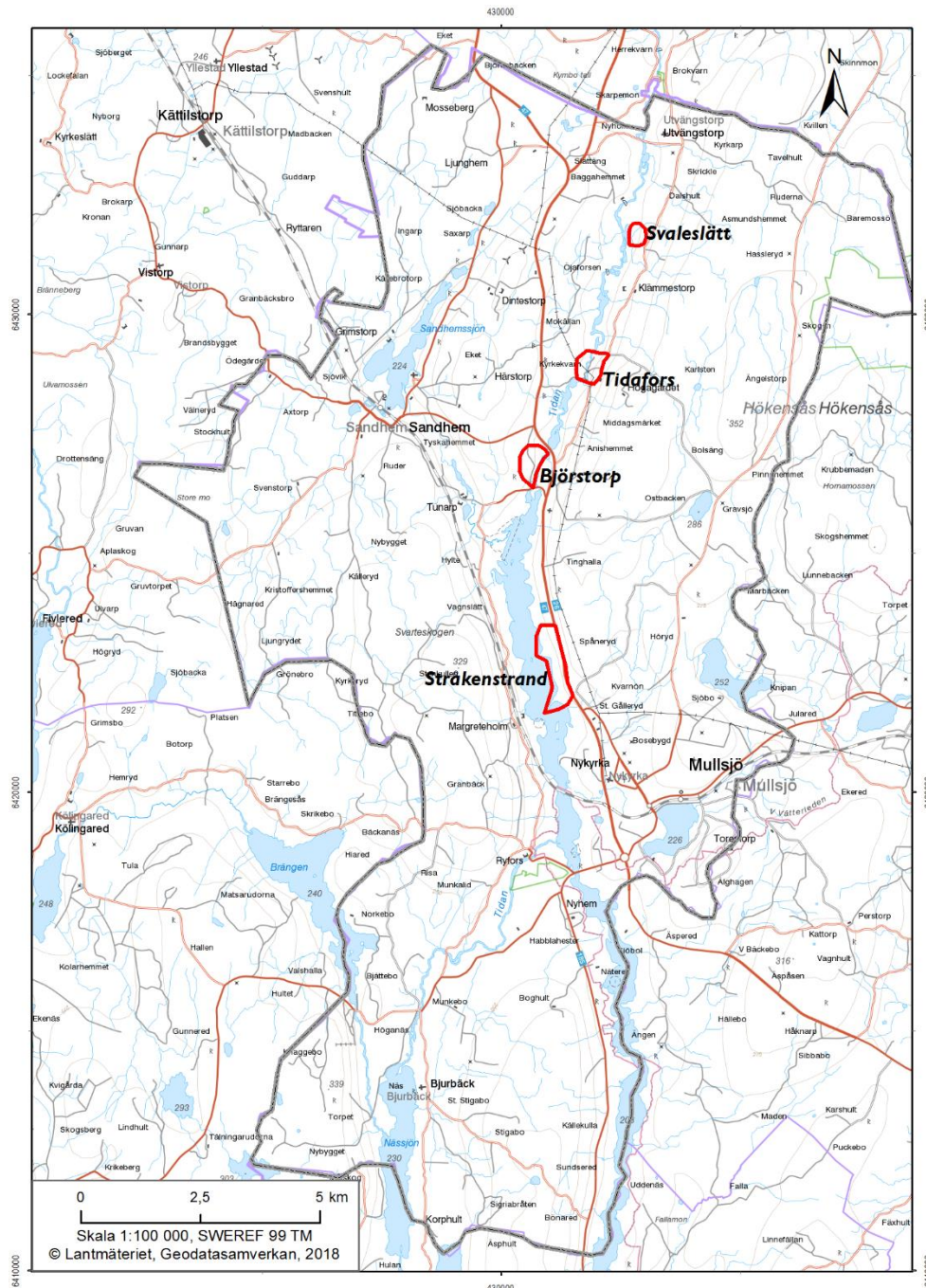
Tabell 1. Beskrivning av inventerade områden i Mullsjö kommun.

Indexruta (LM, 5 km)	Jordartskarta i skala (SGU)	Karteringsområde	Terrängförhållanden, jordart och bebyggelse	Studeras vidare	Anmärkning
64E3dSV	1:50 000	Bengtsvad	Västra delarna av området isälvssediment och östra delarna av området morän med inslag av berg.	Nej	En ravin och flera mindre slänter. Bäck med litet flöde, lite erosion och viss materialtransport i de nedre delarna av bäcken. Slänterna är måttligt branta och relativt korta. Ingen bebyggelse i farozonen.
64E2dNV	1:100 000	Björstorp	Till största delen isälvssediment lite berg i de västra delarna av området.	Ja	Brant och relativt hög slänt ner mot vattendrag särskilt i de norra delarna av området. Flera hus nära krönkanten.
64E3dSV	1:50 000	Dalshult	Västra delarna av området isälvssediment och östra delarna av området morän med inslag av berg.	Nej	En ravin, bäck med relativt litet flöde, bred ravin med flacka sidoslänter och måttligt nerskuren. Ingen erosion och ingen bebyggelse i farozonen.
64E2dSV	1:50 000	Havstenshult	Till största del sandig morän med inslag av berg, i de södra och sydöstra delarna av området isälvssediment	Nej	En relativt lång slänt i östra delarna av området, måttligt brant och bebyggelsen på betryggande avstånd bakom släntkrönet.
64E2dNV	1:100 000	Härstorp	Isälvssediment i de östra delarna av området och berg med inslag av morän i de västra delarna av området.	Nej	En ravin och bäck med litet flöde, inga tecken på erosion och ingen bebyggelse nära ravinen.
64E2dSV	1:50 000	Margretheholm	Isälvssediment (sand) i de östra delarna och sandig morän med inslag av berg i de västra delarna av området.	Nej	En ravin, bebyggelsen på betryggande avstånd.
64E2dSV	1:50 000	Nykyrka	Isälvssediment	Nej	En ravin med mindre vattendrag, inga tecken på erosion eller jordrörelser och bebyggelsen långt från släntkrön.

64E2cNO	1:100 000	Sandhem	Isälvs sediment	Nej	En ravin med relativt stort vattendrag (Svartån), inga tecken på erosion, flacka sidoslänter och bebyggelsen på betryggande avstånd.
64E2dSV	1:100 000	Stråkensstrand	Isälvs sediment i de västra delarna och sandig morän med inslag av berg i de östra delarna av området.	Ja	En ravin och flera slänter ner mot sjö. Bäckens i ravinen har litet flöde och inga tecken på erosion eller jordrörelser, studeras ej vidare. Slänterna ner mot sjön är branta och husen relativt nära släntkrön, slänterna studeras vidare och området utökas norrut.
64E3dSV	1:50 000	Svaleslätt	Isälvs sediment	Ja	Flera relativt höga och branta slänter i närheten av bebyggelsen som utgörs av ett stugområde (fritidsby)
64E2dNV	1:100 000	Tidafors	Till största delen isälvs sediment i de östra delarna av området morän	Ja	En ravin och flera slänter. Bäckens i ravinen är relativt liten men ravinen är ändå ganska djup, det finns dock ingen bebyggelse i farozonen för ravinen. Slänterna i södra delen av området på varsin sida av Tidans är branta och höga och bebyggelsen ligger relativt nära släntfot.

### 3.4 Områden utvalda för vidare kartering enligt Etapp 1 i Mullsjö kommun

Med ledning av förstudien valdes 4 områden ut för att utredas vidare i Etapp 1. De utvalda områdena är Björstorp, Stråkensstrand, Svaleslätt och Tidafors. Läget och utbredningen för områdena framgår av Figur 2.



Figur 2. Områden i Mullsjö kommun utvalda för fortsatt kartering enligt Etapp 1.

## 4 Kartering enligt Etapp 1A

Syftet med karteringen enligt Etapp 1 är att indela de utvalda undersökningsområdena efter behov av detaljerad undersökning och kontroll med avseende på benägenheten för slamströmmar, erosion och ras i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord. I Etapp 1a görs en bedömning av förutsättningarna för jordrörelser baserat på flygbildstolkning, fältkontroll, lutningsanalys och avrinningsområdets storlek och förhållanden.

Med ledning av förstudien valdes 4 områden ut för kartering i Etapp 1a. De utvalda områdena är Björstorp, Stråkensstrand, Svaleslätt och Tidafors.

### 4.1 Flygbildstolkning

Flygbildstolkning har utförts för samtliga 4 områden. Tolkningen utfördes i digitala flygbilder i färg, flyghöjd 4 800 m, enligt Bilaga 4. Vid tolkningen studerades förekomster av berg i dagen, typ och utbredning av olika jordarter, områden med hög markfuktighet och förekomster av vattendrag, ravinformationer, erosion och ras i slänter samt avlagringar från tidigare jordrörelser.

Resultatet från flygbildstolkningen låg till grund för val av vilka punkter (karteringspunkter) inom de områden som valts att ingå i karteringen och därmed skulle besökas vid fältkontrollen.

### 4.2 Fältkontroll

Fältkontrollen utfördes under 24 oktober 2018 av Mattias Andersson och Karin Lundström, SGI. Vid fältkontrollen fördes anteckningar enligt uppställd mall för fältbesiktningsprotokoll. Ifyllda protokoll och fotografier från fältbesöken finns redovisade för respektive område i Bilaga 1. De besökta platsernas (karteringspunkterna) lägen framgår av kartorna i Bilaga 3. Generellt har en punkt karterats i varje släntområde medan en eller flera har karterats för varje ravinområde (inklusive ravinslänterna).

### 4.3 Lutningsklasser

Som underlag för bedömning av faran för ras och skred har markytans lutning inom de undersökta områdena bestämts. Som grund för lutningsanalysen användes nationella höjdmodellen. Markytans lutning bestämdes med hjälp av funktionen "Slope" (Spatial Analyst) i ESRI:s programvara ArcMap v10.0.

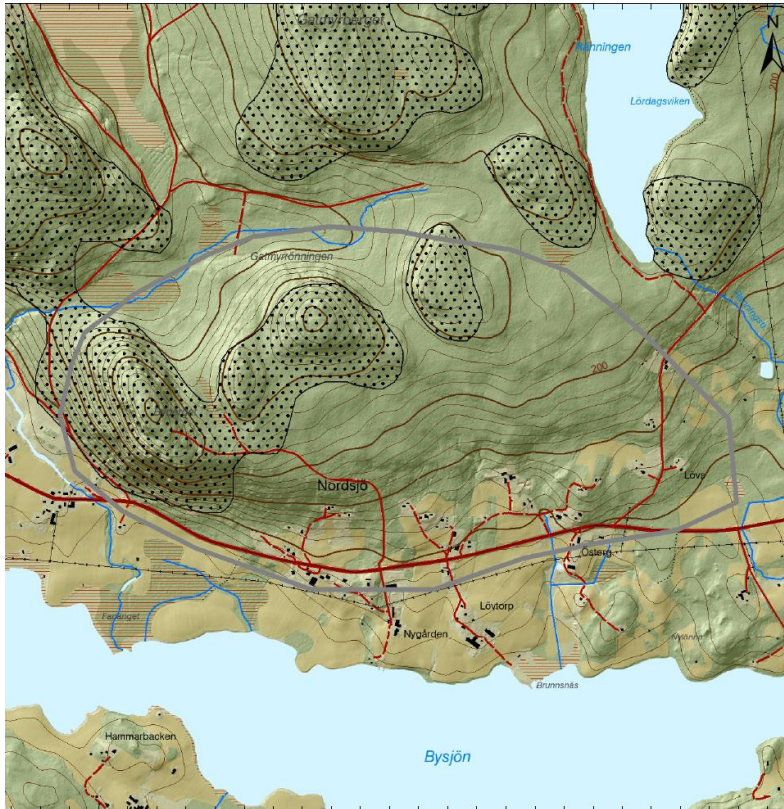
Lutningen inom ett område indelas i olika förutbestämda lutningsklasser: 0–2 grader, 2 - 10 grader, 10–17 grader och större än 17 grader, se Tabell 2. På kartorna i Bilaga 3 redovisas resultatet av lutningsklassningen.

Tabell 2. Lutningsklasser.

LUTNINGSKLASS	BESKRIVNING	FÄRG PÅ KARTA
<b>Lutning &gt; 17°</b>	En slänt anses ha förutsättningar för uppkomst av jordrörelser om jord förekommer och lutningen överstiger 17°. Övriga slänter anses sakna eller ha mycket små förutsättningar för initiering av jordrörelser.	Turkos
<b>Lutning mellan 10° och 17°</b>	För partier i jordslänter, som har lutningar mellan 10° och 17°, finns förutsättningar att jordrörelser, som startat i ett brantare parti ovanför, kan framkalla framåtgripande jordrörelser.	Orange
<b>Lutning mellan 2° och 10°</b>	För områden i jordslänter, som har lutningar mellan 2° och 10° och ligger nedanför brantare partier, gäller att mer lätttransporterade partiklar som grus, sand, silt och ler kan avlagras.	Gul
<b>Lutning mellan 0° och 2°</b>	Plan mark inom bedömt område.	Beige

## 4.4 Terrängskuggning

För att underlätta att identifiera förekomst av raviner, skred, ras, slamströmmar etc. har vi som arbetsmaterial även använt terrängskuggning (så kallad hillshade) baserad på den nationella höjdmodellen, se Figur 3. Kartor med terrängskuggning över Mullsjö kommun redovisas dock inte i denna rapport.



Figur 3. Exempel på terrängskuggning baserad på nationella höjdmodellen (solvinkel  $315^\circ$  och solhöjd  $45^\circ$ ) som framtagits för att underlätta identifiering av områden med raviner och spår av skred, ras samt slamströmmar.

## 4.5 Avrinningsområden

Avrinningsområdets storlek och förhållande inom och uppströms en ravin påverkar förutsättningarna för ras och slamströmmar. Därför ingår i Etapp 1a en bestämning av avrinningsområdets storlek, samt en bedömning av dess förhållanden. För varje ravinområde har storleken på avrinningsområdet uppströms en utvald observationspunkt bestämts med verktyget ”Watershed” i ESRI:s programvara ArcMap v10.0 (Spatial Analyst/Hydrology).

## 4.6 Redovisning av Etapp 1A

Resultaten av karteringen enligt Etapp1A presenteras i form av fältbesiktningsprotokoll, fotografier och kartor i skala 1:10 000. Fältbesiktningsprotokoll med foton presenteras i Bilaga 1. På kartor redovisas lutningsklasser, berg i dagen och berg med tunt jordtäckte, vattendrag inklusive deras avrinningsområde (utbredning och storlek), raviner, karteringspunkter samt indikationer på inträffade jordrörelser såsom slamströmmar, ras och erosion av stor omfattning, samt slamströmsavlagringar. Redovisning av etapperna 1a och 1b görs i Kapitel 7 samt på gemensamma kartor i Bilaga 3.



## 5 Kartering enligt Etapp 1B

### 5.1 Allmänt

I Etapp 1b görs en bedömning av benägenheten för jordrörelser i slänter och raviner.

Bedömningen av benägenheten för jordras i slänter baseras på en sammanvägd analys av alla de förhållanden i slänten och dess närhet som studerats i Förstudien och i Etapp 1a. Det gäller exempelvis topografiska, geologiska och hydrologiska förhållanden, spår från tidigare händelser och eventuella befintliga förstärkningsåtgärder. Baserat på befintligt underlag görs i Etapp 1b även en överslagsberäkning av släntens stabilitet. Bedömningen dokumenteras och motivering för bedömningen ges. Med slänter avses här antingen sluttande mark som inte är genombruten av någon ravin eller sluttningar mellan raviner. De förhållanden som ingår i bedömningen framgår av Tabell 3.

Bedömningen av benägenheten för slamströmmar i raviner baseras på en sammanvägd analys av alla de förhållanden i ravinen och dess närhet som studerats i Förstudien och i Etapp 1a. Det gäller exempelvis topografiska, geologiska och hydrologiska förhållanden, spår från tidigare händelser, bedömning av högvattenflöden, fara för dämning, vegetationstäckning och eventuella befintliga förstärkningsåtgärder. Baserat på befintligt underlag görs i Etapp 1b även en överslagsberäkning av stabilitet för ravinens sidoslänter. Stabiliteten för sidoslänter ingår i bedömningen av ravinen och därför markeras inte stabiliteten på redovisningskartan. Bedömningen dokumenteras och motivering för bedömningen ges. De förhållanden som ingår i bedömningen framgår av Tabell 3.

Tabell 3. Studerade förhållanden i Etapp 1b.

FÖRHÅLLANDE	EXEMPEL PÅ FAKTORER
<b>Topografiska förhållanden</b>	Slänten eller ravinens längd, lutning och höjdskillnad. Ravinens bottenlutning och tvärsnittsarea. Stabilitet för slänter.
<b>Hydrologiska förhållanden</b>	Avrinningsområde. Bäcker. Grundvattenerosion. Högvattenflöde. Dränering. Fara för dämning.
<b>Jord- och bergförhållanden</b>	Jordart. Berg i dagen. Löst sediment. Talus. Jordens egenskaper.
<b>Markförhållanden och markanvändning</b>	Vegetationens typ och täckningsgrad. Vägar. Vägtrummor. Skogsavverkning. Spår från skogsmaskiner. Markberedning. Skidpister.
<b>Befintliga förstärkningsåtgärder</b>	Typ. Funktion. Kondition. Underhållsplan.
<b>Tidigare inträffade jordrörelser</b>	Ras. Erosion. Slamströmmar. Jordavlagringar. Igensättning av trummor. Översvämning.

Genom att kartera faktorerna enligt Tabell 3 och göra en jämförelse med referensobjekt fås ett underlag för bedömning av behovet av eventuellt fortsatt utredning. Bedömningen av stabiliteten i Etapp 1b resulterar i indelning av raviner och slänter i fyra klasser efter olika behov och angelägenhetsgrad för detaljerad undersökning och eventuella behov av regelbunden kontroll, se Tabell 4. Kriterier för de olika klasserna framgår av Tabell 5 och Tabell 6. Observera att klassificeringen gäller för de vid karteringen rådande förhållandena. Vid förändringar i underlaget för bedömningarna kan behov finnas för omklassificering av området.

Då behov föreligger av detaljerad stabilitetsutredning bör en geoteknisk sakkunnig person kontaktas. Denna utredning kan variera till typ och omfattning beroende på stabilitetsproblemets art och geografiska omfattning.

Regelbunden kontroll bör bestå av observation av förändringar som kan medföra försämrad stabilitet och/eller avrinning. Exempel på sådana förändringar är igensättning av trummor, kalhuggning och annan borttagning av vegetation, förändring av vattenavrinning, extrem nederbörd och snösmältning, byggnads- och anläggningsarbeten, hjulspår, nya vägar och ledningar. Kontrollen bör göras regelbundet och vid förändringar enligt ovan eller vid annan typ av förändring som kan äventyra stabiliteten. Kontrollens omfattning och regelbundenhet bör planeras och utföras i samråd med sakkunnig person. Se vidare avsnitt 7.2.

Tabell 4. Indelning i bedömningsklass beroende av bedömt behov av detaljerad utredning och kontroller.

BEDÖMNINGSKLASS	BEHOV AV DETALJERAD UTREDNING
<b>1</b>	Angeläget utredningsbehov föreligger och området bör hållas under kontroll.
<b>2</b>	Utredningsbehov föreligger och området bör hållas under kontroll.
<b>3</b>	Inget utredningsbehov föreligger, men området bör hållas under kontroll.
<b>4</b>	Inget behov av ytterligare utredning eller kontroll föreligger.

Tabell 5. Kriterier för indelning i bedömningsklasser avseende behov av och angelägenhetsgrad för detaljerad utredning och kontroll av stabilitetsförhållandena i raviner (Ettapp 1b). Observera att klassificeringen gäller för de vid karteringen rådande förhållandena. Vid förändringar i underlaget för bedömningarna kan behov finnas för omklassificering av området.

BEDÖMNINGSKLASS	KRITERIER FÖR JORDRÖRELSER I RAVINER	EXEMPEL PÅ ÅTGÄRDER	REDOVISNING PÅ KARTA
1  Angeläget utredningsbehov	<p>Omfattande jordrörelser och/eller höga vattenflöden har förekommit. Större skogsfria partier förekommer. Brant terräng. Lösa block förekommer.</p> <p><b>Exempel på raviner:</b></p> <p>Raviner där stora jordrörelser har förekommit. Långa, djupa raviner med stora avrinningsområden och god tillgång på jordmaterial. Raviner i brant terräng.</p>	<p>Angeläget behov föreligger avseende detaljerad utredning av förutsättningarna för slamström och dess konsekvenser samt behov av åtgärder.</p> <p>Vid uppenbar fara meddelas fastighetsägare och kommun snarast möjligt.</p>	①
2  Utredningsbehov	<p>Jordrörelser och/eller höga vattenflöden har förekommit. Inga förutsättningar för transport av lösa block. Endast mindre skogsfria områden på jordtäckt mark förekommer.</p> <p><b>Exempel på raviner:</b></p> <p>Raviner i tät skog. Raviner med medelstora avrinningsområden där tillgång på jordmaterial varierar längs bäckfåran.</p>	<p>Behov av detaljerad utredning föreligger.</p> <p>Ravinerna bör hållas under kontroll med jämna tidsintervall.</p>	②
3  Inget utredningsbehov, men behov av kontroll	<p>Inga eller endast mindre jordrörelser har förekommit. Inga höga flöden har förekommit. Inga förutsättningar för transport av lösa block. Stor skogstäckning.</p> <p><b>Exempel på raviner:</b></p> <p>Mindre raviner med liten bottenlutning.</p> <p>Raviner till övervägande delen i berg och ringa fara för blocktransport. Fara för översvämning eller igensättning av exempelvis trummor kan föreligga.</p>	<p>Inget behov av vidare utredning föreligger.</p> <p>Vid oförutsebara händelser, så som höga flöden, kan risker föreligga och området bör därför hållas under kontroll.</p>	③
4  Inget utredningsbehov	<p>Inga jordrörelser har förekommit. Inga höga flöden har förekommit. Inga förutsättningar för transport av lösa block. Stor skogstäckning.</p> <p><b>Exempel på raviner:</b></p> <p>Mindre raviner med liten bottenlutning och stabila sidoslänter. Raviner till övervägande delen i berg och ringa fara för blocktransport.</p>	<p>Inga behov av vidare utredning eller åtgärder föreligger.</p>	④

Tabell 6. Kriterier för indelning i bedömningsklasser avseende behov av och angelägenhetsgrad för detaljerad utredning och kontroll av stabilitetsförhållandena i slänter (Etapp 1b). Observera att klassificeringen gäller för de vid karteringen rådande förhållandena. Vid förändringar i underlaget för bedömningarna kan behov finnas för omklassificering av området.

BEDÖMNINGSKLASS	KRITERIER FÖR JORDRÖRELSER I SLÄNTER	EXEMPEL PÅ ÅTGÄRDER	REDOVISNING PÅ KARTA
1 Angeläget utredningsbehov	Jordrörelser har förekommit. Brant terräng. Måktiga jordlager. Större skogsfria partier förekommer. Vattensjukt. Erosionskänslig jord.  <b>Exempel på slänter:</b> Slänter där jordrörelser förekommit. Långa slänter med stora avrinningsområden och god tillgång till material. Slänter i brant terräng.	Ett angeläget behov föreligger avseende detaljerad utredning av förutsättningarna för släntrörelser och dess konsekvenser samt behov av åtgärder.  Vid uppenbar fara meddelas fastighetsägare och kommun snarast möjligt.	<b>1</b>
2 Utredningsbehov	Inga större jordrörelser eller kraftiga vattenflöden har förekommit. Inga förutsättningar för transport av lösa block. Inga större sammanhängande skogsfria områden på jordtäckt mark förekommer.  <b>Exempel på slänter:</b> Branta slänter i tät skog	Behov av detaljerad utredning föreligger.  Slänterna bör hållas under kontroll med jämna tidsintervall.	<b>2</b>
3 Inget utredningsbehov, men behov av kontroll	Inga eller endast mindre jordrörelser har förekommit. Inga förutsättningar för transport av lösa block. Övervägande skogsklädd mark.  <b>Exempel på slänter:</b> Korta slänter med liten lutning. Slänter med ringa jordtäckte och ingen eller ringa fara för blocknedfall. Fara för jordrörelse kan föreligga vid exempelvis oförutsebar kraftig vattenföring, igensättning av trumma etc.	Inget utredningsbehov föreligger men slänterna bör hållas under kontroll med jämna tidsintervall.	<b>3</b>
4 Inget utredningsbehov	Inga jordrörelser har förekommit. Inga förutsättningar för transport av lösa block. Skogsklädd mark.  <b>Exempel på slänter:</b> Korta slänter med liten lutning  Slänter med ringa jordtäckte och ingen eller ringa fara för blocknedfall.	Inget utredningsbehov eller behov av kontroll föreligger.	<b>4</b>

## 5.2 Antaganden Etapp 1b


Inom de 4 studerade områdena i Mullsjö kommun har inga raviner men 7 släntområden analyserats.

Säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott för slänter och för en ravins sidoslänter har beräknats överslagsmässigt på basis av det material som insamlats i Etapp 1a. Inga nya geotekniska undersökningar har utförts, varför värden på jordens hållfasthet, grundvattennivå och tungnet har baserats på noteringar vid fältkontrollen och på antaganden. Det bör noteras att stabiliteten för ytliga glidytor påverkas av flera faktorer till vilka hänsyn inte kan tas i dessa översiktliga beräkningar. Vid överslagsberäkningar har för långsträckta slänter en metod för plana glidytor använts, medan det för korta slänter har använts en metod för cirkulärcylindriska ytor (se Skredkommissionen, 1995). Beräkningsparametrar har antagits på säkra sidan och dessa framgår av bedömningsprotokollen, se Bilaga 2. Ett exempel på ett inträffat ras är jordrasen i Sysseleback 1998 (se Lindquist, 1998). Slänten hade en lutning mellan 25° och 30°. Moränmassor från ett område av ca 450 m<sup>2</sup> och till ett djup av ca 1 m rasade.

## 5.3 Protokoll för bedömning av stabilitet i slänter och raviner

Underlag för bedömning av stabilitet i slänter och raviner utförs med hjälp av de framtagna protokollen för slänter och en för raviner. Protokollen (mallarna) redovisas i Figur 4 och i Figur 5. Bedömningsklassen baserats på en sammanlagd bedömning av förutsättningarna för jordrörelser inklusive en överslagsmässigt bestämt säkerhetsfaktor mot ras eller skred.

De beräknade säkerhetsfaktorerna jämförs med rekommendationer för erforderliga nivåer som presenterats av Rankka & Fallsvik (2005). I vissa fall bedöms stabiliteten som tillfredsställande även om den beräknade säkerhetsfaktorn är mindre än de rekommenderade värdena. Motivering till detta ges i förekommande fall i protokollet.

<b>ETAPP 1b. BEDÖMNING AV STABILITETEN I SLÄNTER</b>		
<b>Kommun:</b>	<b>Karteringsplats:</b>	<b>Karteringspunkter:</b>
<b>KARTERINGSSTEG</b>	<b>FAKTORER</b>	<b>BESKRIVNING</b>
<b>1</b> <b>Skjuvbrott – jordskred/ras</b>	Slänthöjd, släntlängd, lutning max/medel, grundvattennivå, hållfasthet, tunghet, glidytedjup, grundvattennivå, säkerhetsfaktor ( $F_{c\phi}$ )	
<b>3</b> <b>Jord- och bergförhållanden</b>	Jordart, berg i dagen, forekomst av block eller talus	
<b>4</b> <b>Markförhållanden</b>	Vegetation (typ och täckningsgrad), vägtrummor, vägar, spärbildning, skogsavverkning, skidpister	
<b>Tidigare jordrörelser</b>	Jordskred, jordras, slamström, erosion, alluvialkon, leveér, blockdeltan, stora vattenflöden	
<b>6</b> <b>Stabiliserande åtgärder</b>	Typ, funktion, kondition underhållsplan	
<b>SAMMANLAGD BEDÖMNING</b>		
<b>BEDÖMNINGSSKLASS</b>		

Figur 4. Protokoll för bedömning av stabilitet i slänter.

<b>ETAPP 1b. BEDÖMNING AV STABILITETEN I RAVINER</b>		
<b>Kommun:</b>	<b>Karteringsplats:</b>	<b>Karteringspunkter:</b>
<b>KARTERINGSSTEG</b>	<b>FAKTORER</b>	<b>BESKRIVNING</b>
<b>1 Topografiska förhållanden</b>	Nivåskillnad, längd lutning max/medel, bredd (m), stabilitet för sidoslänter ( $F_{c\phi}$ )	
<b>2 Hydrologiska förhållanden</b>	Avrinningsområde (stor- lek), bäckar grundvat- tenerosion, dränering, risk för dämning	
<b>3 Jord- och berg förhållanden</b>	Jordart, berg i dagen, fö- rekomst av talus eller block, mängd löst sedi- ment, jordlängd	
<b>4 Markanvändning</b>	Vegetation - typ och täckningsgrad, vägar, vägtrummor, skogsav- verkning, skidpister	
<b>5 Tidigare jordrörelser</b>	Slamström, jordskred, erosion, alluviakon, leveér, blockdeltan, stora vattenflöden	
<b>6 Stabiliserande åtgärder</b>	Typ, funktion, kondition, underhållsplan	
<b>SAMMANLAGD BEDÖMNING</b>		
<b>BEDÖMNINGSKLASS</b>		○

Figur 5. Protokoll för bedömning av stabilitet i raviner.

## 6 Resultat från kartering enligt etapperna 1a och 1b

Resultat från kartering enligt Etapp 1a och 1b redovisas i detta kapitel. För varje studerat område ges en kort beskrivande text av området, och bedömningsklasserna redovisas. I texten hänvisas till de besökta karteringspunkterna och dessas lägen framgår av kartorna i Bilaga 3.

Bakgrund och motivering till föreslagen bedömningsklass framgår av bedömningsprotokollen i Bilaga 2. Bedömningsklasserna framgår även av kartredovisningen i Bilaga 3. Utsträckningen av de analyserade områdena, och därmed bedömningsklass, för slänter avser området ovanför och nedanför markeringen samt i sidled så långt de aktuella lutningsförhållandena råder. Bedömningsklass för raviner avser hela ravinen.

### 6.1 Etapp 1a, fältbesiktningsprotokoll och foton

Fältbesiktningsprotokoll och fotografier från de undersökta områdena redovisas i Bilaga 1. Protokollen är samlade i bokstavsordning efter områdenas namn samt inom respektive område i nummerordning.

### 6.2 Etapp 1b, sammanfattande beskrivning av de studerade områdena och föreslagna bedömningsklasser

I detta avsnitt ges en sammanfattande beskrivning av de studerade områdena och dess bedömningsklass. Bedömningsprotokollen redovisas i Bilaga 2. Beskrivningarna och protokollen är redovisade i bokstavsordning efter områdenas namn samt, inom respektive område, i nummerordning baserat på den punkten inom området med det lägsta numret.

I Bilaga 3, kartbilagan, redovisas bland annat resultatet från fältstudier, bedömning av utredningsbehov för slänter och raviner, lutningsanalys och beräkning av avrinningsområdenas storlek.

#### 6.2.1 Björstorp

Området ligger på västra sidan av Björnsjön ca 7 km norr om Mullsjö. Det undersökta området är ett stugområde med relativt många hus som ligger i sluttning ner mot Tidans vattensystem. Slänten närmast vattendraget är brant och relativt hög (ca 15 m), särskilt i de norra delarna av området. Det finns flera hus placerade nära släntens krön. I området har två släntområden karterats.

Jordlagren i området består huvudsakligen av isälvsediment. I de västra delarna av området finns ett mindre område med berg i dagen. Vegetationen i slänterna utgörs främst av uppvuxen barrskog med markvegetation bestående av gräs och örter. Inom själva tomtområdena består vegetationen mest av gräs och enstaka grövre lövträd.

I släntområdet kring karteringspunkterna 1 och 2 är lutningen brant och slänterna bedöms inte som stabila. I sluttningen finns lutande träd, vilket kan vara indikationer på att ytliga



rörelser i marken förekommer. I släntfot nedanför karteringspunkt 1 är det delvis schaktat in i slänten och jorden är där blottlagd. I denna finns tecken på erosion. Husen är placerade på eller strax bakom släntrönet. Det är viktigt att vegetationstäckningen hålls intakt (bra marktäckande växter samt gles och fleråldrig trädvegetation). Inga schaktningsarbeten bör utföras i släntens nedre del. För detta området föreligger ett utredningsbehov och slänterna bör hålls under kontroll.

Släntområdet kring karteringspunkt 3 bedöms som stabilt. Det förekommer här inga tecken på tidigare jordrörelser och nivåskillnaderna är små. Inget behov av vidare utredning eller kontroll föreligger.

De föreslagna bedömningsklasserna för Björstorp framgår av Tabell 7 och av kartorna i Bilaga 3.

Tabell 7. Bedömningsklasser för området Björstorp.

Typområde	Karteringspunkter	Bedömningsklass
Slänt	1 och 2	2
Slänt	3	4

### 6.2.2 Stråkensstrand

Området ligger på östra sidan av sjön Stråken ca 3 km norr om Mullsjö. Det undersökta området har bebyggelse parallellt utmed sjön och många av husen är placerade i eller i anslutning till slänten som sluttar ner mot Stråken. Det finns flera hus placerade nära släntens krön. Slänten närmast sjön är bitvis brant och relativt hög (ca 15 m) i de centrala delarna av området. I området har två släntområden karterats.

Jordlagren i området består av isälvsediment. Vegetationen i slänterna utgörs främst av uppvuxen barr- och lövskog med markvegetation bestående av gräs och örter. Inom tomtområdena består vegetationen mest av gräs och enstaka grövre träd.

Släntområdet kring karteringspunkt 1 och 3 bedöms som stabilt och inga tecken på tidigare jordrörelser förekommer i slänten. Det förekommer viss erosion i Stråkens strandlinje men denna bedöms inte ha någon påverkan på släntens totalstabilitet. Nivåskillnaderna är relativt små (<10 m) och lutningen måttlig. Inget behov av vidare utredning eller kontroll föreligger.

I släntområdet kring karteringspunkterna 2 är lutningen brant och slänten bedöms inte som stabil. I slutningen finns lutande träd, vilket kan vara indikationer på att ytliga rörelser i marken förekommer. Erosion förekommer i släntfot utmed Stråkens strandlinje. På några ställen har erosionen gjort att slänten undermineras, vilket på sikt kommer att leda till ras i slänten. Husen är placerade som närmast ca 5 m bakom släntrönet. Slänten bör inte kalavverkas och det är viktigt att vegetationstäckningen är fortsatt god. För detta området föreligger ett utredningsbehov och att slänten hålls under kontroll.

De föreslagna bedömningsklasserna för Stråkensstrand framgår av Tabell 8 och av kartorna i Bilaga 3.

Tabell 8. Bedömningsklasser för området Stråkensstrand.

Typområde	Karteringspunkter	Bedömningsklass
Slänt	1 och 3	4
Slänt	2	2

### 6.2.3 Svaleslätt

Området ligger på östra sidan av ån Tidan ca 11 km norr om Mullsjö. Det undersökta området utgörs av ett stugområde (Metsadoku fritidsby). Det finns flera relativt höga (ca 15–20 m) och branta (upp till 29° lutning) slänter i närheten av bebyggelsen.

Jordlagren i området består av isälvsediment. Vegetationen i slänterna utgörs av uppvuxen barrskog med markvegetation bestående av gräs och örter.

Stabiliteten för släntområdet kring karteringspunkt 1 och 2 bedöms som ostabil. Små ras orsakade av mänsklig påverkan (schakt i slänten) finns i anslutning till befintlig bebyggelse. För övriga och orörda delar av slänten finns inga tecken på jordrörelser.

Konsekvenserna av eventuella ras är i nuläget relativt små då det är 2–3 hus som är i farozonen och dessa verkar tillhöra fritidsbyn som sannolikt inte är bebodd året runt. Inga ytterligare schakter bör utföras inom området. Vegetationstäckningen är i nuläget bra och bör så förbli. Detta behöver kontrolleras med jämna mellanrum.

De föreslagna bedömningsklasserna för Svaleslätt framgår av Tabell 9 och av kartorna i Bilaga 3.

Tabell 9. Bedömningsklass för området Svaleslätt.

Typområde	Karteringspunkter	Bedömningsklass
Slänt	1 och 2	2

### 6.2.4 Tidafors

Området ligger på östra och västra sidan av ån Tidan ca 9 km norr om Mullsjö. Bebyggelsen inom området utgörs av både villor (utspridda till ytan) och fritidshus (stugområde med samlad bebyggelse). Slänterna inom området är branta (upp till 35 graders lutning) och nivåskillnaderna varierar mellan 15 och 30 m. Det finns flera hus placerade både i anslutning till släntfot och nära slänternas krön. I området har två släntområden karterats.

Jordlagren i området består av isälvsediment. Vegetationen i slänterna utgörs främst av uppvuxen barr- och lövskog med markvegetation bestående av gräs och örter.

I släntområdet kring karteringspunkterna 1 och 3 är lutningen brant och slänten bedöms inte som stabil. Det finns tecken på rörelser i slänten i form av lutande träd och gamla skredärr. Vid karteringspunkt 1 finns en väg i slänten där vägräcket lutar betänkligt. Det är viktigt att vegetationstäckningen hålls intakt och inga schaktningsarbeten bör utföras i slänten. För detta område föreligger ett utredningsbehov och att slänten hålls under kontroll.

För släntområdet kring karteringspunkt 2 bedöms slänterna vara ostabila. Det finns tecken på ytliga jordrörelser och det finns små ras i slänten. Bebyggelsen bedöms dock vara på betryggande avstånd och att den inte påverkas av eventuella jordrörelser. Inget behov av vidare utredning eller kontroll föreligger.

De föreslagna bedömningsklasserna för Tidafors framgår av Tabell 10 och av kartorna i Bilaga 3.

Tabell 10. Bedömningsklasser för området Tidafors.

Typområde	Karteringspunkter	Bedömningsklass
Slänt	1 och 3	2
Slänt	2	4

## 7 Slutsatser och fortsatt utredning

Resultaten från den översiktliga karteringen i Mullsjö kommun visar att ett utredningsbehov föreligger inom 4 delområden. I Tabell 11 redovisas hur många delområden i de 4 inventerade områdena som har indelats i var och en av de fyra olika bedömningsklasserna.

Vi föreslår att kommunen informerar berörda fastighetsägare och andra intressenter om att karteringen är utförd och upplyser om att karteringsresultaten finns tillgängliga hos kommunen och på MSB:s hemsida. För de områden där utredningsbehov föreligger bör en långsiktig plan utarbetas för hur dessa kan utredas vidare och eventuellt åtgärdas. En prioriteringsordning bör också upprättas. Den översiktliga karteringen kan utgöra ett underlag i översiktsplanen och i kommunens handlingsprogram för skydd mot olyckor. Karteringen kan också vara ett underlag vid en akut situation.

I avsnitt 8.1 beskrivs vad vi rekommenderar att man utför i områden som klassats i behov av detaljerad utredning och i avsnitt 8.2 redovisas vad vi anser bör kontrolleras i de områden som har fått en sådan rekommendation.

Tabell 11. Antal delområden fördelade på de fyra olika bedömningsklasserna för Mullsjö kommun.

	Bedömningsklass (se nedan)			
	1	2	3	4
<b>Typområde</b>	<b>Antal delområden i respektive bedömningsklass</b>			
<b>Ravin</b>	0	0	0	0
<b>Slänt</b>	0	4	0	3
<b>Summa</b>	0	4	0	3
<b>Bedömningsklass</b>	<b>Behov av detaljerad utredning</b>			
<b>1</b>	Angeläget utredningsbehov föreligger. Området bör hållas under kontroll.			
<b>2</b>	Utredningsbehov föreligger. Området bör hållas under kontroll.			
<b>3</b>	Inget utredningsbehov föreligger, men området bör hållas under kontroll.			
<b>4</b>	Inget behov av ytterligare utredning eller kontroll föreligger.			

## 7.1 Utredningsbehov

Detaljerade utredningar utförs i syfte att klarlägga om ett reellt stabilitetsproblem eller om risk för slamströmmar föreligger. Många områden med förutsättningar för ras har tillfredsställande stabilitet och områden med förutsättningar för slamströmmar har inte tillräckligt stora flöden eller jordmaterial för att utgöra ett hot. Därför rekommenderas att undersökningen i en detaljerad utredning ges en begränsad omfattning. I huvudsak bör man skaffa information och kunskap om följande faktorer:

- markytans geometri (som komplement till höjddatan, i exempelvis beräkningssektioner)
- vattendragens batymetri
- jordlagerföljd och djup till fast botten
- jordens hållfasthet
- grundvattennivå
- vegetationsförhållanden
- spår av tidigare ras, slamströmmar och höga flöden.

Utredningen bör genomföras av sakkunnig geotekniker. För lämplig omfattning av den detaljerade utredning hänvisas till Rankka & Fallsvik (2005), Skredkommissionen (1995) och IEG (2008). Det har inte ingått i denna utredning att ange omfattning och typ av detaljerade utredningar.

## 7.2 Kontroll

Den föreslagna kontrollen av slänter, raviner och vattendrag bör bestå av observation av förändringar som kan medföra försämrade stabilitet. Kontrollen bör göras regelbundet, minst årligen eller efter perioder med intensiv nederbörd och/eller snabb snösmältning, och vid förändringar enligt nedan eller vid annan typ av förändring som kan äventyra stabilitets- och avrinningsförhållandena. Kontrollen bör planeras och utföras i samråd med sakkunnig person.

Exempel på förhållanden som kan påverka stabiliteten och som bör kontrolleras är

- Erosion i slänter och längs vattendrag.
- Marksprickor i slänt.
- Lutande träd och stolpar i slänter och raviner.
- Borttagen vegetation, skogsavverkning samt eventuella skogsområden som drabbats av storm eller skogsbrand.
- Förändrad vattenavrinning, inträffad extrem nederbörd och kraftig snösmältning.
- Utförda byggnads- och anläggningsarbeten, schaktning, utlagda fyllningsmassor och avfallsprodukter, ris och skogsavfall.
- Hjulspår som kan leda om vatten, exempelvis spår från skogsmaskiner.
- Nya vägar och ledningar.
- Igensättning av vattendrag, diken, trummor och kulvertar.
- Ny vattenuppdämning samt nya vattensamlingar i terrängen.

## Referenser

- IEG (2008). Tillämpningsdokument EN 1997–1, Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar. Stockholm.
- Lindquist, H., (1998). Sysseleback – Matteus 7:26. Grundläggningdagen '98. Svenska geotekniska föreningen.
- Rankka, K., Fallsvik, J. (2005). Stability and run-off conditions - Guidelines for detailed investigation of slopes and torrents in till and coarse-grained sediments. Report 68. Statens geotekniska institut. Linköping.
- Räddningsverket (2007). Översiktlig kartering av stabilitets- och avrinningsförhållanden i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord. Metodbeskrivning. Rapport P21-484/07. Räddningsverket, Karlstad.
- SGU (1992). Beskrivning till jordartskartan Ulricehamn SO. Sveriges geologiska undersökning. Serie Ae Nr 109. Uppsala.
- Skredkommissionen (1995). Anvisningar för släntstabilitetsutredningar. Rapport 3:95. Linköping.

# Bilagor





# 1. Fältprotokoll





## 2. Bedömningsprotokoll





## 3. Kartor





## 4. Förteckning över använda flygbilder



**Statens geotekniska institut**  
581 93 Linköping

E-post: [sgi@swedgeo.se](mailto:sgi@swedgeo.se)  
Växeln: 013-20 18 00