

PM

# Översiktlig stabilitetskartering

Lidingö

(Dalénum, Brevik, Islinge, Kyrkviken och Ekholmsnäs)



<b>Sweco Sverige AB</b>	556767-9849
<b>Uppdrag</b>	Översiktlig stabilitetskartering, Lidingö
<b>Uppdragsnummer</b>	30060247
<b>Kund</b>	Lidingö Stad
<b>Upprättad av</b>	Deniz Dagli
<b>Datum</b>	2023-10-27
<b>Dokumentreferens</b>	PM Översiktlig stabilitetskartering_v3

# Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1 Bakgrund .....	6
2 Syfte .....	6
3 Definitioner och underlag .....	6
3.1 Definitioner .....	6
3.2 Underlag.....	7
3.2.1 Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) .....	7
3.2.2 Sveriges geologiska undersökning (SGU).....	9
3.2.3 Länsstyrelsen Stockholm.....	11
3.2.4 Skredkommissionens skrifter .....	12
4 Arbetsmetodik och begränsningar.....	13
4.1 Arbetsmetodik .....	13
4.2 Begränsningar .....	15
5 Geoteknisk besiktning .....	15
5.1 Geologiska förhållanden .....	15
5.1.1 Dalénum (inkl. Högsätra och delar av Södra Kungsvägen) .....	15
5.1.2 Mölna (Västra) .....	16
5.1.3 Brevik.....	17
5.1.4 Ekholmsnäs .....	18
5.1.5 Kyrkviken .....	19
5.1.6 Islinge.....	19
5.2 Platsbesök.....	21
5.2.1 Dalénum (inkl. Högsätra och delar av Södra Kungsvägen) .....	21
5.2.2 Brevik.....	28
5.2.3 Ekholmsnäs .....	30
5.2.4 Kyrkviken .....	30
5.2.5 Islinge.....	33
6 Slutsatser.....	37
7 Rekommendationer .....	38
8 Referenser.....	40

## Sammanfattning

Samhället behöver anpassas till de förändringar i klimatet som sker idag (exempelvis ökad nederbörd eller/och högre grundvattennivåer) och de förändringar som förväntas till följd av den globala uppvärmningen (SGI, 2013).

Som en del av arbetet kring framtagandet av en ny översiktsplan har Sweco Sverige AB på uppdrag av Lidingö stad utfört en översiktlig klimatriskbedömning för bebyggd miljö på Lidingö. Resultat från detta arbete innehåller också översiktliga bedömningar kring vilka områden på Lidingö som har förutsättningarna för ras, skred och erosion. Bedömningen har gjorts med hjälp av den information som redovisas i diverse kartunderlag som har tagits fram bland annat av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Statens geotekniska institut (SGI) och Sveriges geologiska undersökning (SGU).

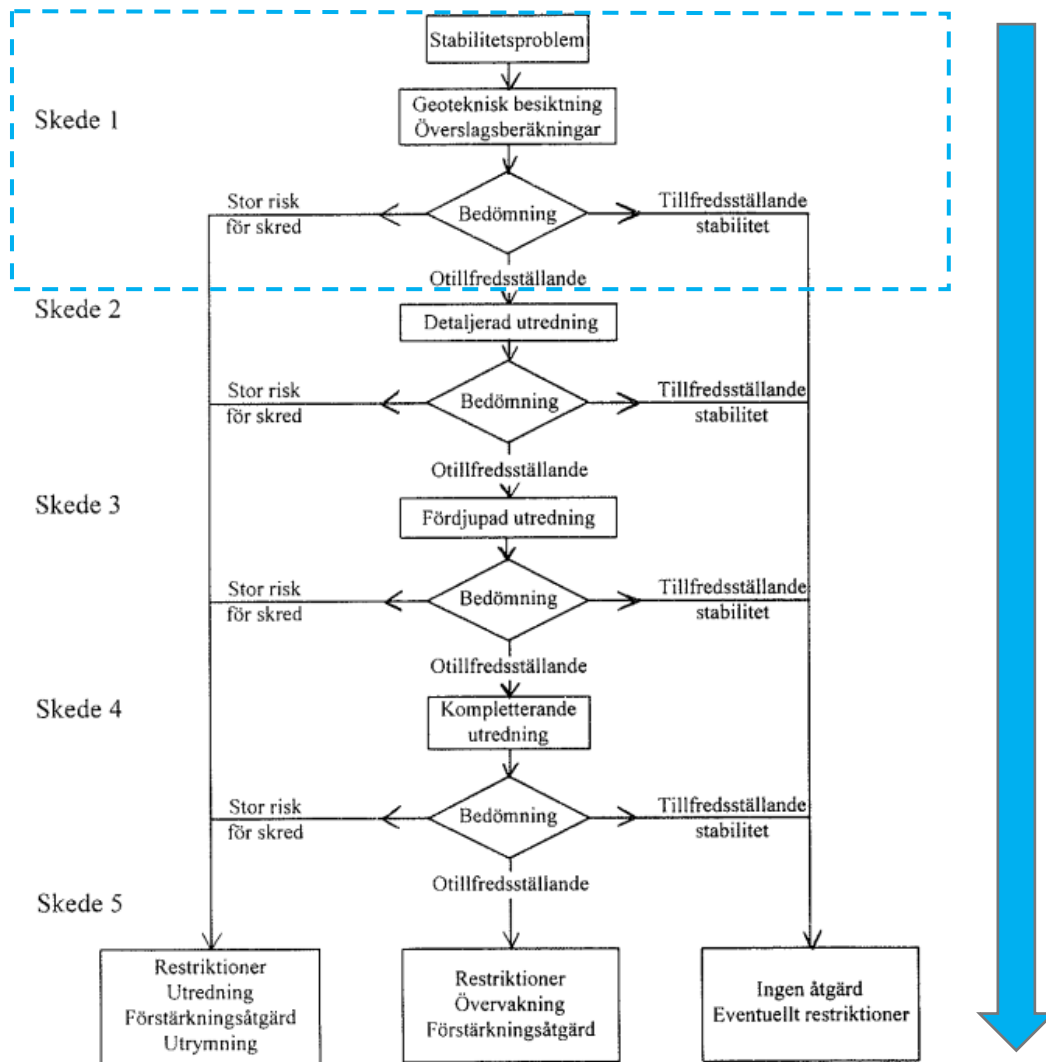
Syftet med arbetet som redovisas i denna rapport har varit att ge rekommendationer och förslag på områden som bör prioriteras vid fortsatta studier med hänsyn till ras, skred och erosion ur ett framtida klimatperspektiv. För detta ändamål har Sweco Sverige AB utfört en skrivbordsstudie samt geotekniska besiktningar av de i tidigare skede utpekade områdena.

Arbetet har utförts enligt de anvisningar som beskrivs i Skredkommissionens rapport 3:95 och bedöms motsvara Skede 1 i den arbetsgång som redovisas i Figur 1.

I de områden som innefattades av de nu utförda geotekniska besiktningarna kunde inga indikationer som tyder på otillfredsställande stabilitet konstateras. Denna slutsats utgår enbart ifrån okulära besiktningar, topografi samt förekomst av lera i de studerade områdena.

För att bilda en utförligare förståelse för stabilitetsförhållanden i de studerade områdena rekommenderas bland annat kompletteringar med stabilitetsberäkningar som även tar hänsyn till jordens tekniska egenskaper. Områden Brevik, Kyrkviken och Islinge rekommenderas prioriteras i detta sammanhang. Utöver dessa avslutas rapporten med diverse rekommendationer samt förslag till sektioner där stabilitetsberäkningar bör utföras.





Figur 1. Arbetsgång vid utredning av en slänts stabilitet (Skredkommissionen, 1995). Utförda arbeten inom uppdragets ramar bedöms motsvara Skede 1.

# 1 Bakgrund

Samhället behöver anpassas till de förändringar i klimatet som sker idag (exempelvis ökad nederbörd eller/och högre grundvattennivåer) och de förändringar som förväntas till följd av den globala uppvärmningen (SGI, 2013). I en utredning som SGI utfört för vissa typiska geologiska förhållanden i Sverige har det bedömts att stabiliteten kan försämrats med 5–30 % vid ökad nederbörd till följd av klimatförändringar (Länsstyrelsen i Stockholms Län, 2011).

Som en del av arbetet kring framtagandet av en ny översiktsplan har Sweco Sverige AB på uppdrag av Lidingö stad utfört en översiktlig klimatriskbedömning för bebyggd miljö på Lidingö. Översiktsplanen ska, enligt bestämmelser i Plan och bygglagen (PBL), lyfta risker för bebyggd miljö till följd av klimatrelaterade händelser. Resultat från detta arbete har presenterats i en separat rapport (Klimatanpassning i översiktsplan för Lidingö stad, 2022) och har bland annat identifierat markstabilitet avseende ras, skred och erosion som en av de framtida klimatrelaterade riskerna. Rapporten innehåller även översiktliga bedömningar kring vilka områden på Lidingö som har förutsättningarna för ras, skred och erosion utifrån den information som redovisas i diverse kartunderlag som har tagits fram bland annat av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Statens geotekniska institut (SGI) och Sveriges geologiska undersökning (SGU).

Som ett nästa steg har Lidingö stad valt att vidare utreda dessa områden med förutsättningar för ras, skred och erosion och göra en prioritering av vilka områden man bör arbeta vidare med i sitt fortsatta ÖP- och klimatanpassningsarbete.

## 2 Syfte

Arbetet syftar till att ge rekommendationer och förslag på områden som bör prioriteras vid fortsatta studier med hänsyn till ras, skred och erosion ur ett framtida klimatperspektiv.

För detta ändamål och mot bakgrund av första kapitlet i denna rapport har Sweco Sverige AB utfört en preliminär stabilitetskartering av de i tidigare skeden utpekade områdena.

## 3 Definitioner och underlag

I detta kapitel ges en kort beskrivning av de verktyg och definitioner som utgjort underlag till arbetet som presenteras i denna rapport.

### 3.1 Definitioner

Tabell 1 ger en kort beskrivning av de begrepp och definitioner som bedöms vara relevanta i uppdragets sammanhang.

Tabell 1. Begrepp och definitioner

Begrepp	Förklaring
Ras	Snabb massrörelse i jord eller berg. I ett ras rör sig de enskilda delarna fritt i förhållande till varandra under hela förloppet.
Skred	Ett skred är en massa av jord (lera och/eller silt), eller en del av en bergslänt som kommer i rörelse och som till en början är sammanhängande.
Förutsättning för skred	Förutsättningar för skred kan exempelvis finnas om släntlutningen i finkorniga jordar är tillräckligt stor och/eller slänten är hög. Det kan också skapas förutsättningar om slänten avlastas i sin nedre del, exempelvis genom schaktning eller erosion i ett vattendrag, eller vid ökad belastning på marken strax ovan slänten eller i släntens övre del, t.ex. genom byggnader, maskiner eller jordhögar.
Finjord	Den jordartsgrupp som huvudsakligen består av ler- och siltjordar.
Skjuvhållfasthet	Ett mått på finjordiga jordars skredbenägenhet. Ju högre skjuvhållfasthet desto större motstånd mot skred. Denna egenskap kan bestämmas både i fält och laboratorium.
Säkerhetsfaktor	Ett begrepp som ofta används i samband med stabilitetsberäkningar. Parametern används vid bedömning av stabilitetsförhållanden i slänter. Ju högre säkerhetsfaktor desto lägre risk för ras och skred.
Grovjord	Den jordartsgrupp som huvudsakligen består av grus- och sandjordar.
Friktionsvinkel	Ett mått på grovkorniga jordars rasbenägenhet. Ju högre värde på friktionsvinkel desto större motstånd mot ras. Denna egenskap kan bestämmas både i fält och laboratorium.
Initialskred/ras	Skred och ras som inträffar utan direkt mänsklig påverkan. Dvs. ras/skred som orsakas av ett mänskligt ingrepp beaktas ej som initialskred/ras.
Skredärr	Spår och störningar i jordlagren/marken på grund av tidigare inträffade skred.

## 3.2 Underlag

### 3.2.1 Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

MSB har genom åren utfört översiktliga stabilitetskarteringar åt landets kommuner för befintliga bebyggda områden. Karteringen redovisar de områden med otillfredsställande stabilitet mot ras och skred och där det finns behov av att utföra detaljerade utredningar. Avsikten är att karteringen ska utgöra ett stöd till kommunens riskinventering och att kommunen själv ska gå vidare och utföra detaljerade utredningar i områden med otillfredsställande stabilitet.

MSB:s karteringar utförs i två steg, genom förstudier och huvudstudier. Förstudier genomförs i syfte att avgränsa de områden som ska behandlas vidare i nästa skede (huvudstudie), där en mer detaljerad kartläggning utförs.

Metoder som används vid huvudstudier skiljer sig från varandra före och efter år 1997 (Länsstyrelsen i Stockholms Län, 2011).

I huvudstudier efter 1997 är karteringen indelad i två etapper – etapp 1a och etapp 1b. I etapp 1a karteras översiktligt stabilitetsförhållandena med avseende på jordart och topografi och i etapp 1b karteras stabilitetsförhållandena

översiktligt utifrån fältundersökningar, besiktningar och överslagsberäkningar i särskilt utvalda sektioner och eventuella tidigare utförda stabilitetsberäkningar.

I karteringsmodellen som används i huvudstudier före 1997 delas områdena in i zoner med olika stabilitetsförutsättningar baserade på jordart och topografiska förhållanden. Zonindelningen görs i tre zoner, stabilitetszon I, II och III. I denna utredning markeras endast områden, som tillhör stabilitetszon I, där det finns förutsättningar för skred och ras. Kriterierna för stabilitetszon I för områden med lera och silt/sand på lera är samma som angetts för etapp 1a.

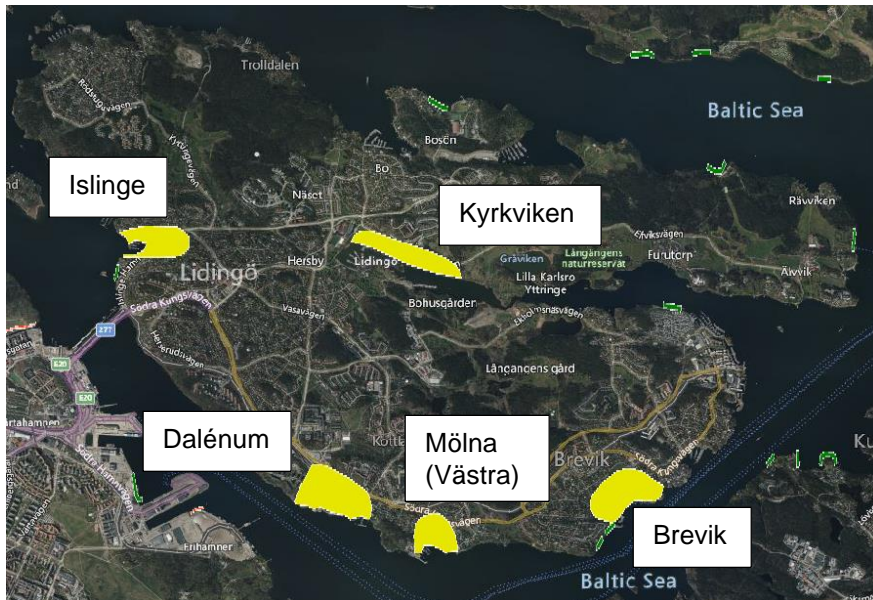
Kartan över stabilitetsförutsättningarna visar emellertid inte risken för skred och ras eftersom zonindelningen inte utgör något mått på säkerheten utan endast grundförutsättningarna (med hänsyn till jordart och marklutning) för att skred och ras kan inträffa (Länsstyrelsen i Stockholms Län, 2011). Detta innebär att definitioner ”risk för skred” och ”förutsättningar för skred” har olika betydelser. Med andra ord kan ett område med förutsättningar för ras och skred ej alltid beaktas som ett riskområde.

MSB har endast utfört en förstudie på Lidingö år 1996 och ingen stabilitetskartering har tagits fram i samband med förstudien, se Tabell 2.

Tabell 2. Sammanställning av stabilitetskarteringar utförda i Stockholms län (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2011)

Kommun	Stabilitetskartering		Kommentar
	Förstudie	Huvudstudie	
Botkyrka	1995	1995	
Danderyd	1996	-	Ej karterad
Ekerö	1995	1995	
Haninge	-	1996	
Huddinge	1995	1995	
Järfälla	1995	1995	
Lidingö	1996	-	Ej karterad
Nacka	1996	-	Ej karterad
Norrtälje	1996	1999	
Nykvarn	1997	1997	
Nynäshamn	1995	1995	
Salem	1997	1997	
Sigtuna	1997	1997	
Sollentuna	1996	-	Ej karterad
Soina	1996	1999	
Stockholm	1996	1999	
Sundbyberg	1996	1999	
Södertälje	1997	1997	
Tyresö	1996	-	Ej karterad
Täby	1996	-	Ej karterad
Upplands Bro	1997	1997	
Upplands	1995	1995	
Väsby			
Vallentuna	1996	1996	
Vaxholm	1996	-	Ej karterad
Värmdö	1996	-	Ej karterad
Österåker	1996	1999	

De i förstudien identifierade områdena har markerats med gul färg och redovisas i Figur 2. För de markerade områdena gäller principen att det inte kan säkerställas att stabiliteten är tillfredsställande utan här behöver mer detaljerade utredningar genomföras.



Figur 2. Områden med förutsättningar för ras/skred enligt uppgifter från MSB:s 1996 förstudie (underlaget hämtats från Länsstyrelsen Stockholms kartvisningstjänst).

### 3.2.2 Sveriges geologiska undersökning (SGU)

SGU har tagit fram ett kartunderlag som ger översiktlig information om förutsättningar för jordskred i fin- och grovkorniga jordar. Informationen är tänkt att användas i tidigt planeringsskede för att identifiera områden där skredfara kan förekomma och där ytterligare bedömningar/undersökningar kan behöva göras.

Informationen bygger på en beräkningsalgoritm (Tryggvason m.fl., 2014) som utifrån jordartstyp (enligt SGU:s produkt *Jordarter 1:25 000 - 1:100 000*), terrängmodell (Lantmäteriets nationella höjdmödel) och kritisk lutning ( $1:10 = 5,7$  grader = 10%) definierar markområden med finkornig jordart som har förutsättningar för jordskred. De områden som har förutsättningar för jordskred har i kartunderlaget markerats som aktsamhetsområden. Kartan visar inte risken eller sannolikheten för jordskred (SGU, 2014.) och bör användas tillsammans med "Riksöversikt finkorniga jordars skredbenägenhet" (SGU) som ger information om skredbenägenhet i olika delar av landet.

Ett lerlagars skredbenägenhet beror inte bara på marklutning, utan även på dess tekniska egenskaper. Metoden tar inte hänsyn till detta utan betraktar alla jordlager av viss jordartstyp (främst silt och lera) som skredkänsliga vid viss marklutning. Detta innebär att inom många av de identifierade aktsamhetsområdena är lerornas egenskaper sådana att någon risk för skred knappast föreligger, trots att lutningskriteriet är uppfyllt. Grundläggande geoteknisk/geologisk kompetens är nödvändig för att kunna tolka informationen på ett riktigt sätt (SGU, 2021).

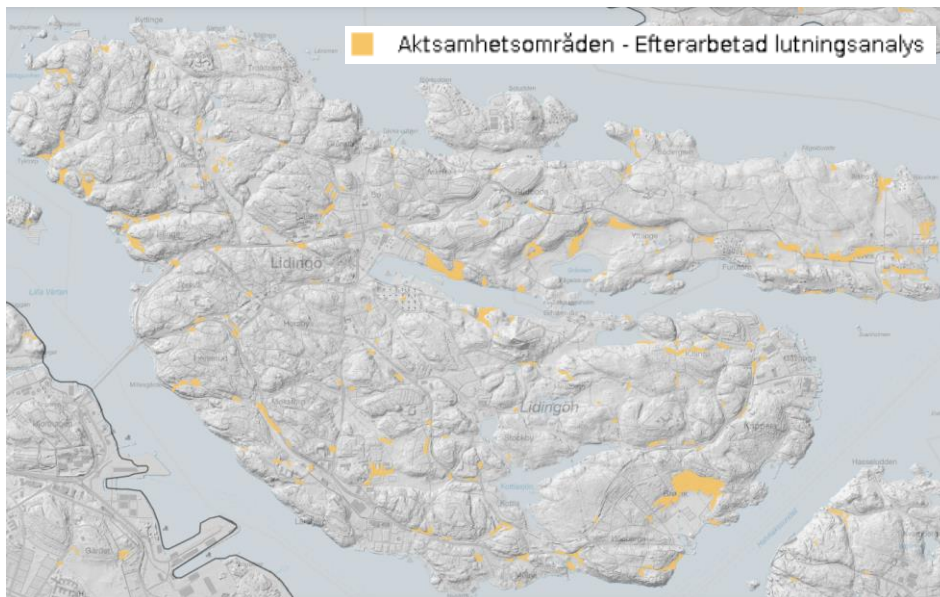
Någon hänsyn till slänthöjd har inte heller tagits i kartunderlaget. För många av de identifierade aktsamhetsområdena är slänthöjden så låg att endast mycket

begränsade skred kan uppstå. En marks skredkänslighet beror på många andra faktorer än jordart (enligt SGU:s jordartskarta) och marklutning. Lerans/siltens mäktighet, hållfastegenskaper och porvattentryck är av avgörande betydelse. Någon hänsyn till dessa faktorer har inte tagits i underlaget. Man får därför räkna med att produkten pekar ut ett stort antal akksamhetsområden där förutsättningar för skred och ras saknas eller är mycket begränsade, särskilt i områden/regioner där ler/siltjordarna generellt inte är skredbenägna (SGU, 2021).

I områden med kvicklera kan, å andra sidan, akksamhetsområdena vara underrepresenterade, eftersom skred i kvicklera kan inträffa vid marklutningar ned till ca 1:15 (=3,8 grader = 6,6%).

Erfarenhetsmässigt sker många jordskred som en följd av mänskliga ingrepp som byggnation, vägbankar, schaktningar och uppläggning av massor. Sådant kan försämra markstabiliteten så att skred även sker i flackare terräng.

SGU:s kartunderlag redovisar även information om förutsättningar för skred i finkorniga jordar vid strandnära områden. Batymetriska data (vattendjup) har inte använts i modelleringen baserad på lutningsanalys. Det betyder att strandnära mark där skredförutsättning finns pga. bottenlutning inte har kunnat identifieras och informationen bör tolkas försiktigt. Analysen bygger på att avstånd till närmaste strandlinje är minst 50 m, att området ligger under högsta kustlinjen (HK, högsta havsnivån sedan inlandsisen drog sig tillbaka) och att det inte är jordarten berg eller morän.



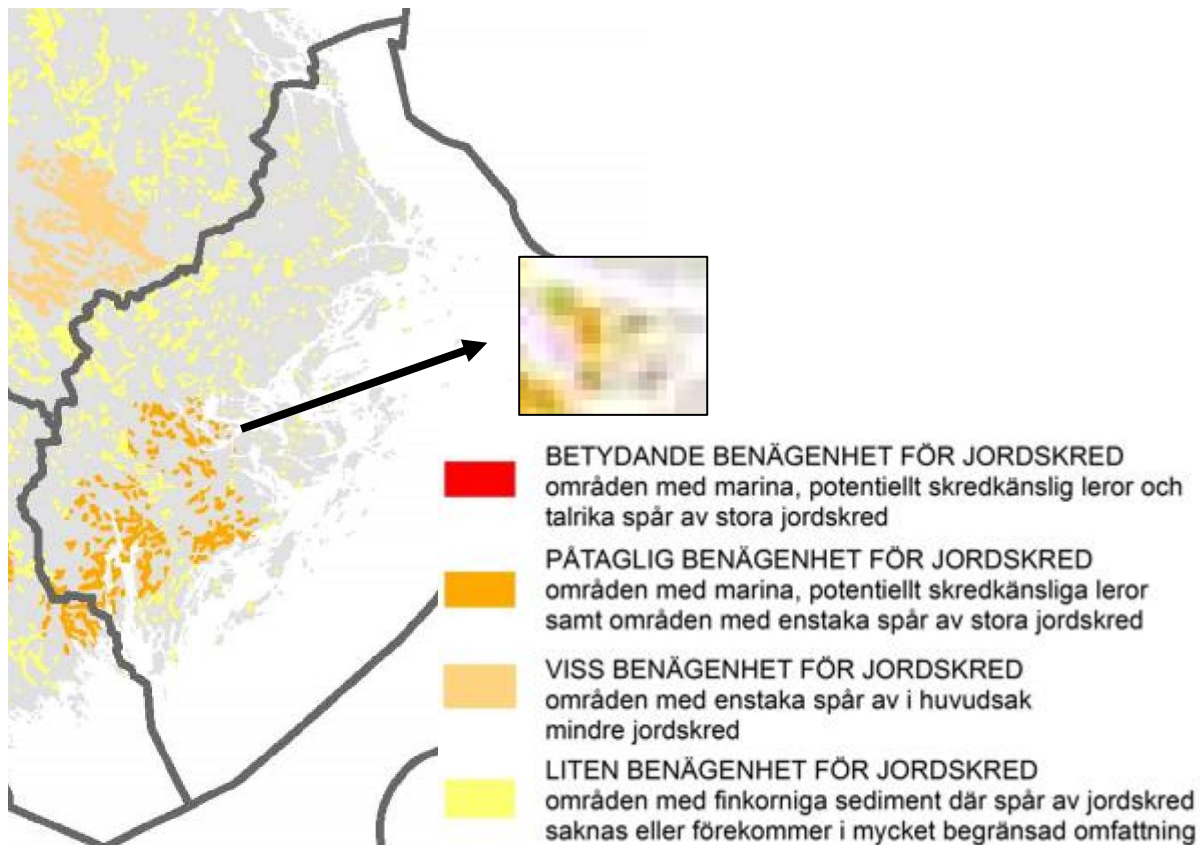
Figur 3. Utdrag från SGU: kartunderlag, förutsättningar för skred i finkornig jordart.

Överlapp mellan de underlag som redovisas i Figur 2 och Figur 3 är stort. Det vill säga SGU:s kartunderlag innefattar en stor del av de utpekade områdena som identifierats i MSB:s förstudie. Det bör dock noteras att området Dalénum ej klassats som ett akksamhetsområde i SGU:s kartunderlag.

Försök har, i det aktuella uppdragets sammanhang, gjorts att komplettera det ovannämnda underlaget med uppgifter från SGU:s *Riksöversikt finkorniga jordars skredbenägenhet*. Detta är ett bildunderlag som har tagits fram 2015 och innehåller en i stort sett rikstäckande, översiktlig bedömning av finkorniga



jordars benägenhet för jordskred. Finns endast som bild, ej som kartunderlag i kartvisningstjänsten. Bedömningen utgår ifrån jordart (enligt SGU:s översiktliga jordartskarta i skala 1:1 miljon), förekomst av spår av inträffade jordskred samt en översiktlig geologisk bedömning av de finkorniga jordarnas avsättningsmiljö. Det bör dock påpekas att det inte är möjligt att använda kartan för att göra platsspecifika bedömningar av sannolikheten för skred. Upplösning av underlaget är låg vilket försvårar möjligheten att studera materialet till önskad nivå. Dock verkar leror som förekommer i områden Dalénum och Brevik att ha benämnts som påtaglig benägen för jordskred, se Figur 4.



Figur 4. Utdrag från SGU:s bildunderlag, Riksöversikt finkorniga jordars skredbenägenhet.

### 3.2.3 Länsstyrelsen Stockholm

Länsstyrelsen Stockholm hänvisar, via sin digitala kartvisningstjänst, till det kartunderlag/förstudie som MSB har utfört 1996. Detta underlag bedöms ej vara ett särskilt nytt kartunderlag avseende ras, skred eller erosion utan bedöms innefatta resultaten av MSB:s förstudie från 1996.

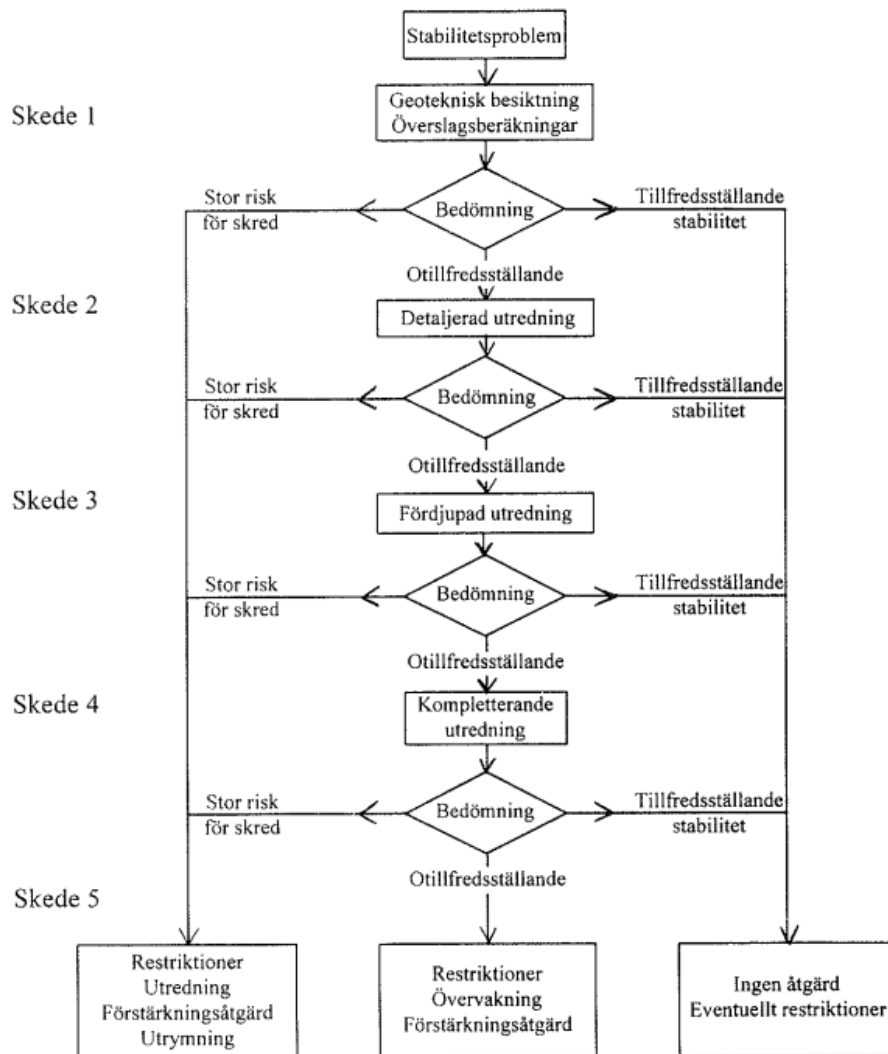
Länsstyrelsen Stockholm har däremot tillsammans med SGI och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), genomfört en översiktlig inventering av områden med risk för naturolyckor i dagens och framtida klimat (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2011). Med utgångspunkt från tidigare utredningar och aktuella uppgifter från kommunerna har områden i Stockholms län identifierats där det finns förutsättningar för naturolyckor samt områden där det tidigare inträffat skred och ras.



### 3.2.4 Skredkommissionens skrifter

Skredkommissionen är en IVA-kommission (Ingenjörsvetenskapsakademien) och bildades 1988 som har till uppgift att initiera och samordna forskning samt sprida information rörande släntstabilitet, jordskred och metoder för förebyggande åtgärder.

I rapport 3:95 – Anvisningar för släntstabilitetsutredningar har skredkommissionen tagit fram ett förslag till en generell arbetsgång vid stabilitetsutredningar som redovisas i Figur 5.



Figur 5. Arbetsgång vid utredning av en slänts stabilitet (Skredkommissionen, 1995).

I Figur 5 används begreppen "tillfredsställande stabilitet", "otillfredsställande" och "stor risk för skred".

Med "stabil" avses här att man beräkningsmässigt uppnår erforderlig säkerhet eller att man med hjälp av den geotekniska besiktningen klart kan avgöra att inga stabilitetsproblem föreligger.

Med ”stor risk för skred” avses den situation som råder då bedömningar på plats eller beräkningar visar att stabiliteten är dålig och man bedömer att skred kan vara omedelbart förestående.

Med ”otillfredsställande” avses övriga stabilitetssituationer där man funnit att säkerhetsfaktorn är otillfredsställande eller då man inte slutgiltigt kan ta ställning i säkerhetsfrågan utan inhämtande av ytterligare fakta om de rådande geotekniska förhållandena i området.

I tidiga skeden (geoteknisk besiktning eller detaljerad utredning) måste man kräva mycket klara fall för att bedömningen skall bli ”stabil” eller ”stor risk för skred” (Skredkommissionen, 1995).

## 4 Arbetsmetodik och begränsningar

### 4.1 Arbetsmetodik

Arbetet som redovisas i denna rapport har indelats i och utförts med hjälp av olika arbetsmoment enligt följande upplägg:

1. **Inläsning/sammanställning av underlag** – Information som hittats i de kart- och rapportunderlag som ges i Kapitel 3 har sammanställts och redovisats tillsammans med ett preliminärt förslag på områden som bör prioriteras/vidare utredas.
2. **Samråd med Lidingö stad** – Det preliminära förslaget har presenterats till Lidingö stad och omfattning av utredningen har preciserats utifrån tidigare erfarenheter, kommentarer och åsikter som har framkommit i detta skede. Följande områden som redovisas i Figur 6 har valts att detaljstuderas i detta uppdrag:
  1. **Dalénum** - Dalénum har tidigare varit AGA:s fabriks- och kontorslokaler som har under åren förvandlats till ett stort bostadsområde där delar av den gamla industribebyggelsen integreras i det nya.
  2. **Mölna (Västra)** – Området exploaterats för bostadsändamål och är ett villaområde mellan stadsdelarna Dalénum och Brevik.
  3. **Brevik** - Brevik består av höglänta bostadsområden i norr som sluttar i en sydlig riktning mot Breviks IP.
  4. **Ekholsnäs** – Ett relativt mindre bostadsområde i östra Lidingö som avgränsas av Slånärsvägen i syd, Björkhagsstigen i norr, dagvattendammen/grus idrottsplanen i öst och Ekholsnäsvägen i väst.
  5. **Kyrkviken** – Delar av Kyrkviken som begränsas av Lidingö kyrka i syd, Lidingövallen i öst samt bostadsområden i norr.
  6. **Islinge** – Området omfattas av Islinge hamn och det höglänta bostadsområdet norr om Islinge hamn.



Figur 6. Omfattning av uppdraget, preciserat i samråd med Lidingö stad.

3. **Genomgång av arkivmaterial/befintligt geotekniskt underlag** – En arkivstudie har initierats för att sammanställa och studera de geotekniska underlag som har tagits fram vid tidigare utförda undersökningstillfällen. Det finns relativt omfattande underlag både i fysiskt och digitalt format i Lidingö stadsarkiv. Dessa bedöms kunna utgöra underlag vid fortsatta detaljerade stabilitetsutredningar. I och med att denna rapport är översiktlig samt underlaget med stor sannolikhet är mycket omfattande har detta arbetsmoment nedprioriterats i samråd med Lidingö stad.
4. **Geoteknisk besiktning** – De områden som presenterats i steg 2 av detta avsnitt har besiktats av geotekniker enligt anvisningar i Skredkommissionens rapport 3:95. Utförda besiktningar bedöms motsvara skede 1 i den metodik som beskrivs i rapporten (se Figur 5). Den geotekniska besiktningen görs för att samla in fakta om slänter/stödkonstruktioner och ge underlag för det fortsatta undersöknings- och utredningsarbetet.

Vid den inledande okulärbesiktningen av ett område som bedöms ha förutsättningar för skred bör följande noteras speciellt:

- Indikationer på rörelser i området, som sprickor i de ytliga jordlagren eller i byggnader samt lednings- eller kabelbrott
- Förekomst av skredärr
- Erosionsförhållanden i vattendrag
- Framsipprande vatten i slänt(er)
- Vegetationens sammansättning, trädens lutning och ålder, spår av avverkning
- Om befintlig bebyggelse eller anläggningar är hotade
- Fyllningar, upplag, soptippar, gödselstackar eller andra mänskliga åtgärder som innebär pålastning och/eller infiltration av kemiska ämnen

5. **Rapportering** – Sammanställning av information tillsammans med slutsatser och rekommendationer i denna rapport.

## 4.2 Begränsningar

För en effektivare hantering av både tiden och de tilldelade resurserna i uppdraget har arbetets omfattning begränsats utifrån nedanstående förutsättningar:

- Arbetet fokuserar enbart på ett begränsat antal bebyggda områden på Lidingö och är således ej uttömmande. Dvs. områden med förutsättningar för skred utanför bebyggda miljöer har ej studerats i uppdragets sammanhang (exempelvis Elfviksvägen i östra Lidingö som också har förutsättningar för skred). Konsekvenserna av en eventuell händelse i bebyggd miljö har utgjort utgångspunkt för denna prioritering.
- Arbetet beaktar enbart stabilitetsförhållanden i finkorniga jordar (dvs. lera). Jordarter av fastare karaktär (exempelvis morän och friktionsjordar allmänt) omfattas således inte av uppdragets ramar.
- Denna rapport har tagits fram ur en initialskredsynvinkel; dvs. stabilitetsförhållanden i befintliga slänter/bebyggelser. Skred som eventuellt kan härstamma från framtida mänskliga aktiviteter (exempelvis schakt- och fyllningsarbeten) har, med andra ord, inte beaktats.
- Inga geotekniska undersökningar har utförts i samband med aktuellt arbete.
- SGI har under mars 2023 publicerat ett nytt vägledningsdokument (Vägledning 8 – Utredning av släntstabilitet) avseende stabilitetsutredningar. Detta underlag har inte beaktats då det publicerades i senare delen av uppdraget.

## 5 Geoteknisk besiktning

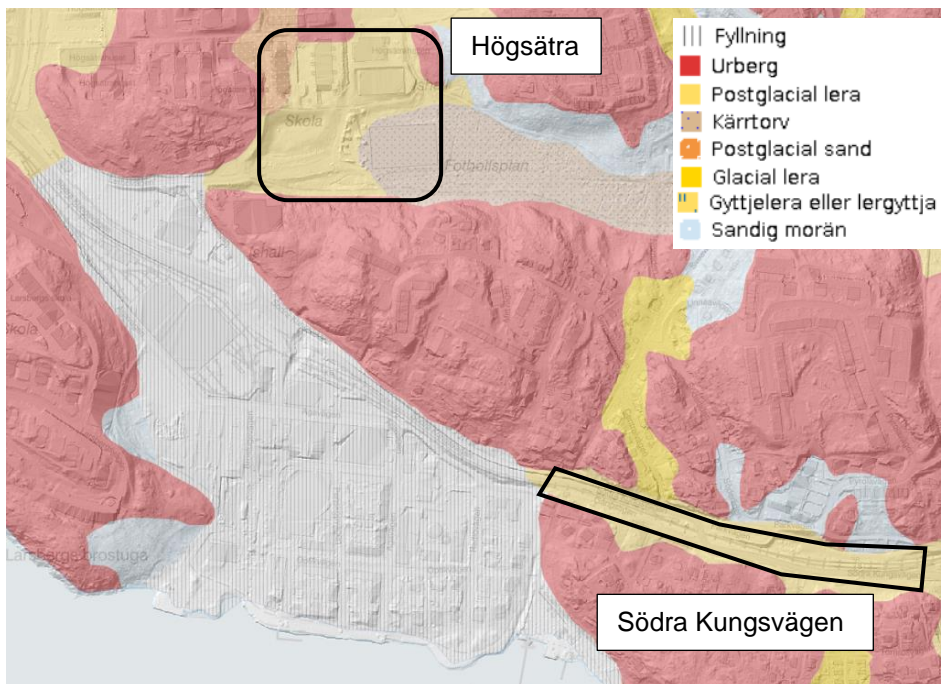
### 5.1 Geologiska förhållanden

#### 5.1.1 Dalénum (inkl. Högsätra och delar av Södra Kungsvägen)

Marken utgörs enligt SGU:s jordartskarta huvudsakligen av fyllning på lera som förmodligen underlagras av friktionsjord vilande på berg. Lermäktigheten kan enligt uppgifter från SGU:s jorddjupskarta uppgå till 10 m.

I delar av Högsätra som ingick i detta uppdrag (se Figur 7) består marken enligt SGU:s jordartskarta huvudsakligen av lera. Leran bedöms underlagras av friktionsjord vilande på berg. Lermäktigheten kan, enligt jorddjupskartan, ställvis uppnå 20 m. Söder om ishallen samt söder om Högsätra skolområdet förekommer jordslänter som besiktats i detta uppdrag.

Södra Kungsvägen angränsar Dalénum i öst. Här består marken enligt jordartskartan av lera vars mäktighet som mest uppgår 3 m. Höjdskillnaden längs med Kungsvägen hanteras i dagsläget med hjälp av en stödmur.

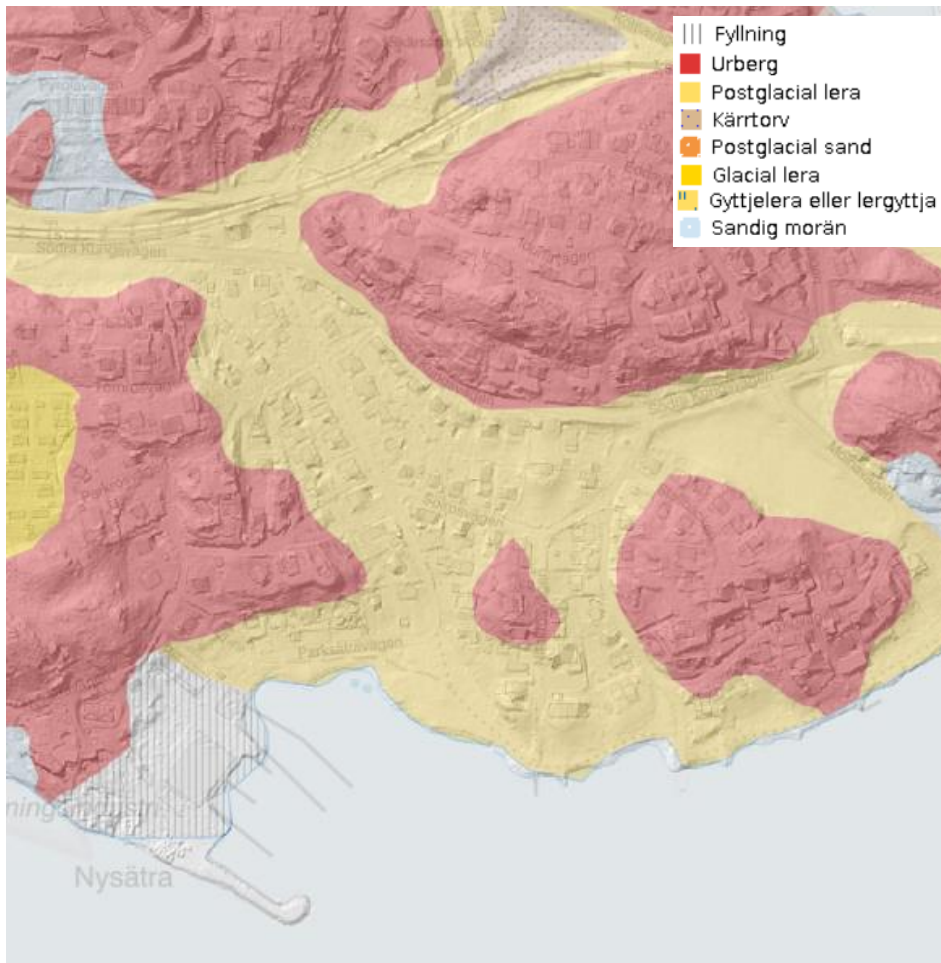


Figur 7. Geologiska förhållanden i Dalénum (Källa: SGU:s jordartskarta).

### 5.1.2 Mölna (Västra)

Delar av Mölna som, enligt de studerade underlagen, bedöms att ha förutsättningar för skred innefattar ett villaområde och består per definition av lera. Enligt uppgifter från jorddjupskartan bedöms lermäktigheten ställvis uppnå 5 m.

En stor del av höjdskillnaderna i västra Mölna hamnar inom privatmark vilket ej varit tillgänglig för besiktning vid besiktningstillfället.



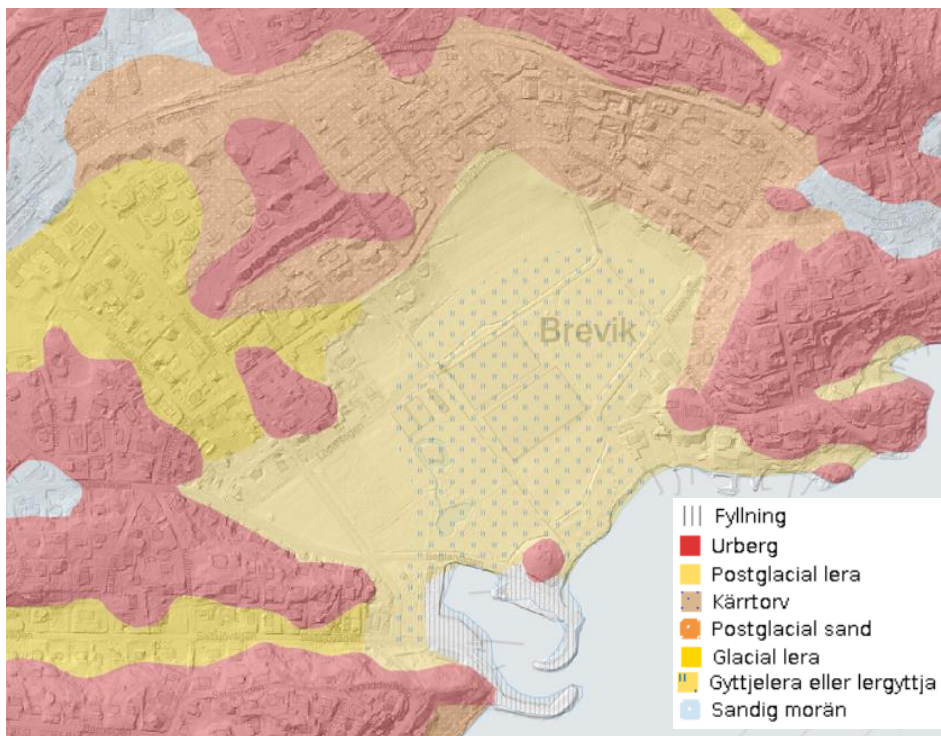
Figur 8. Geologiska förhållanden i Mölna (Västra) (Källa: SGU:s jordartskarta).

### 5.1.3 Brevik

Området Brevik utgörs av villaområden i nordväst, norr och nordost. Marken i områdets nord och nordostliga delar utgörs, enligt jordartskartan, huvudsakligen av sand medan marken i nordväst består generellt av lera. Jorddjupskartan indikerar att djup till berg varierar mellan 1–3 m under markytan och marknivåerna är generellt högre i norr jämfört med områdets mellersta och sydliga delar.

En jordslänt som består av lera förekommer mellan bostadsområden i norr och områdets låglänta delar runt Breviks IP. Söder om Breviks IP är marken relativt plan och utgörs huvudsakligen av gyttjelera/lergyttja.



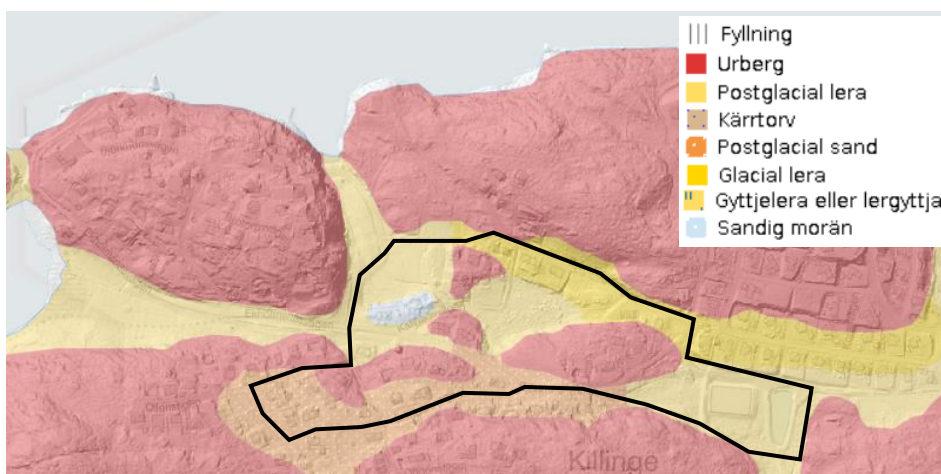


Figur 9. Geologiska förhållanden i Brevik (Källa: SGU:s jordartskarta).

### 5.1.4 Ekholmsnäs

Delar av Ekholmsnäs som ingår i detta uppdrag avgränsas av Slånbärsvägen i syd, Björkhagsstigen i norr, dagvattendammen/grus idrottsplanen i öst och Ekholmsnäsvägen i väst, se Figur 10.

Området kan klassas som ett bostadsområde där marknivåerna i syd är relativt högre än norr. Enligt jordartskartan består marken huvudsakligen av ett tunt lager (1–3 m) av sand (i syd) och lera (i norr och väst). Berg i dagen förekommer ställvis.

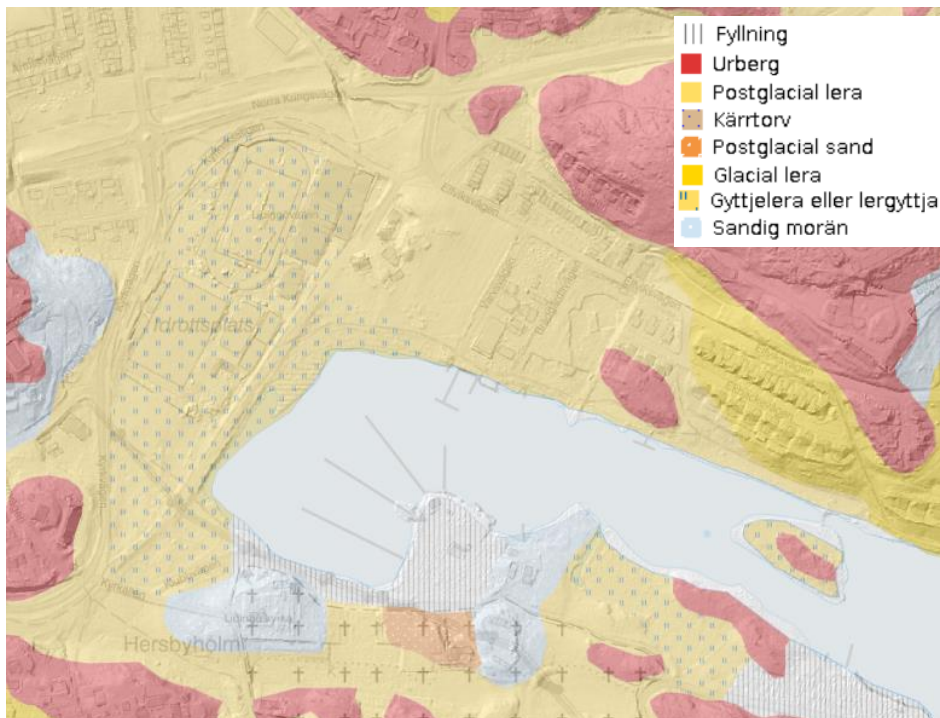


Figur 10. Geologiska förhållanden i Ekholmsnäs (Källa: SGU:s jordartskarta).



### 5.1.5 Kyrkviken

I Kyrkviken utgörs marken huvudsakligen av lera och gyttjelera. Lermäktigheten bedöms vara störst i väst och norr som varierar mellan 5–10 m. Med undantag av bostadsområdet i nordost (längs med Ekbackevägen samt Björnbo) är marken relativt plan.

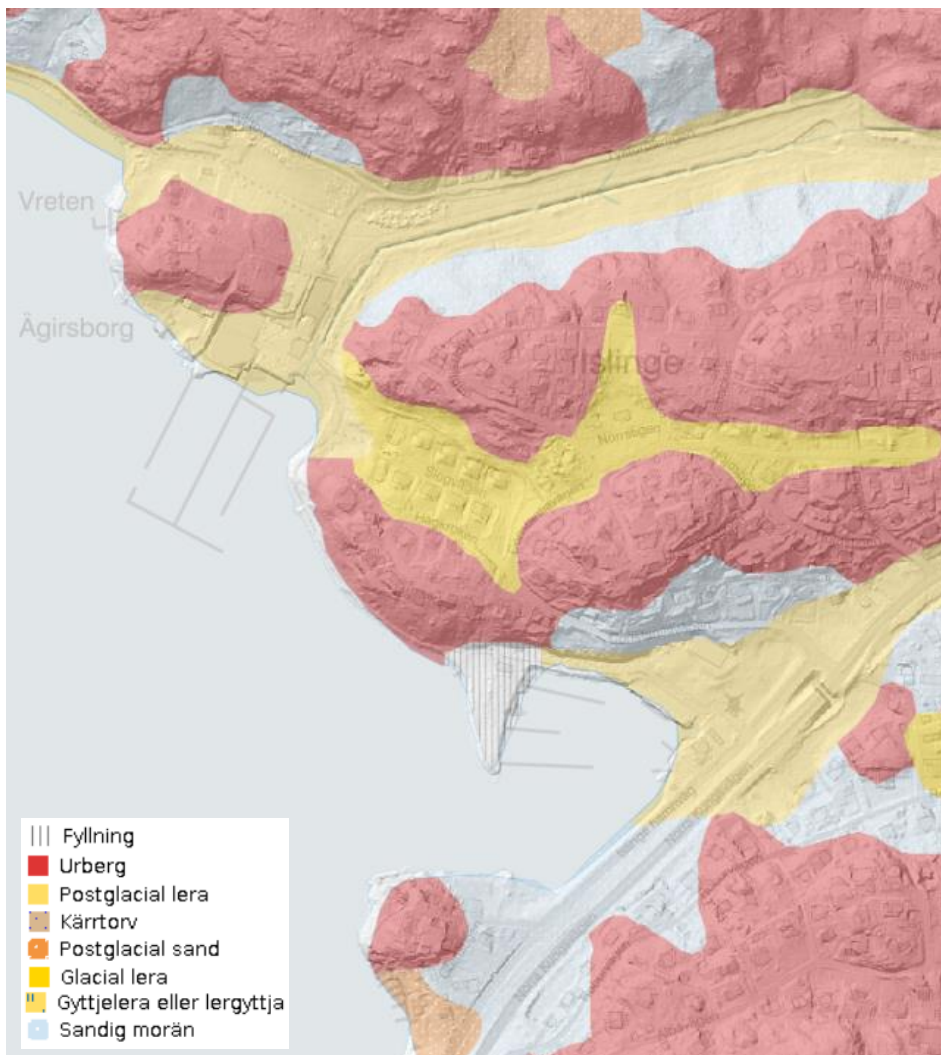


Figur 11. Geologiska förhållanden i Kyrkviken (Källa: SGU:s jordartskarta).

### 5.1.6 Islinge

Stora delar av marken i Islinge består huvudsakligen av berg i dagen och bergslänter. Lera har sedimenterats i områdets låglänta delar (mellan bergslänterna). Lermäktigheten varierar mellan 1–3 m och kan ställvis uppnå 5–10 m enligt jorddjupskartan.

I områdets mellersta delar ligger ett bostadsområde som också utgör en lokal högpunkt. Härifrån sluttar marken i en sydlig (mot Islinge hamn) samt västlig riktning och utgörs av både jord- och bergslänter.

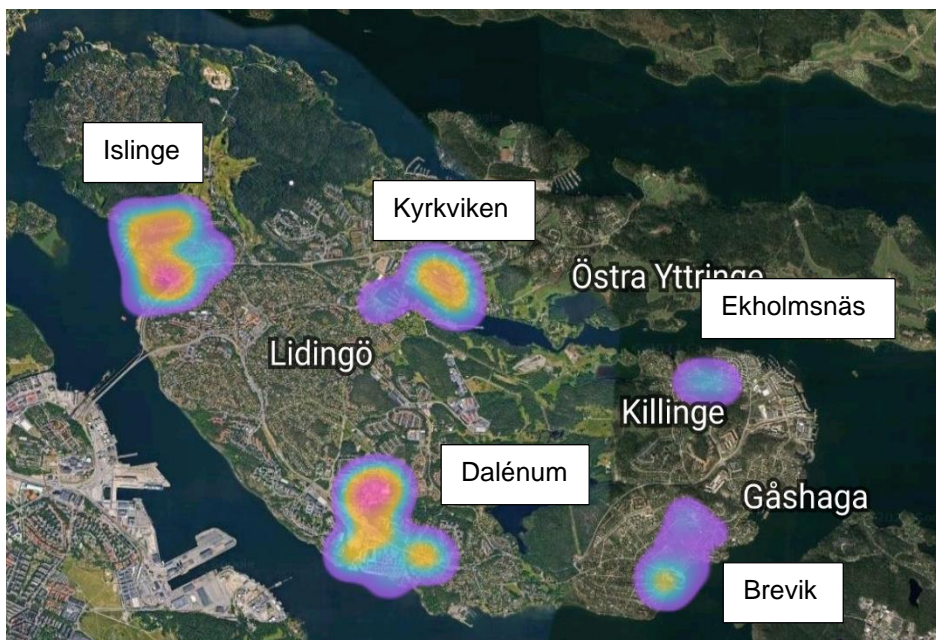


Figur 12. Geologiska förhållanden i Islinge (Källa: SGU:s jordartskarta).

## 5.2 Platsbesök

Geoteknisk besiktning av områdena Dalénum, Brevik, Ekholmsnäs, Kyrkviken och Islinge har utförts av geotekniker enligt anvisningar i avsnitt 4.1 (punkt 4). Besiktningar har utförts 2023-08-01 samt 2023-08-04 och fotodokumenterats. Besiktningarnas omfattning redovisas i Figur 13. De områden som utifrån kartunderlagen bedöms att ha förutsättningar för ras, skred och erosion har prioriterats i besiktningen.

Besiktning av Mölna (Västra) har utgått pga. begränsad framkomlighet då en stor del av höjdskillnaderna hamnar inom privattomter.



Figur 13. Omfattning av de geotekniska besiktningarna.

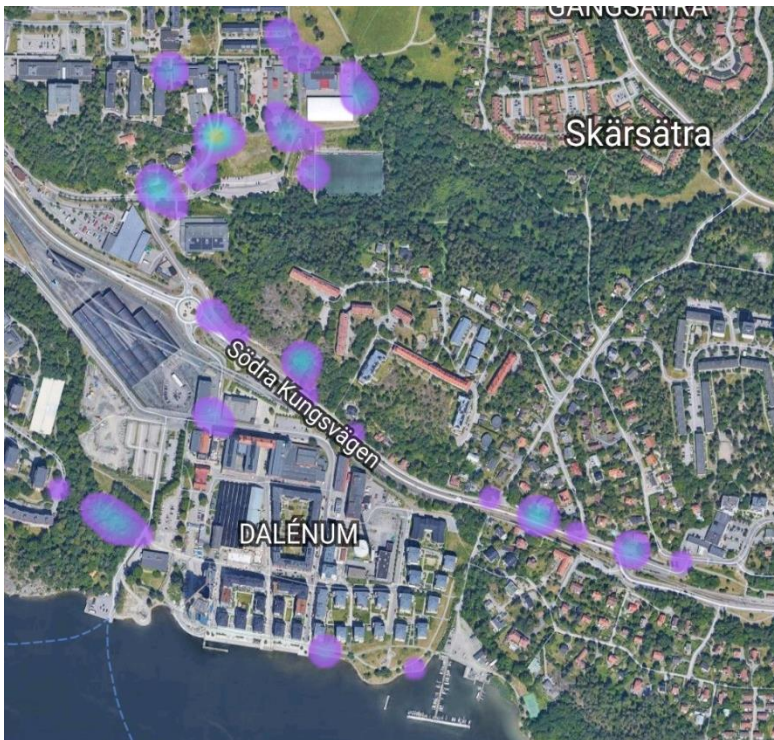
### 5.2.1 Dalénum (inkl. Högsätra och delar av Södra Kungsvägen)

Besiktningens omfattning redovisas i Figur 14 och består av Dalénum i syd, Högsätra i norr samt delar av Södra Kungsvägen i öst.

I samband med byggnation av nya bostäder har marken i området uppfyllts och topografin har planats ut, se Figur 15.

Det bör påpekas att Dalénum ej har klassats som ett akksamhetsområde i det kartunderlag som har tagits fram av SGU.



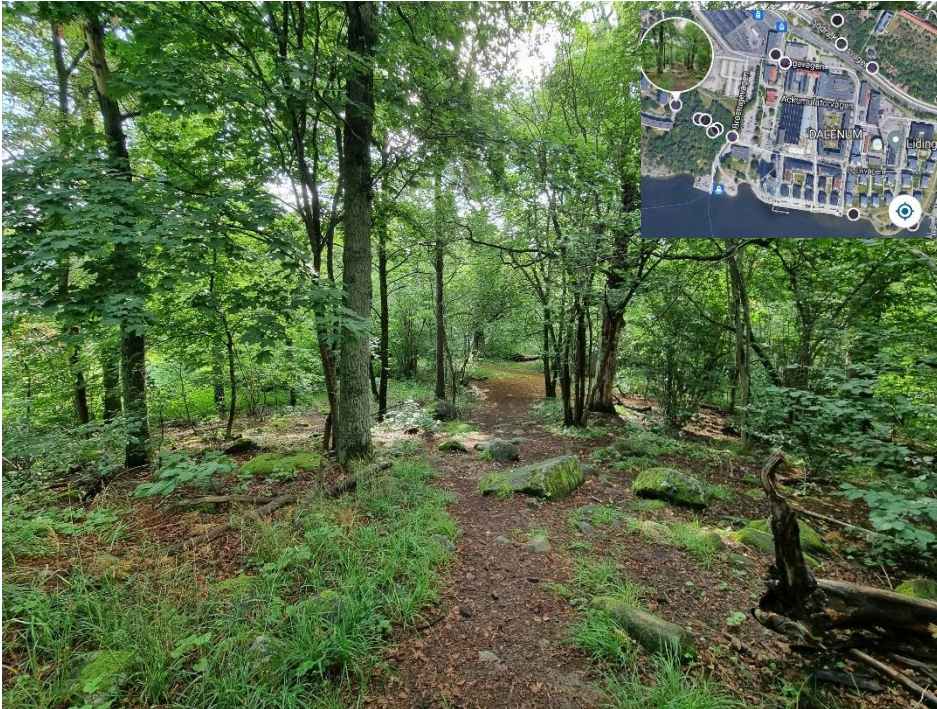


Figur 14. Omfattning av de geotekniska besiktningarna utförda i Dalénium. I figuren visas enbart områden med fotodokumentation.



Figur 15. Bostadsområdet i Dalénium med plana topografiska förutsättningar.

Platsbesöket har inletts med besiktning av slänten som förekommer i Dalénums direkta närhet i väst, se Figur 16. Slänten bedöms bestå av ett tunt jordtäckte och block har ställvis påträffats. Ytbeskaffenheten utgörs av träd och vegetation som är gynnsamt för stabiliteten. Slänten visar idag inga indikationer för bristfällig stabilitet.



Figur 16. Slänt med tunt jordtäckte i västra Dalenum.

Norr om Dalénum förekommer området Högsätra där marken huvudsakligen består av lera enligt jordartskartan. Områdets norra delar (Högsätra skolområde och ishallen) har högre marknivåer i jämförelse med marken vid Högsätra BP vilket i sin tur ger form till två jordslänter av lera i området.

Höjdskillnader i skolområdet har i stort sett hanterats med hjälp av stödkonstruktioner. Skolområdet kunde ej besiktigas i sin helhet pga. begränsad framkomlighet men visar inga indikationer på skador eller bristfällig stabilitet i de delar där en okulär besiktning av stödkonstruktioner varit möjligt.

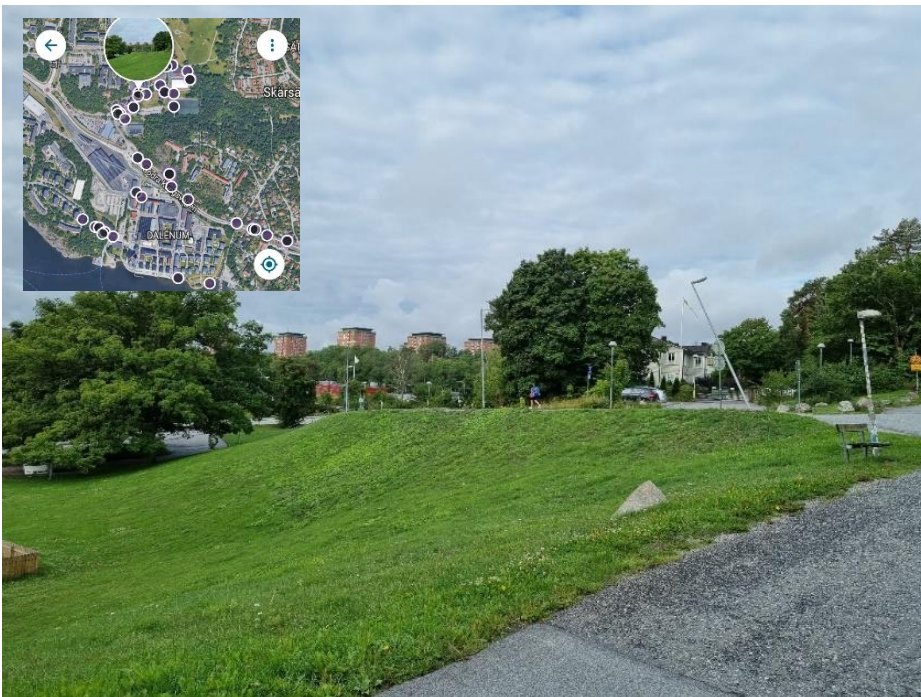
Jordslänten som ansluter det höglänta skolområdet till de låglänta delarna i söder visar inte heller några indikationer som tyder på bristfällig stabilitet. Marken i slänten bedöms bestå av lös lera med låg bärförmåga eftersom en av ljusstolparna här visade tecken på bärighetsproblematik, se Figur 17 och Figur 18.

Söder om ishallen förekommer en jordslänt av relativt mindre storlek, se Figur 19. Enligt relationshandlingar och underlag från Lidingö stadsarkiv har ishallen grundlagts med pålar som ej bedöms att medföra någon last i släntrönet. Ytbeskaffenheten i slänten utgörs av grästäckta ytor och slänten visar inga indikationer på bristfällig stabilitet.



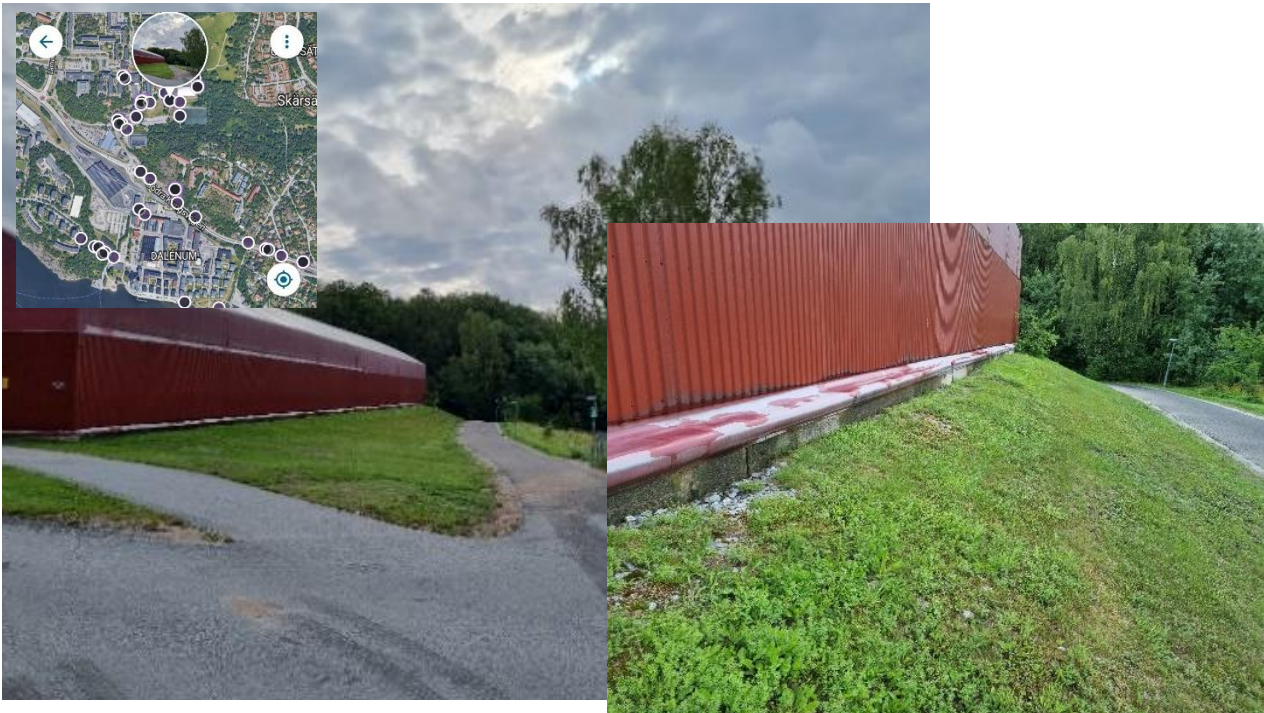


Figur 17. En ljusstolpe visar tecken på bärighetsproblematik vid släntkrön i söder om Högsätra skolområde.



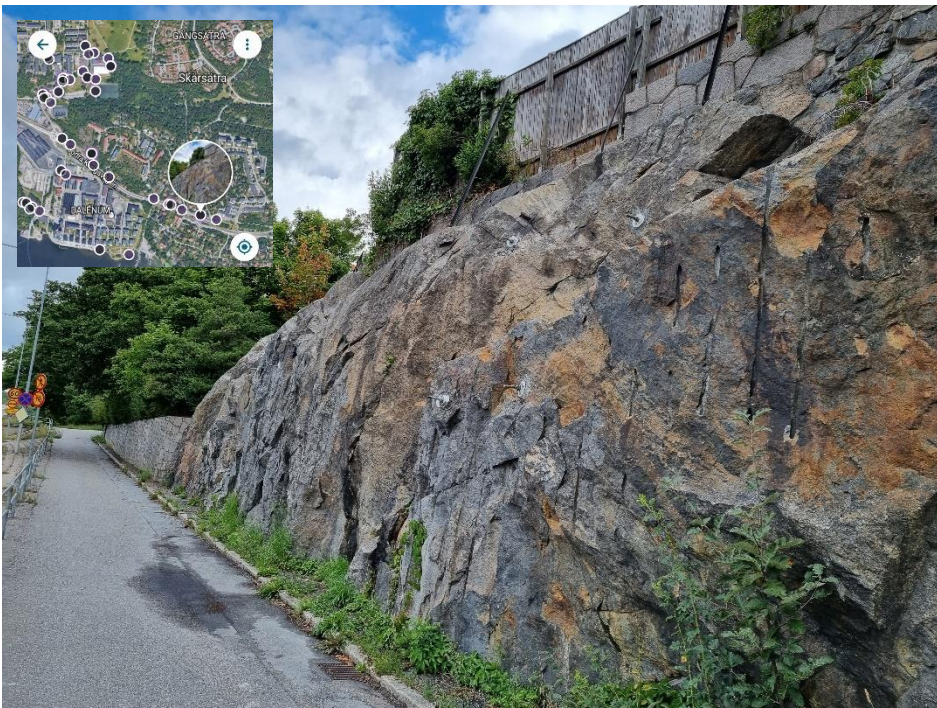
Figur 18. Lerslänt i Högsätra.





Figur 19. Ishallen i Högsåtra tillsammans med den intilliggande slänten.

Delar av Södra Kungsvägen som ansluter sig till Dalénum i öst ingick också i den geotekniska besiktningen. Längs med denna sträcka förekommer omfattande höjdskillnader mellan S:a Kungsvägen och bostadsområdet som ligger norr om vägen i områdets höglänta delar. Här förekommer ställvis branta bergslänter (se, Figur 20) och höjdskillnaden har hanterats med hjälp av stödkonstruktioner. Bergslänten har förstärkts med bultar, se Figur 20.



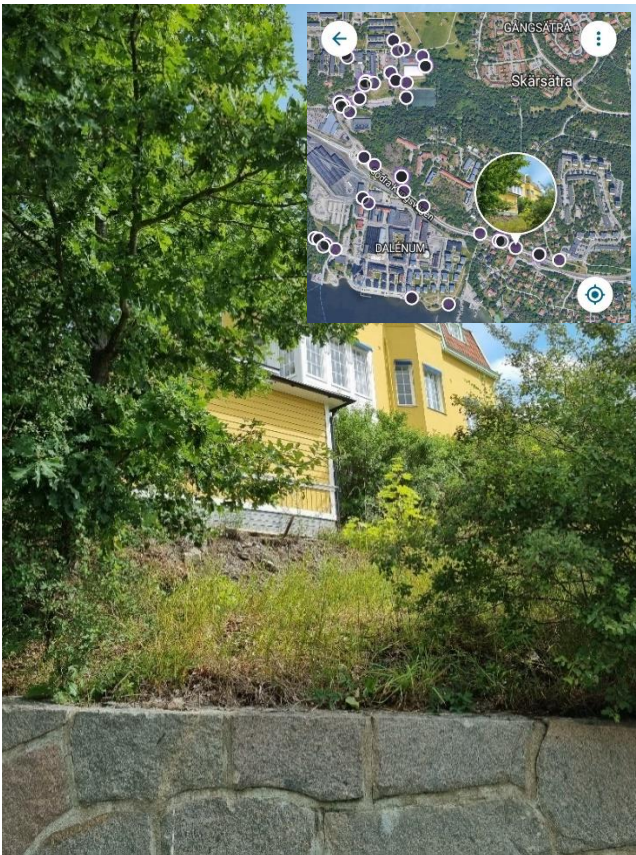
Figur 20. Bergslänt vid Södra Kungsvägen. Slänten har förstärkts med bultar.



Stödmuren som förekommer längs med (norr om) S:a Kungsvägen visar idag inga tecken på skador och mothåller en jordslänt vars fot har samma höjdnivå som överkantstödmur, se Figur 21 och Figur 22. Denna slänt kunde ej besiktas till önskad nivå pga. vegetationstäcket och begränsad framkomlighet. I de delar av slänten där vegetationstäcket saknas syns tecken på erosionsskador, se Figur 22.



Figur 21. Stödmur längs med S:a Kungsvägen.



Figur 22. Stödmur längs med S:a Kungsvägen. Slänten ovan visar tecken på erosionsskador.

I de delar där S:a Kungsvägen och GC-banan befinner sig på olika nivåer har höjdskillnaden hanterats med hjälp av korta stödmurar. Stödmuren saknas helt på en sträcka som är ca 25 m lång. Här förekommer en jordslänt där släntfoten hamnar inom vägområdet och riskerar hindra trafiken vid minsta rörelser som eventuellt kan orsakas av bristfällig stabilitet. Räckets som separerar GC-banan från S:a Kungsvägen har drabbats av sättningsskador alt. rörelser i släntkrön, se Figur 23 och Figur 24.



Figur 23. I delar av S:a Kungsvägen saknas stödmuren helt och släntfoten hamnar inom vägområdet. Räckets på släntkrönet har satt sig (Källa: Google maps).



Figur 24. Räckets mellan GC-vägen och S:a Kungsvägen har drabbats av sättningsskador alt. rörelser i släntkrön.



Platsbesöket har avslutats med besiktning av strandnära områden i söder. Utmed strandlinjen har erosionsskydd lagts ut. Varken stranden eller kajen längs med kustlinjen visar indikationer på bristfällig stabilitet.



Figur 25. Erosionsskydd längs med strandlinjen i södra Dalénum.

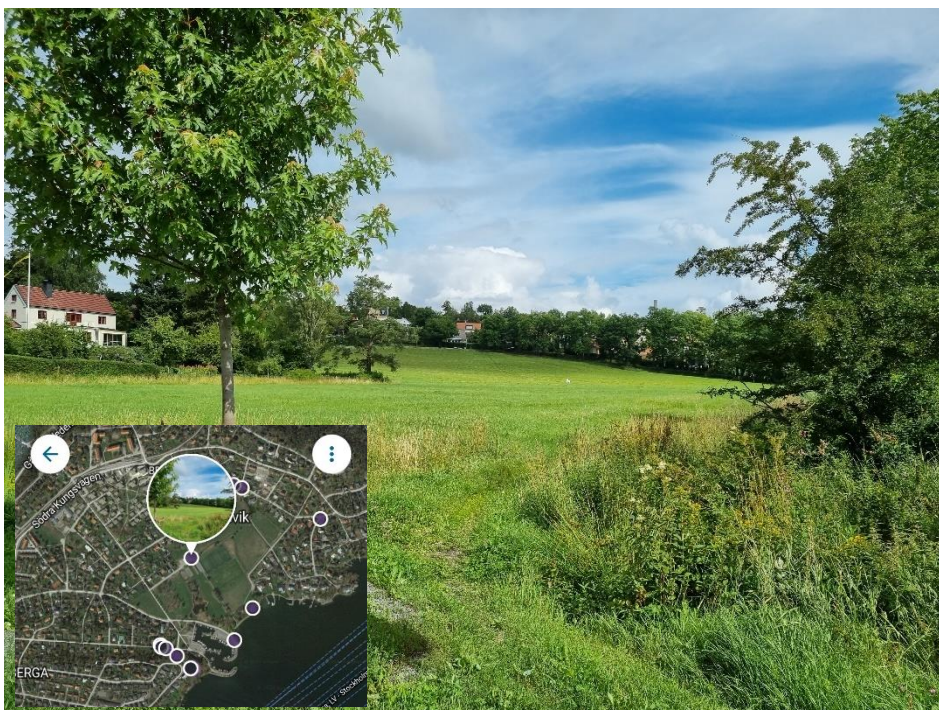
## 5.2.2 Brevik

Brevik består av höglänta bostadsområden i norr som sluttar i en sydlig riktning mot Breviks IP där marken är plan och består huvudsakligen av lera. Mellan bostadsområden i norr och idrottsplanen i mitten förekommer en lerslânt. Här utgörs ytbeskaffenheten av grästäckta ytor, se Figur 27. Denna slânt visar inga indikationer på bristfällig stabilitet.

Dessutom förekommer en slânt i områdets sydvästra delar (väster om båthamnen, se Figur 26). Enligt uppgifter från jordartskartan består slântan eventuellt av lera. Slântan är gräsklädd och inga tecken på bristfällig stabilitet kunde konstateras vid besiktningstillfället, se Figur 28.



Figur 26. Omfattning av de geotekniska besiktningarna i Brevik. I figuren visas enbart områden som har fotodokumenterats.



Figur 27. Lerslänt som förekommer norr om Breviks IP.

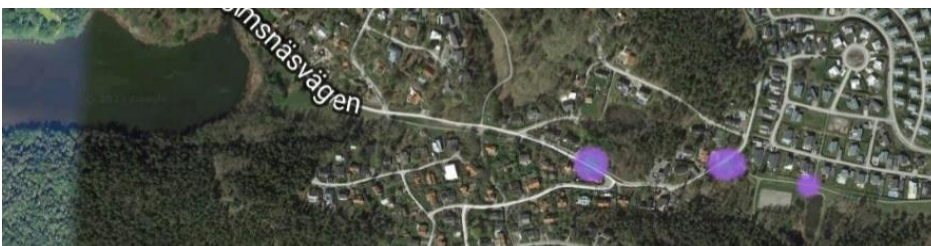




Figur 28. Jordslänt som förekommer i Breviks sydvästra delar.

### 5.2.3 Ekholmsnäs

Delar av Ekholmsnäs som har besiktats består av ett litet villaområde som avgränsas av Slånärsvägen i syd, Björkhagsstigen i norr, dagvattendammen/grus idrottsplanen i öst och Ekholmsnäsvägen i väst. En stor del av höjdskillnaderna hamnar inom privattomter i området som inte var tillgängliga vid besiktningstillfället. Ytbeskaffenheten består generellt av hårdgjorda ytor av asfalt och vegetationstäckte. Området visar i dagsläget inga tecken på bristfällig stabilitet.



Figur 29. Omfattning av de geotekniska besiktningarna i Ekholmsnäs. I figuren visas enbart områden med fotodokumentation.

### 5.2.4 Kyrkviken

Den geotekniska besiktningen har i stor omfattning fokuserat på bostads- och villaområden som förekommer i öst, se Figur 30.

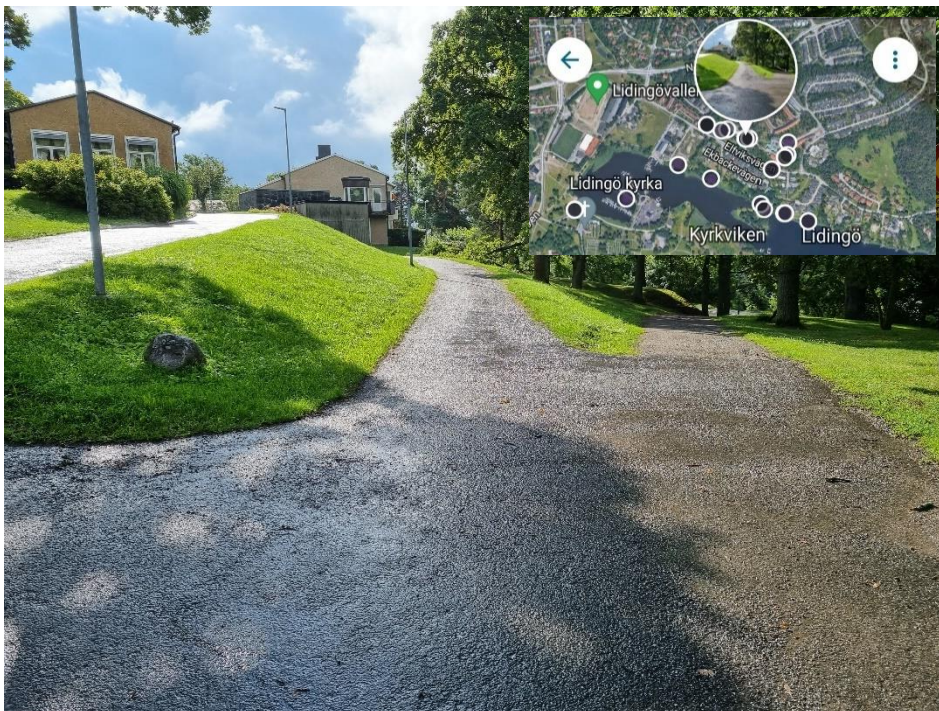
Platsbesöket har inletts med besiktning av flerbostadshusområdet i Björnbo (norr om Elfviksvägen). Ytbeskaffenheten i området består generellt av grästäckta slänter och hårdgjorda ytor av asfalt, se Figur 31. Berg i dagen förekommer i området. Utifrån uppgifter från jordartskartan utgörs slänterna i



området ställvis av lera. Området visar i dagsläget inga tecken på otilfredsställande stabilitet.



Figur 30. Omfattning av de geotekniska besiktningarna i Kyrkviken. I figuren visas enbart områden med fotodokumentation.



Figur 31. Markförhållanden i bostadsområdet Björnbo i Kyrkviken.

Villaområdet vid Ekbackevägen har besiktigats som nästa steg. Här förekommer relativt stora jordslänter norr om Boholmen längs med vattnet. Slänterna bedöms utgöras av lera enligt uppgifter från jordartskartan. Ett gruspromenadstråk förekommer vid slänfoten utmed vattnet, se Figur 32. Uppgifter om husens grundläggning är okända i dagsläget och slänten är gräsklädd. Inga tecken på stabilitetsproblematik kunde konstaterats i området vid besiktningstillfället.

Platsbesöket avslutades med besiktning av den relativt mindre slänten vid Lidingö kyrka. Här utgörs ytbeskaffenheten av gräsklädda och hårdgjorda ytor



(av asfalt). En parkeringsyta förekommer vid släntfoten, se Figur 33. Slänten visar inga indikationer på otillfredsställande stabilitet.



Figur 32. Lerslänt som förekommer i söder om villaområdet vid Ekbackevägen i Kyrkviken.



Figur 33. Jordslänt vid Lidingö kyrka. En asfaltparkeringsyta förekommer vid släntfoten.



### 5.2.5 Islinge

Platsbesöket i Islinge (se Figur 34 för omfattning) har inletts med besiktning av den planskilda GC-vägen vid Norra Kungsvägen, norr om Islinge hamn. Mellan trapporna och vingmuren förekommer en vegetationsklädd slänt (se Figur 35 och Figur 36) som ej visar tecken på otillfredsställande stabilitet. Räckets bredvid trapporna har drabbats av sättningskador, se Figur 35.



Figur 34. Omfattning av de geotekniska besiktningarna i Islinge. I figuren visas enbart områden med fotodokumentation.



Figur 35. Räckets vid GC-tunneln som korsar N: Kungsvägen drabbas av sättningskador.





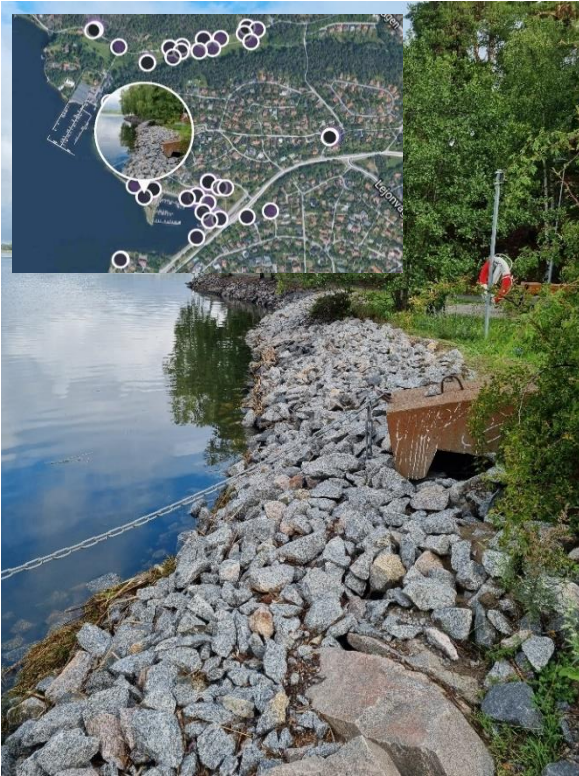
Figur 36. Slänten vid GC-tunneln som korsar N:a Kungsvägen.

Nordost om GC-tunneln där N:a Kungsvägen korsar Rosavägen (Sticklingevägen) förekommer en slänt som enligt uppgifter från jordartskartan eventuellt kan bestå av lera. Vid släntfoten förekommer en relativt kort stödmur längs med Rosavägen, se Figur 37. Slänten bedöms utgöras av ett tunt jordlager och täcks av vegetation på ytan där även block förekommer. Varken slänten eller stödmuren i området visar tecken på ett eventuellt stabilitetsproblem.



Figur 37. Stödmur vid Rosavägen.





Figur 38. Erosionsskydd längs med strandlinjen väster om Islinge hamn.

Marken mellan området höglänta delar (där ambassaden finns) och promenadstråket separeras av en relativt hög slänt, se Figur 39. Enligt uppgifter från jordartskartan bedöms denna slänt utgöras av ytnära berg med ett tunt jordtäckte men möjligheten för en eventuell förekomst av jordslänt kunde inte uteslutas vid besiktningstillfälle.



Figur 39. En relativt hög jordslänt förekommer väster om Islinge båthamn.



Nybyggnation av ett hus inom privatmark pågick vid besiktningsstillfället där marken har ställvis höjts ca 1–1,5 m ovan de befintliga nivåerna, se Figur 40.

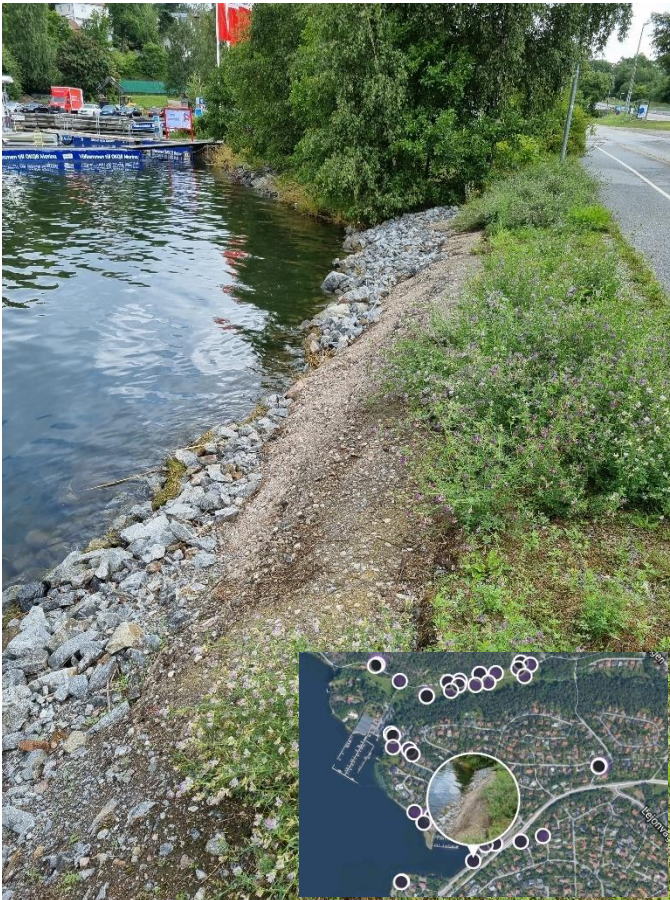


Figur 40. Marken har höjts ca 1–1,5 m i samband med nybyggnation av ett hus på privattomt.

Platsbesöket avslutades med besiktning av kustlinjen längs med Islinge hamnvägen (söder om hamnen). Erosionsskydd har lagts ut utmed vattnet som bedöms att ställvis ha transporterats bort och således saknas, se Figur 41 och Figur 42. Utöver detta kunde inga tecken på en eventuell stabilitetsproblematik konstateras.



Figur 41. Översiktspå bild på erosionsskyddet längs med strandlinjen vid Islinge hamnvägen.



Figur 42. Delar av erosionsskyddet har transporterats bort.

## 6 Slutsatser

- I de områden som ingick i detta uppdrag har inga indikationer som tyder på otillfredsställande stabilitet hittats. I en rapport från SGI (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2011) har två uppgifter om skred från 2001–2010 hittats. Ingen av dessa händelser har inträffat på Lidingö. Lidingö har genom åren inte drabbats särskilt mycket av stabilitetsproblematik.
- Emellertid är det svårt att konstatera att bedömningen ovan är undantagslös då:
  - Vissa höjdskillnader hamnar/belägna inom privatmark vilket försämrar besiktningsmöjligheterna pga. begränsad framkomlighet.
  - Vegetation, häck och buskar har försämrat möjligheten att inspektera vissa slänter.
  - Kartmaterialet som utgjorde underlag till denna rapport bedöms kunna ha vissa brister och begränsningar, se Kapitel 3 för mer info.
- Erosion, översvämning och mänsklig aktivitet (så som utfyllnader, väg- och husbyggen, schaktning, pållning, skogsavverkning, dränering, förändringar i grundvattenförhållanden, osv.) bedöms som mest kritiska och sannolika mekanismer för eventuella framtida ras och skred på Lidingö. Översvämning nära järnväg och vägar kan till exempel



innebära erosion av friktionsmaterialet i järnvägs- eller vägslänt, vilket i sin tur minskar stabiliteten.

## 7 Rekommendationer

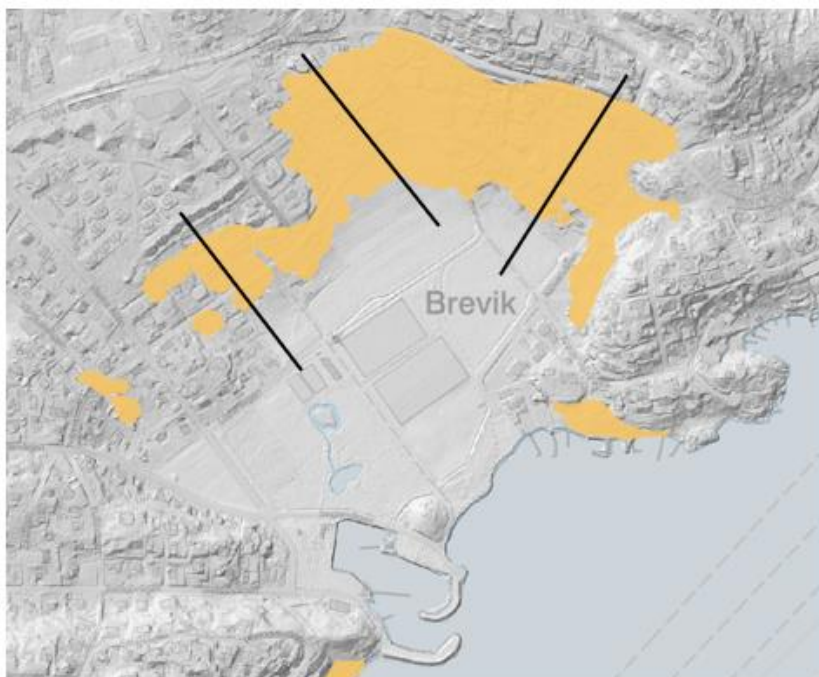
Hittills gjorda bedömningar och dragna slutsatser utgår enbart ifrån okulära besiktningar, topografi samt förekomst av lera i de områden som studerats i uppdragets sammanhang.

Lerans skjuvhållfasthetsegenskaper som också är minst lika viktiga har ej beaktats i någon form. Säkerhetsfaktorn mot brott i ett lerområde/en lerslänt är direkt proportionell mot lerans odränerade skjuvhållfasthet. En tillräcklig hög/låg skjuvhållfasthet kommer alltid vara den avgörande faktorn om skred utlöses (eller ej) och bör därmed utgöra underlag för mer kvalificerade bedömningar av stabilitetsförhållanden.

För att bilda en utförligare förståelse för stabilitetsförhållanden i de studerade områdena rekommenderas komplettering med stabilitetsberäkningar. Områden Brevik, Kyrkviken och Islinge rekommenderas prioriteras i detta sammanhang.

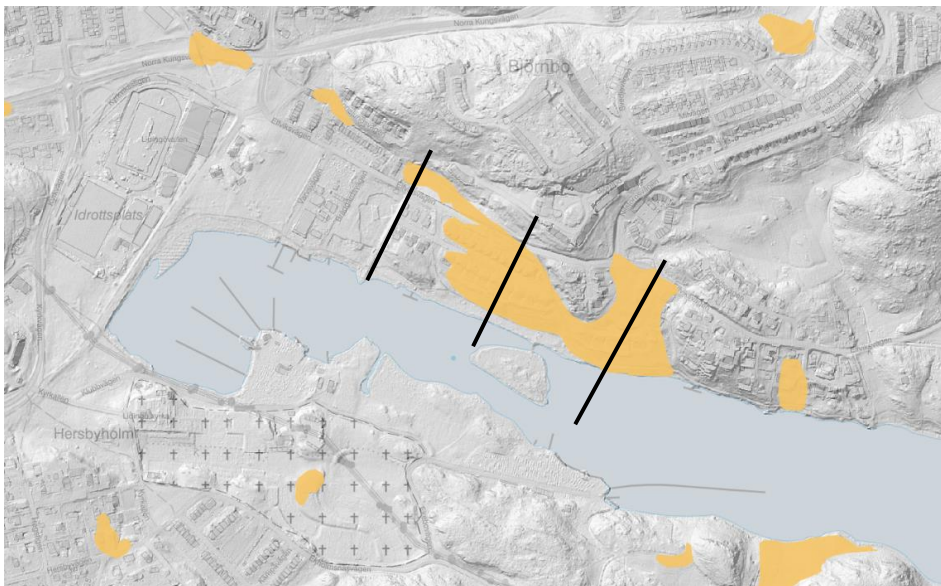
Syftet med dessa beräkningar är att ta fram en så kallad säkerhetsfaktor för att grunda slutsatserna på ett mer detaljerat och kvantifierbart underlag.

I Figur 43 till Figur 45 ges förslag till ett antal sektioner där stabilitetsberäkningar rekommenderas utföras utifrån utförd geoteknisk besiktning. Underlag bedöms finnas i Lidingö stadsarkiv (så som höjddata, gamla geotekniska undersökningar, jordartstyp, jordlagerföljd, grundvattenförhållanden, och grundläggningsdetaljerna kring befintliga hus och anläggningar osv.) för att inleda med överslagsberäkningar. I de områden där det är bristfälligt med geotekniskt underlag kan beräkningar ändå utföras med mest ogynnsamma förutsättningar (stor lermäktighet, ogynnsamma belastningssituationer) för att avgöra om ett område behöver detaljstuderas eller ej.



Figur 43. Förslag till sektioner för överslagsberäkningar i Brevik.





Figur 44. Förslag till sektioner för överslagsberäkningar i Kyrkviken.



Figur 45. Förslag till sektioner för överslagsberäkningar i Islinge.

I fall de översiktliga stabilitetsberäkningarna indikerar att ett område ej uppfyller dagens krav gällande stabilitet rekommenderas markundersökningar tillsammans med efterföljande beräkningar i en detaljerad utredning enligt den arbetsgång som redovisas i Figur 5. Undersökningarna i den detaljerade utredningen skall ge information om jordlagerföljd, djup till fastbotten, jordens skjuvhållfasthetsegenskaper, grundvatten-, portrycksnivåer samt förekomst av skikt och kvicklera. Om den detaljerade utredningen visar att stabilitetsproblem kan föreligga rekommenderas fördjupade utredningar/undersökningar enligt anvisningar i Skredkommissionens rapport 3:95. Detta bedöms motsvara

skeden två respektive tre enligt Skredkommissionens metodik och bedöms vara i linje med den metod som MSB använder i sina huvudstudier.

I förebyggande syfte kan en kontinuerlig övervakning av rörelserna på Lidingö med hjälp av satellitbilder och rymddata också rekommenderas. Rymdstyrelsen och Research Institutes of Sweden (RISE) har under de senaste åren utvecklat en plattform för analys av rymddata. Verktöget heter Digital Earth Sweden (<http://digitalearth.se/>) och syftar till att analysera och tillgängliggöra rymddata för att möta de långsiktiga utmaningarna som samhället står inför och stärka kunskapen och förmågan hos svenska myndigheter. Med detta verktyg kunde man, till exempel, konstatera att E6:an där raset vid Stenungsund inträffat (september av 2023) har rört sig runt 15 centimeter på sju år.

Då en av de mest tänkbara orsakerna för ett eventuellt stabilitetsbrott bedöms vara mänskligt ingrepp rekommenderas dialog med geotekniker vid framtida byggarbeten (dvs. arbeten som innebär schaktning/fyllning, pålning, röjning av vegetation samt ev. förändringar i grundvattenförhållanden).

Erosionsskydd har lagts ut längs med strandlinjen i de besökta områdena och bedöms uppfylla sin funktion. En kontinuerlig besiktning/underhåll av dessa rekommenderas. Denna rapport har i en stor omfattning fokuserat på lerslänter på Lidingö. Ökad årsnederbörd och ökat antal dagar med kraftig nederbörd innebär en ökad avrinning i naturliga slänter som kan leda till ökad erosion i slänter med erosionskänsliga jordarter som exempelvis silt och sand (SGI, 2019). Denna aspekt innefattades inte i uppdragets ramar men bör beaktas vid fortsatta klimatanpassningsarbeten.

## 8 Referenser

Bergdahl, K, Cederbom, C & Göransson, G (2013). Prioritering av områden för skredriskanalys. Klimatanpassningsanslag 2013. Statens geotekniska institut, SGI. Publikation 6, Linköping.

SGI 2019, Skredrisker i ett förändrat klimat, Prioritering för kartering, SGI Publikation 47, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping.

Skredkommissionen 1995, Anvisningar för släntstabilitetsutredningar, Rapport 3:95, Skredkommissionen, Linköping.

Länsstyrelsen i Stockholms län 2011, Riskområden för skred, ras, erosion och översvämning i Stockholms län - för dagens och framtidens klimat. Diariernr 2-1003-0202.

Sweco 2022, Klimatanpassning i översiktsplan för Lidingö stad, Arbetsrapport, Sweco, Stockholm.

Tryggvason, A, Melchiorre, C & Johansson, K (2014). A fast and efficient algorithm to map prerequisites of landslides in sensitive clays based on detailed soil and topographical information. *Comput. Geosci.*, 75 (2015), pp. 88-95, 10.1016/j.cageo.2014.11.006

SGU 2014, Förutsättning för skred i finkornig jordart – Kartunderlag om ras, skred och erosion, Produktblad, Sveriges geologiska undersökning.

SGU 2021, Förutsättningar för skred i finkornig jordart, Produktbeskrivning ver. 1.5, Sveriges geologiska undersökning.

SGU 2015, Riksöversikt finkorniga jordars skredbenägenhet – Bildunderlag om ras, skred och erosion, Produktblad, Sveriges geologiska undersökning.