MYNDIGHETEN FÖR SAMHÄLLSSKYDD OCH BEREDSKAP

# Översiktlig stabilitetskartering, PM Geoteknik

**Översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i Örebro län – Örebro kommun**

2021-10-15

wsp

MSB Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

# ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING, PM GEOTEKNIK

## Översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i Örebro län – Örebro kommun

## KUND

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

## KONSULT

**WSP Samhällsbyggnad**
Box 117
651 04  Karlstad
Besök: Lagergrens gata 8
Tel: +46 10 7225000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
http://www.wspgroup.se

## KONTAKTPERSONER

Uppdragsledare
Thobias Sahlin

Handläggare
Frida Berggren, Patrik Emanuelsson, Adam Bolinder

UPPDRAGSNAMN
Översiktlig stabilitetskartering Örebro län

UPPDRAGSNUMMER
10263816

FÖRFATTARE
Frida Berggren, Adam Bolinder

DATUM
2021-10-15

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Christina Berglund

GODKÄND AV
Thobias Sahlin

INNEHÅLL


1 ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING 5
1.1 BAKGRUND 5
1.2 SYFTE MED ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING 5
1.3 METOD FÖR KARTERING I FINKORNIGA JORDAR - ALLMÄNT 5
1.3.1 Etapp 1, förstudie 5
1.3.2 Etapp 1, huvudstudie 5
1.3.3 Etapp 2 - Detaljerad/fördjupad utredning 6
1.3.4 Etapp 3 - Dimensionering och genomförande av förstärkningsåtgärder 6
1.4 KARTREDOVISNING 7
1.4.1 Karta 1A 7
1.4.2 Karta 1B 7
1.5 ÖVRIGT 8
2 UPPDRAG / UPPDRAGSBESKRIVNING 8
3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR 11
4 ÖVRIGT UNDERLAGSMATERIAL OCH FÖRARBETE 11
5 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR 12
5.1 FÄLTUNDERSÖKNINGAR 12
5.2 LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR 12
6 OMRÅDESBESKRIVNING 12
6.1 ÖVERSIKTLIG GEOTEKNISK BESKRIVNING 12
6.2 DELOMRÅDES BESKRIVNING 13
6.2.1 Oxhagen 13
6.2.2 Hagaby 13
6.2.3 Lillåstrand 14
6.2.4 Rynninge 15
6.2.5 Rosta och Örnsro 16
6.2.6 Centrala Örebro 17
6.2.7 Universitetssjukhuset 18
6.2.8 Wadköping-Skebäck 19
7 STABILITETSBERÄKNINGAR 20
7.1 ALLMÄNT-BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR 20
7.1.1 Riktvärden för säkerhetsfaktorn 20
7.1.2 Trafik- och marklaster 21
7.1.3 Grundvatten, portryck och vattennivå 21
7.2 VALDA BERÄKNINGSSEKTIONER 21
7.3 VALDA PARAMETRAR 22
7.3.1 Undersökningsmetoder 22
7.3.2 Jordlager och jordmäktighet 22
7.3.3 Egenskaper och jordparametrar 22

7.4 UTFÖRDA ÅTGÄRDER 23
7.5 UTFÖRDA BERÄKNINGAR 23
8 SLUTSATS 23
8.1 OMRÅDESKLASSNING (RESULTATET PRESENTERAS PÅ KARTA 1B) 23
8.2 RESULTAT AV UTFÖRDA STABILITETSBERÄKNINGAR 24
8.2.1 Oxhagen 24
8.2.2 Hagaby 24
8.2.3 Lillåstrand 24
8.2.4 Rynninge 25
8.2.5 Rosta och Örnsro 25
8.2.6 Centrala Örebro 25
8.2.7 Universitetssjukhuset 25
8.2.8 Wadköping-Skebäck 25
8.3 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE 26

# BILAGOR

Bilaga A MSB:s kriterier för indelning i stabilitetszoner (Bilaga 4, FU)
Bilaga B Beteckningar: Kartor, sektioner m.m.
Bilaga C Sammanställning av valda parametrar

# 1 ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING

## 1.1 BAKGRUND

En stor del av bebyggelsen i vårt samhälle har tillkommit innan noggranna överväganden om riskerna för naturolyckor blev vanliga. Efter skredet i Tuve 1977 beslutade regeringen att det skulle utföras översiktliga kartläggningar av skredrisker i bebyggda områden inom de mest utsatta kommunerna.

1987 kom propositionen ”Förebyggande åtgärder m.m. mot jordskred och andra natur-olyckor” Prop 1985/86:150, bilaga 3. Där beskrevs hur ansvaret för frågorna om före-byggande åtgärder skulle fördelas mellan staten, kommunen och den enskilde fastighetsägaren. I propositionen beskrevs också att riskhantering primärt är en kommunal uppgift, men när det gäller risker som översvämningar, ras och skred krävs det specialkompetens som inte alltid finns tillgänglig i kommunerna. Därför ansågs att staten skulle fortsätta att stödja kommunerna att översiktligt identifiera bebyggda områden där risker för ras och skred kan finnas. Detta görs numera av MSB genom översiktliga karteringar.

## 1.2 SYFTE MED ÖVERSIKTLIG STABILITETSKARTERING

Syftet med den översiktliga kartering av stabilitetsförhållanden inom bebyggda områden är att identifiera områden där det finns behov av att göra detaljerade geotekniska utredningar, eller översyn av tidigare utredningar och åtgärder.

Karteringen ska utgöra ett stöd för länsstyrelse och kommun om var skredrisker kan förekomma. Särskild vikt läggs vid bostads- och verksamhetsområden. Att utreda allmänna vägars och järnvägars grundläggningssätt och stabilitet eller kajers kondition, status och effekter av förstärkningsåtgärder ingår inte i karteringsuppdraget.

## 1.3 METOD FÖR KARTERING I FINKORNIGA JORDAR - ALLMÄNT

MSB har tagit fram en metod för översiktlig stabilitetskartering. Metoden innebär att karteringen genomförs dels med en förstudie och dels en huvudstudie. Översiktlig stabilitetskartering enligt denna modell kallas etapp 1.

### *1.3.1 Etapp 1, förstudie*

Förstudien görs mycket översiktligt och i samråd med kommunen. Dess syfte är att avgränsa de områden som ska behandlas i huvudstudien.

### *1.3.2 Etapp 1, huvudstudie*

Huvudstudien innebär att stabilitetsförhållandena för slänter med jordlager bestående av lera, silt och sand i bebyggda områden kartläggs översiktligt. Arbetet utförs av geotekniska konsultfirmor på uppdrag av MSB.

Huvudstudien i etapp 1 är i sin tur indelad i två deletapper, etapp 1a och etapp 1b. I etapp 1a karteras stabilitetsförhållandena översiktligt med avseende på jordart, topografi och närheten till vattendrag. Besiktningar utförs i fält. I etapp 1b kartläggs stabilitetsförhållandena översiktligt utifrån fältundersökningar och överslagsberäkningar i särskilt utvalda sektioner. En bedömning och värdering utförs också av tidigare utförda stabilitetsutredningar inom de aktuella områdena. Kartläggningen avser rådande förhållanden.

Syfte med etapp 1a

Syftet med etapp 1a är att utifrån jordartsförhållanden och topografiska förhållanden ange vilka områden som:

- har förutsättningar för skred och ras
- saknar förutsättningar för skred och ras

Syfte med etapp 1b

Syftet med etapp 1b är att med stöd av utförda undersökningar, överslagsberäkningar och bedömningar inom områden med förutsättningar för skred och ras:

- översiktligt identifiera områden där stabiliteten är tillfredsställande.
- markera områden som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabila eller som är otillräckligt utredda.
- markera områden där detaljerade utredningar bedöms som speciellt angelägna.
- markera områden som tidigare har klassats som tillfredsställande stabilt eller som har förstärkts men som inte har följt IEG (Implementeringskommissionen för Europastandarder inom Geoteknik) Rapport 4:2010 i kombination med Skredkommissionens anvisningar för släntstabilitetsutredningar, Rapport 3:95.
- markera områden där översyn av tidigare utredningar och stabiliserande åtgärder bedöms som speciellt angeläget.

Etapp 1a ger inga exakta svar om stabilitetsförhållandena. Metodiken fastställer endast om förutsättningar kan finnas för skred och ras. Utifrån detta utförs i etapp 1b kompletterande fältinsatser och beräkningar för att översiktligt klarlägga de rådande stabilitetsförhållanden.

När karteringen är färdig genomförs presentations- och informationsmöten där karteringsresultatet redovisas för Länsstyrelse och kommun.

Om marken inte med säkerhet kan klassas som stabil i etapp 1, bör kommunen gå vidare och utreda stabilitetsförhållanden enligt etapp 2 och eventuellt 3.

### *1.3.3 Etapp 2 - Detaljerad/fördjupad utredning*

Etapp 2 omfattar detaljerad utredning eventuellt följd av fördjupad utredning, enligt IEG Rapport 4:2010 i kombination med Skredkommissionens anvisningar för släntstabilitetsutredningar, Rapport 3:95. Etapp 2 utförs inom markområden där stabilitetsförhållandena vid den översiktliga karteringen, d v s etapp 1, inte har kunnat klarläggas med överslagsberäkning eller som inte är tillfredsställande stabila.

Syftet med en detaljerad stabilitetsutredning är att klarlägga om stabilitetsproblem föreligger och därmed fastställa eventuellt behov av förstärkningsåtgärder. Den detaljerade utredningen finansieras av berörd kommun eller fastighetsägare.

### *1.3.4 Etapp 3 - Dimensionering och genomförande av förstärkningsåtgärder*

Etapp 3 omfattar dimensionering och genomförande av förstärkningsåtgärder för markområden som vid en detaljerad utredning har visat sig ha otillfredsställande stabilitet. För att optimera omfattningen av förstärkningsåtgärder utförs ofta en fördjupad stabilitetsutredning i samband med dimensioneringen.

Kommuner kan få statliga bidrag för vissa delar av de arbeten som utförs i etapp 3. MSB administrerar detta bidrag.

## 1.4 KARTREDOVISNING

En del av denna översiktliga stabilitetskartering består av kartor, karta 1A och karta 1B.

Karta 1A redovisar bl.a. markens indelning i stabilitetszoner och karta 1B redovisar bl.a. en översiktlig bedömning av stabilitetsförhållandena.

### *1.4.1 Karta 1A*

De områden som pekades ut i förstudien utgör inventeringsområden i etapp 1A. Inventeringsområdena delas in i zoner med olika stabilitetsförutsättningar som baseras på parametrarna jordart, topografiska förhållanden och närheten till vattendrag. Zonerna redovisas på karta 1A. Indelningen i stabilitetszoner kan betraktas som ”statisk”, d.v.s. påverkas inte av förändringar i t.ex. laster och hållfasthet. Kartan gäller så länge inga större förändringar i topografin görs.

- Inom **zon I** finns förutsättningar för initiala spontana eller provocerade skred och ras.
- Inom **zon II** finns inga förutsättningar för initiala skred eller ras, men zonen kan komma att beröras av skred och ras som initieras inom angränsande zon I.
- Inom **zon III** saknas förutsättningar för skred eller ras eftersom lös jord inte förekommer inom zonen. Emellertid kan aktiviteter inom zonen ha negativ inverkan på stabiliteten i de angränsande zonerna.

Observera att karta 1A inte redovisar risken för skred och ras eftersom zonindelningen inte utgör något mått på säkerheten. Karta 1A visar endast grundförutsättningarna för skred och ras. Kartan utgör också ett underlag för att bestämma lämpliga lägen på sektioner för fältundersökningar och stabilitetsanalyser i del B. Stabilitetszonerna på karta 1A är inte uppdaterade med hänsyn till resultaten från fältundersökningarna i etapp 1B (d.v.s. det kan exempelvis finnas fall där marken enligt karteringen bedömts utgöras av lera men där fältundersökningarna endast visat på förekomst av friktionsjord såsom sand och silt).

### *1.4.2 Karta 1B*

Etapp 1B utförs inom ”Stabilitetszon I” från karta 1A. I etapp 1B bedöms stabilitetsförhållandena genom överslagsberäkning i representativa sektioner. Dessa sektioner är främst placerade i anslutning till bebyggelse och verksamhetsområden. Karta 1B redovisar en bedömning av nuvarande stabilitetsförhållanden inom utredningsområdet, så långt de är kända.

För att ett område inte ska markeras ska minst erforderlig säkerhetsfaktor enligt tabell 4.2 i IEG Rapport 4:2010 vara uppfylld. Stabiliteten inom vita områden på karta 1B bedöms med andra ord vara tillfredsställande med avseende på rådande förhållanden.

Ett gulfärgat område på karta 1B avser områden där stabilitetsförhållandena tidigare har klassats som tillfredsställande och även områden som har förstärkts men där nu gällande anvisningar enligt IEG Rapport 4:2010 av Skredkommissionen inte har följts fullt ut. I dessa områden rekommenderas en översyn av såväl tidigare utredningar som eventuellt tidigare utförda förstärkningsåtgärder.

Ett orangefärgat område avser områden som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller områden som är otillräckligt utredda. I dessa områden rekommenderas att en detaljerad stabilitetsutredning utförs för att fastställa markens stabilitet. Som kriterier för att ett område ska markeras orange är antingen att den kombinerade/dränerade analysen ger ett värde på säkerhetsfaktorn som är lägre än 1,5 (d.v.s. F komb <1,5 alt. Fφ<1,5) eller att den odränerade analysen ger ett värde lägre än 2,0 (d.v.s. F c <2,0). Värdena motsvarar rekommendationerna för en översiktlig stabilitetsutredning enligt IEG Rapport 4:2010.

För områden som markerats vita med orange skraffering gäller att området översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller till följd av att underlag saknas för ”friskrivning”, d.v.s. områden som är otillräckligt utredda. För dessa områden lämnas dock inte rekommendation om detaljerad utredning, vanligen för att det saknas bebyggelse i områdets direkta närhet.

## 1.5 ÖVRIGT

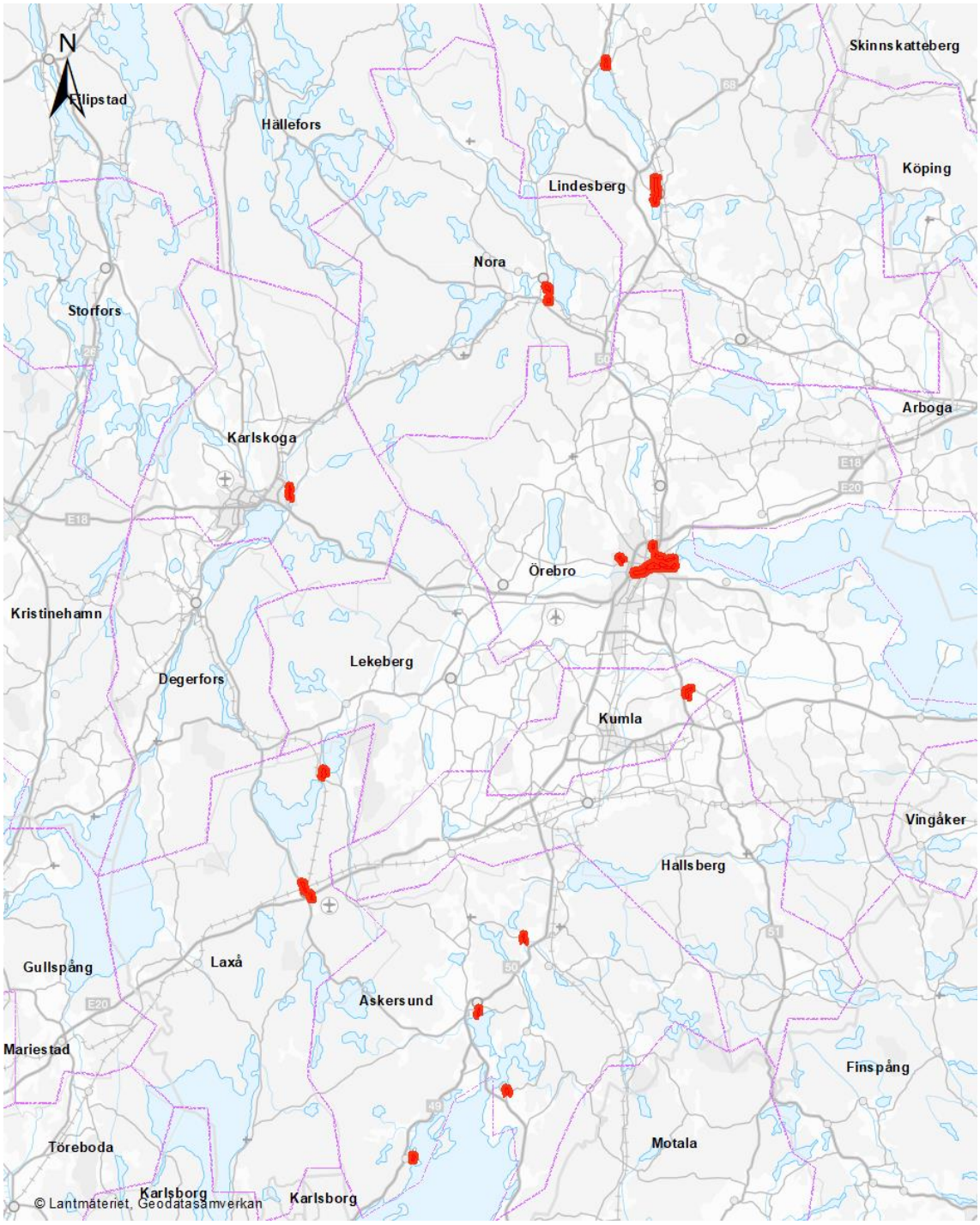
Förändrade förutsättningar såsom bortschaktning av massor, tippning av överskottsmassor, upplag, exploatering, tillbyggnad, släntjusteringar, erosion o.s.v. samt nya undersökningar och ny kunskap i övrigt kan leda till att förhållanden som redovisas på såväl karta 1A som 1B måste uppdateras för att hållas aktuella.

Utredningsområdet för denna översiktliga stabilitetskartering baseras på bebyggda områden i anslutning till slänter och vattendrag inom kommunen. Inom utredningsområdet har en fullständig kartering utförts av alla slänter för befintliga förhållanden oavsett avstånd till bebyggelse etc. Områden utanför detta utredningsområde har inte studerats.

Eftersom denna stabilitetskartering baseras på rådande förhållanden ska den aldrig användas som underlag för någon form av nybyggnation. Enligt IEG Rapport 4:2010 ska för all nyexploatering, alternativt detaljplaneförändring, minst en detaljerad stabilitetsutredning utföras. Detta gäller även inom utredningsområdet till denna utredning oavsett markering på karta 1B.

# 2 UPPDRAG / UPPDRAGSBESKRIVNING

På uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har WSP Sverige AB utfört en översiktlig kartering av stabilitetsförhållandena i sju kommuner i Örebro län. De kommuner som karterats är Askersund, Karlskoga, Kumla, Laxå, Lindesberg, Nora och Örebro (**Figur 1**).



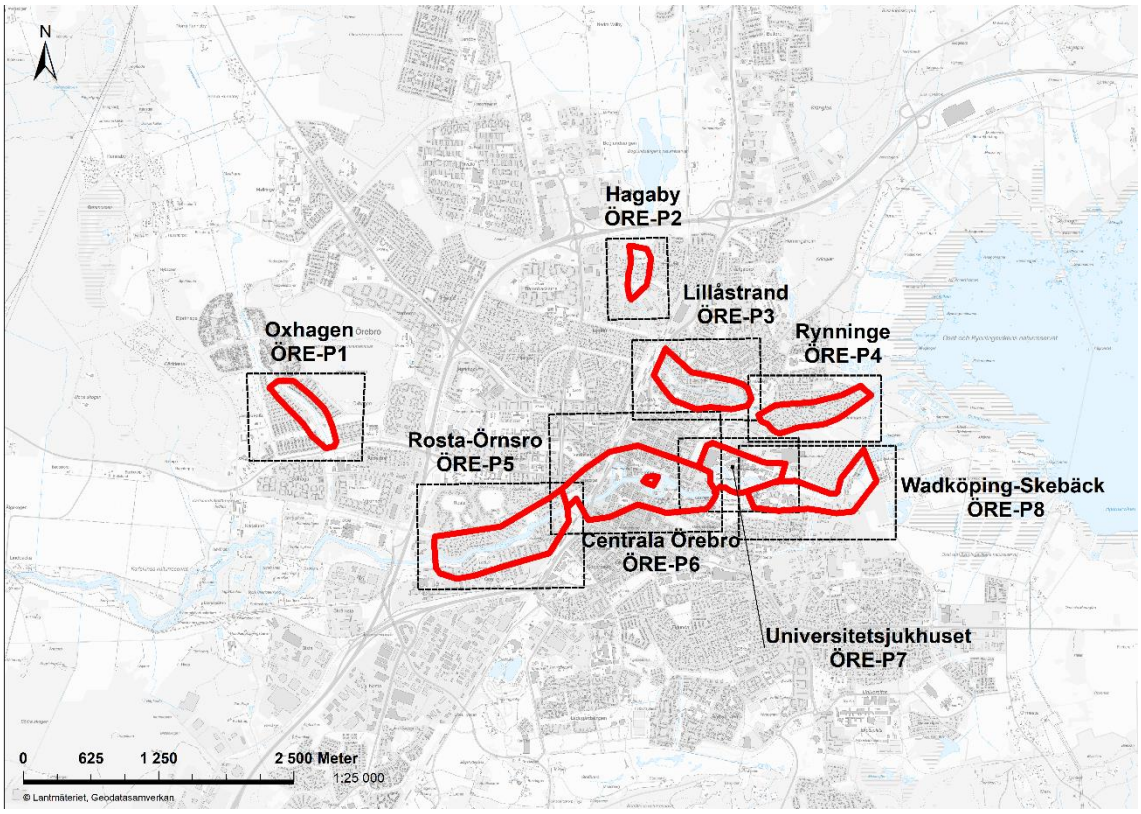

**Figur 1** Översiktskarta för samtliga kommuner i Örebro län inom vilka denna stabilitetskartering parallellt bedrivits

Karteringsarbetet har i princip utförts parallellt inom alla sju kommuner. I denna rapport redovisas karteringsarbetet för **Örebro kommun** och områdena **Oxhagen**, **Hagaby**, **Rosta-Örnsro**, norra och södra **Lillåstrand**, **Rynninge**, **Universitetssjukhuset**, **Wadköping-Skebäck** samt centrala **Örebro**.

Utredningsområdet för stabilitetskarteringen har i det närmaste begränsats till det område som fastställts i samband med en förstudie till uppdraget (se bilaga 3). Förstudien [1]har utförts av Statens geotekniska institut (SGI) och är daterad 2016-02-15 (diarienr. 2.1-1412-0715). En

[1] Askersund, Karlskoga, Kumla, Laxå, Lindesberg, Nora och Örebro, Örebro län. Förstudie för översiktlig kartering av stabilitetsförhållandena i bebyggda områden samt dokumentation av befintliga geotekniska undersökningar.

detaljerad gräns på utredningsområdet redovisas med begränsningslinjerna på kartorna 1A och 1B. I nedanstående översiktskarta (Figur 2) redovisas utredningsområdet översiktligt.




**Figur 2** Översiktskarta över utredningsområdet inom Örebro kommun

Syftet med denna utredning är att genomföra en kartering av stabilitetsförhållandena inom bebyggda områden i kommunen. Karteringen ska utgöra ett stöd för kommunerna om var i kommunen det kan finnas stabilitetsproblem. Som stöd för karteringen har det inom uppdraget utförts ett antal stabilitetsberäkningar. Det ska noteras att detta är en översiktlig utredning och att beräkningssektionerna har ett stort inbördes avstånd. De riktlinjer som använts för val av gränser på tillåtna säkerhetsfaktorer följer de riktlinjer som ges i IEG Rapport 4:2010. För att ett område ska klassas som stabilt i en översiktlig utredning rekommenderas relativt höga säkerhetsfaktorer, vilket leder till att det för stora områden rekommenderas att en detaljerad utredning utförs.

Uppdraget har utförts enligt MSB:s förfrågningsunderlag (”Översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i Örebro län”) för uppdraget samt Skredkommissionens anvisningar för släntstabilitetsutredningar, rapport 3:95. Inom ramen för detta projekt har geotekniska fältarbeten utförts.

Uppdraget har utförts i två deletapper, etapp 1A och 1B. I etapp 1A karteras stabilitetsförhållandena översiktligt och syftar främst till att utgöra underlag för val av läget för kontrollsektioner. I etapp B utförs översiktliga stabilitetsberäkningar och redovisning på karta visar områden med dels sämre stabilitet, där en detaljerad utredning rekommenderas. Kartan visar även områden som är otillräckligt utredda samt områden med tillfredsställande stabilitet.

Etapp 1A har i huvudsak omfattat:

- Fältbesiktning och kartering. Alla sektioner har dokumenterats med foto och besiktningsprotokoll, pärmflik 7

- Analys av jordlagerföljd och topografi utifrån kartmaterial, jordartskartor och fältkartering
- Kartering av erosion, synliga skredärr, etc.
- Indelning av områden i stabilitetszoner (se Bilaga 1) med utgångspunkt från ovanstående
- Redovisning av stabilitetszoner på karta 1A

Etapp 1B har i huvudsak innefattat:

- Genomgång av äldre geotekniska undersökningar som finns arkiverade hos kommunen, WSP och Trafikverket. Dessa har studerats och bidragit till att bestämma de geotekniska parametrar som har använts i beräkningarna
- Genomgång av tidigare utförda stabilitetsundersökningar i kommunen vilka sedan har utgjort underlag för kartframställningen i del 1B
- Fältundersökningar i ett antal kontrollsektioner
- Eventuell avvägning av sektioner där befintligt kartmaterial ej givit tillräckligt noggrannhet
- Beräkning av stabilitetsförhållandena. Beräkningarna har utförts med kombinerad och odränerad analys
- Redovisning av fältkontrollerade sektioner
- Redovisning av beräknade sektioner på karta 1B
- Områden där detaljerade stabilitetsutredningar bör utföras redovisas med orange färg på karta 1B. Orsaken till att ett område har färgats orange kan vara att beräkningar visat på en låg säkerhet mot brott (enligt kriterier uppställda för en översiktlig utredning) men det kan även bero på att det finns otillräckligt underlag för att göra en bedömning av stabiliteten.

# 3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Vid inventering av geotekniskt arkivunderlag har det delvis påträffats undersökningar i läget för beräkningssektionerna. En sammanställning av de påträffade fältundersökningar som ligger i närheten av undersökningsområdena finns i ”Förteckning tidigare utredningar”. Relevant data från arkivundersökningarna har inarbetats i utredningen.

# 4 ÖVRIGT UNDERLAGSMATERIAL OCH FÖRARBETE

Följande material har använts i samband med karteringen, vilket har tillhandahållits av MSB:

- Digitalt kartmaterial
- Fastighetskarta (GIS-format)
- Lantmäteriets nationella höjddatabas (GSD-Höjddata, grid 1+)
- SGU:s digitala jordartskartor (GIS-format)

# 5 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

## 5.1 FÄLTUNDERSÖKNINGAR

WSP har i samband med denna utredning utfört geotekniska fältarbeten i ett antal punkter inom det från förstudien avgränsade utredningsområdet. Huvudsyftet med dessa har varit att skapa sig en översiktlig bild av de geotekniska förhållandena inom utredningsområdet, som därmed kan ligga till grund för de översiktliga stabilitetsutredningarna.

Örebro kommun är indelat i 8 områden där geotekniska undersökningar har utförts i totalt 13 sektioner. I Oxhagen har två sektioner utförts med borrpunkterna 19W7101-06, i Hagaby har en sektion utförts med borrpunkterna 19W7401-02, i Lillåstrand har två sektioner utförts med borrpunkterna 19W7501-06, i Rynninge har två sektioner utförts med borrpunkterna 19W7601-06, i Rosta-Örnsro har två sektioner utförts med borrpunkterna 19W7201-06, i centrala Örebro har en sektion utförts med borrpunkterna 19W7301-03, vid Universitetssjukhuset har en sektion utförts med borrpunkten 19W7703 och i Wadköping-Skebäck har två sektioner utförts med borrpunkterna 19W7801-06.

Undersökningarna utfördes våren 2019. De undersökningsmetoderna som har utförts är:

- Trycksondering i 1 punkt för bestämning av jordens relativa fasthet och mäktighet.
- Skruvprovtagning i 14 punkter för klassificering av de ytliga jordlagren.
- CPT-sondering i 34 punkter för bestämning av jordlagerföljd, indikation på portrycksnivåer, relativa fasthet.
- Grundvattenrör /portrycksmätare har installerats i 13 punkter för att ge en översiktlig bild av grundvattenytans trycknivå i friktionsjord. Inom ramen för uppdraget har grundvattenavläsning utförts vid 3 tillfällen under 2019.
- Ekolodning har gjorts från båt i sektioner som ansluter till större vattendrag.

Utförda fältundersökningar redovisas på till denna handling tillhörande sektionsritningar, under pärmflik 9. Punkternas planlägen redovisas på karta 1B, pärmflik 4.

Planläget av undersökningspunkterna har mätts in (i XYZ; SWEREF 99 TM respektive RH2000) med handhållen GPS och där detta inte varit möjligt på grund av dålig teckning, har planläget och marknivån tolkats utifrån befintliga föremål i terrängen med hjälp av digital primärkarta och erhållen höjddatabas.

## 5.2 LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

På utvalda prov där lera återfinns har laboratorieundersökningar utförts för bestämning av konflytgräns och vattenkvot. Jordartsbestämning på störda jordprover har skett okulärt direkt i fält.

# 6 OMRÅDESBESKRIVNING

## 6.1 ÖVERSIKTLIG GEOTEKNISK BESKRIVNING

De 8 utredningsområdena inom Örebro kommun finns längs med Svartån, Lillån samt Älvtomtabäcken som rinner ut i Hjälmaren. Jordlagren inom de aktuella utredningsområdena utgörs i huvudsak av postglacial lera och svämsediment (sand, lera-silt), se Figur 3 till Figur 9.

## 6.2 DELOMRÅDES BESKRIVNING

### *6.2.1 Oxhagen*

Detta delområde är beläget längs med Älvtomtabäcken som rinner i sydlig riktning. Delområdet ligger sydväst om Varbergaskogens naturreservat och väster om centrala Örebro. Denna del av Älvtomtabäcken passerar genom ett bostadsområde där östra sidan har baksidan på radhusen närmast bäcken och där det på västra sidan ligger en GC-väg och en mindre gata närmast bäcken. Jordartskartan visar att delområdet består av glacial lera i norr och postglacial finlera i söder. Bitvis finns även sandig morän.

Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +29,9 och +30,8. Bottennivån i Älvtomtabäcken är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +28,3 i undersökt sektion. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:2 och 1:4, baserat på terrängdata.

Jordlagren i undersökta borrpunkter består i huvudsak av siltig lera med ett överlagrande skikt av siltig torrskorpelera alternativt fyllning bestående sand, silt och lera. Sonderat djup uppgår till mellan 2 och 7 varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå varierar i mätningar mellan +27,9 och +28,7 vilket motsvarar 1,2 m till 2,3 m under markytan från aktuella grundvattenrörs position.

Figur 3. Utredningsområde i Oxhagen redovisas på SGU:s Jordartskarta.

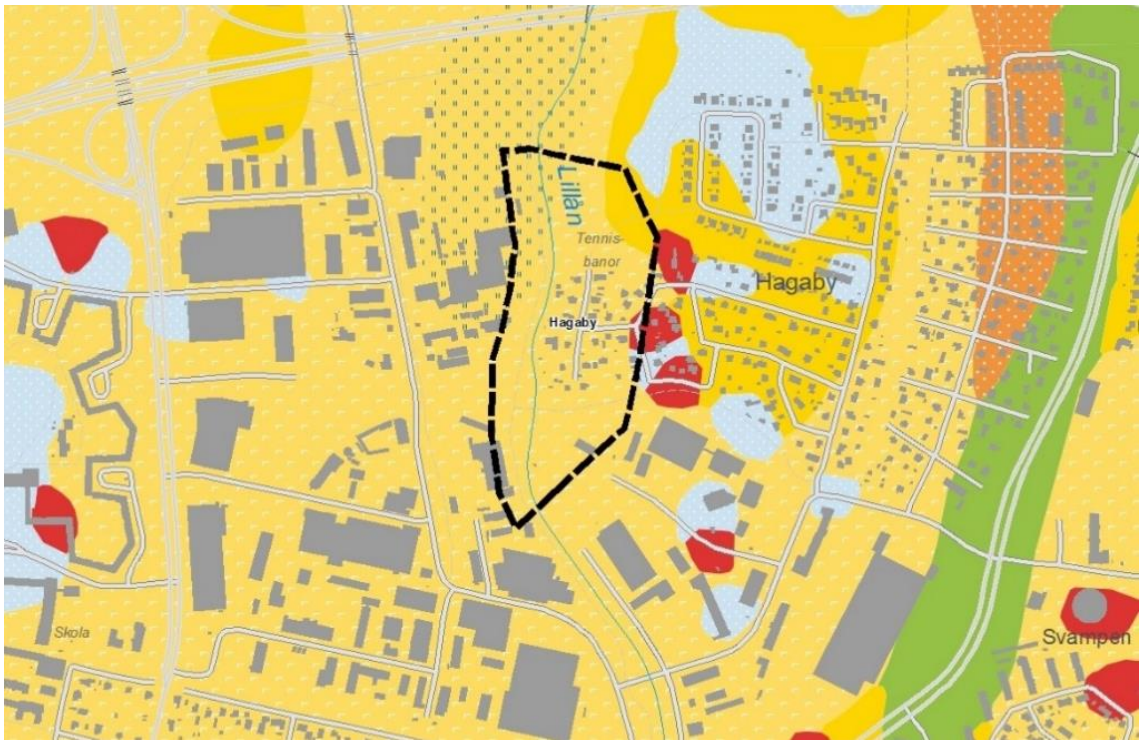
### *6.2.2 Hagaby*

Delområdet Hagaby är beläget norr om centrala Örebro och följer Lillån. Delområdet består i öster av ett bostadsområde och i väster av ett industriområde med större byggnader och upplag. Enligt jordartskartan består delområdet av postglacial finlera samt gyttjelera längst upp i norr.

Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +25,3 och +26,9. Bottennivån i Lillån är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +22,2 i undersökt sektion. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:2 och 1:3, baserat på terrängdata.

Jordlagren i undersökta borrpunkter består i huvudsak av sulfidhaltig lera med ett överlagrande skikt av siltig torrskorpelera alternativt fyllning bestående av silt och lera. Sonderat djup uppgår till mellan 11 m och 12,5 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå varierar i mätningar mellan +24,4 och +24,7 vilket motsvarar 1,4 m till 1,7 m under markytan från aktuellt grundvattenrörs position.




Figur 4. Utredningsområde Hagaby redovisas på SGU:s Jordartskarta.

### 6.2.3 *Lillåstrand*

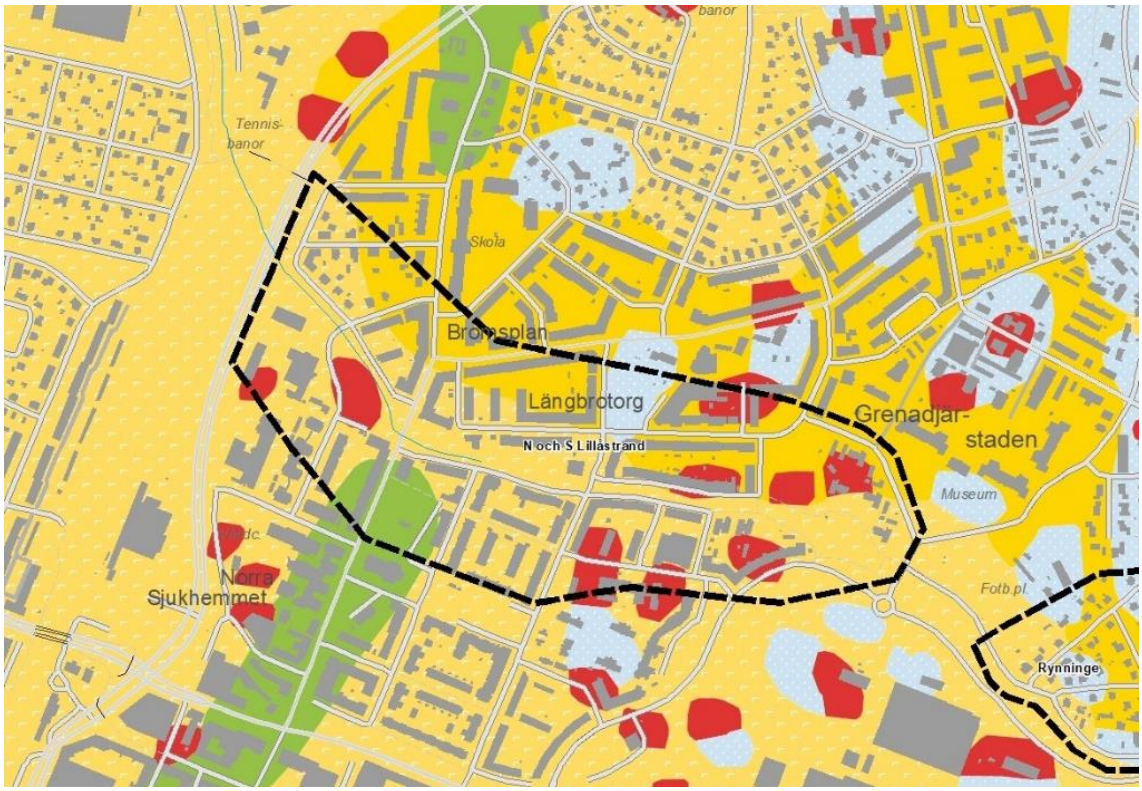
Delområdet Lillåstrand ligger strax norr om centrala Örebro. Området består av flerbostadshus i tre till sju våningar. Närmast Lillån finns GC-vägar och gator. Enligt jordartskartan består delområdet av glacial lera i norr och postglacial finlera i söder. Bitvis finns även berg och sandig morän. En stödmur finns på båda sidorna av Lillåstrand längs merparten av sträckan.

Längs merparten av Lillån båda sidor finns det stödmurar vars konstruktion och grundläggningsförhållande ej undersökts inom ramen för detta arbete. Även de närliggande byggnadernas och vägarnas grundläggning har ej heller undersökts.

Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +24,4 och +26,1. Bottennivån för betongtråget ligger omkring +21,0. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:1 närmast betongtråget och blir sedan flackare upp mot 1:5, baserat på terrängdata.

Jordlagren i undersökta borrpunkter består i huvudsak av sandig, siltig lera med sandskikt, alternativt fyllning bestående av sand, silt, grus och lera. Sonderat djup uppgår till mellan 2,5 m och 7,5 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå varierar i mätningar mellan +22,3 och +22,8 vilket motsvarar 2,5 m till 3,5 m under markytan från aktuella grundvattenrörs position.




Figur 5. Utredningsområde N och S Lillåstrand redovisas på SGU:s Jordartskarta.

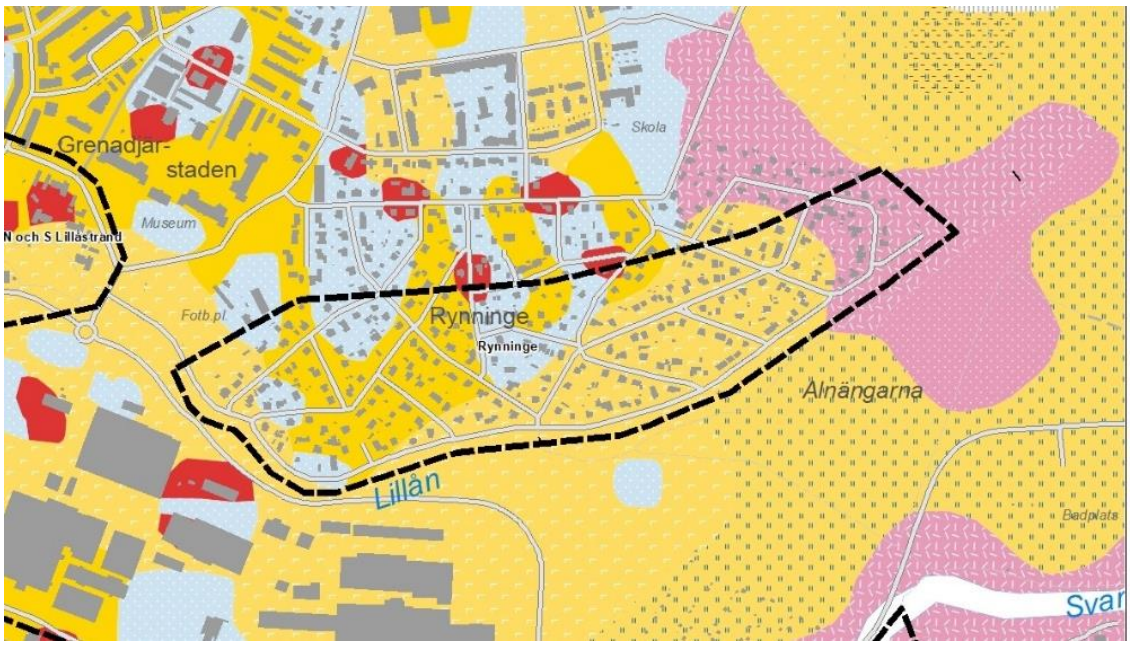
### 6.2.4 Rynninge

Delområdet Rynninge gäller endast norr om Lillån. Delområdet ligger nordväst om centrala Örebro och består av ett villaområde där en gata går närmast Lillån. Enligt jordartskartan består delområdet av glacial lera, postglacial finlera samt sandig morän och berg. Längst i öst finns även svämsediment lera-silt.

Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +22,8 och +24,0. Bottennivån i Lillån är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +20,5 i undersökta sektioner. Bedömd vattenyta ligger runt +22. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:2 och 1:3, baserat på terrängdata.

Jordlagren i undersökta borrpunkter består i huvudsak av sulfidhaltig lera med sand- och siltskikt, med ett överlagrande skikt av fyllning bestående av grus, sand och lera. Sonderat djup uppgår till mellan 5,5 m och 14 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå varierar i mätningar mellan +22,2 och +22,7 vilket motsvarar 0,6 m till 1,5 m under markytan från aktuella grundvattenrörs position.




Figur 6. Utredningsområde i Rynninge redovisas på SGU:s Jordartskarta.

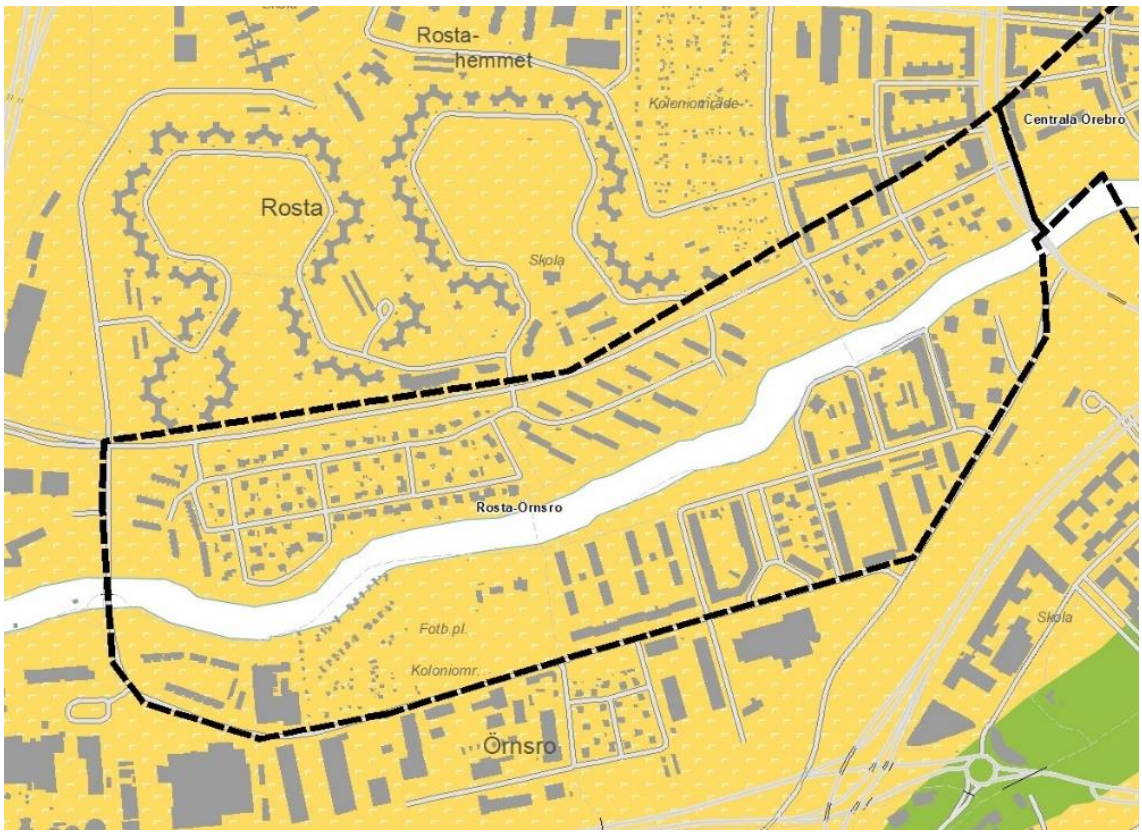
### 6.2.5 *Rosta och Örnsro*

Rosta och Örnsro ligger väster om centrala Örebro. Delområdet ligger intill Svartån och består av ett bostadsområde med villor och flerfamiljshus. Enligt jordartskartan består delområdet av postglacial finlera.

Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +27,4 och +28. Bottennivån i Lillån är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +23,8 i undersökta sektioner. Bedömd vattenyta ligger runt +26. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:1 och 1:2, baserat på terrängdata.

Jordlagren i undersökta borrpunkter består i huvudsak av siltig lera med sand- och siltskikt med ett överlagrande skikt av torrskorpelera alternativt fyllning bestående av grus, sand och lera. Sonderat djup uppgår till mellan 3,5 m och 8 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå varierar i mätningar mellan +26,3 och +26,6 vilket motsvarar 1,5 m till 3,0 m under markytan från aktuella grundvattenrörs position.




Figur 7. Utredningsområde i Rosta och Örnsro redovisas på SGU:s Jordartskarta.

### 6.2.6 *Centrala Örebro*

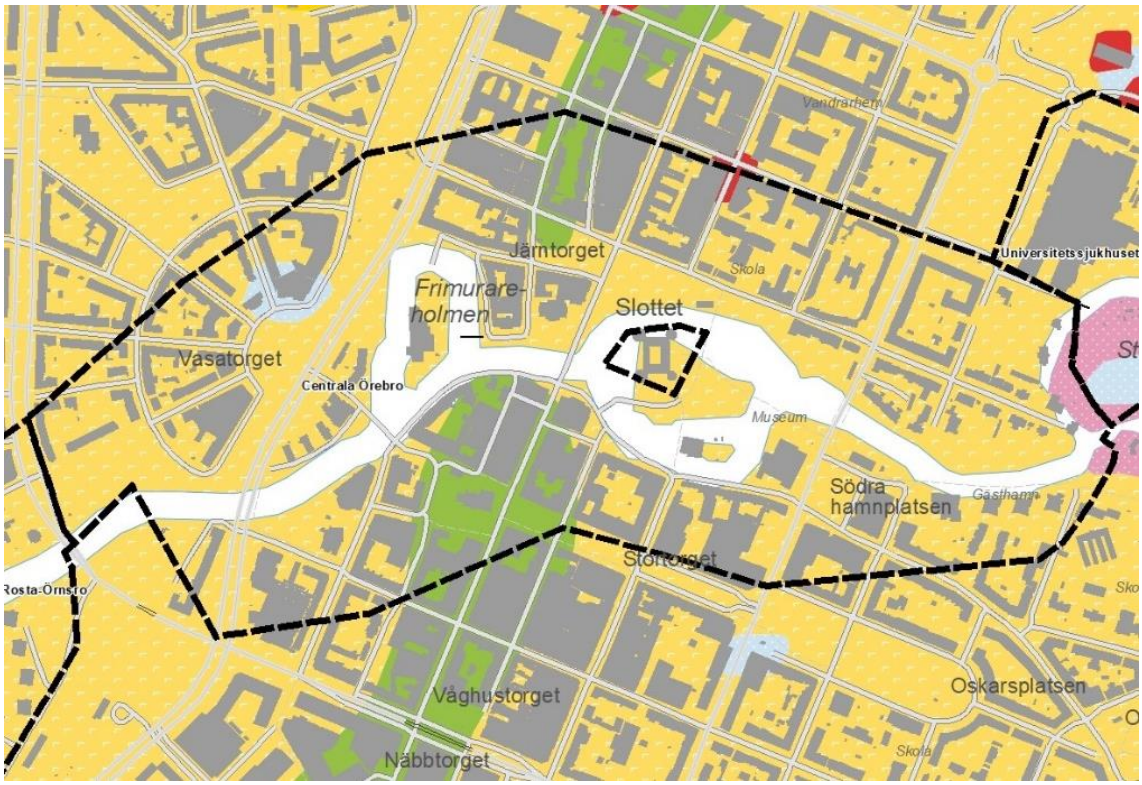
Delområdet utgörs av den centrala delen av Svartån i Örebro. Örebro slott och Frimurareholmen ligger som öar i Svartån. Bebyggelsen kring Svartån består till största del av 2 - 9 våningshus. I byggnaden är det företagsverksamhet i bottenplan och kontor eller bostäder i våningarna ovanför. I de flesta delarna är det en lokalgata mellan byggnad och Svårtån, men i vissa delar är byggnaden direkt intill Svartån. Där det är ett längre avstånd mellan byggnad och Svartån är det parkområden. Jordartskartan visar att delområdet består av postglacial finlera i stort, men i de centrala delarna finns även isälvssediment. Längs Svartån finns det stödmurar för stora delar av området.

Öster om Järnvägsbron finns det stödmurar längs stora delar av Svartån. Stödmurarnas grundläggningsförhållanden samt konstruktion har ej undersökts inom denna utredning.

Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +28,1 och +28,9. Bottennivån i Svartån är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +23,0 i undersökt sektion. Bedömd vattenyta ligger runt +26,0. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:1 och 1:2 på de få platser där det ej förekommer erosionsskydd, baserat på terrängdata. Bebyggd mark är förhållandevis platt.

Jordlagren i undersökta borrpunkter består i huvudsak av siltig lera med överlagrande skikt av siltig finsand, torrskorpelera och fyllning bestående av grus, sand och lera. Sonderat djup uppgår till mellan 4 m och 7 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts. Det skall noteras att ovanstående jordlagerprofil gäller för ett lokalt område i områdets västra del och representerar hela området. Denna del av Örebro har en genomgående ås i nord-sydlig riktning där lermäktigheten antas vara mycket begränsad vilket syns i utförda stabilitetsberäkningar. Sonderingar utförda nära Svartån har visat att botten utgörs av sand snarare än lera på flera platser och lera på några få platser. Påträffat arkivmaterial har använts för bedömning av jordlager i flera beräkningssektioner.

Grundvattnets trycknivå enligt mätningar har varit stabil på +26,3 motsvarande 1,8 m under markytan.




Figur 8. Utredningsområde i centrala Örebro redovisas på SGU:s Jordartskarta.

### 6.2.7 *Universitetssjukhuset*

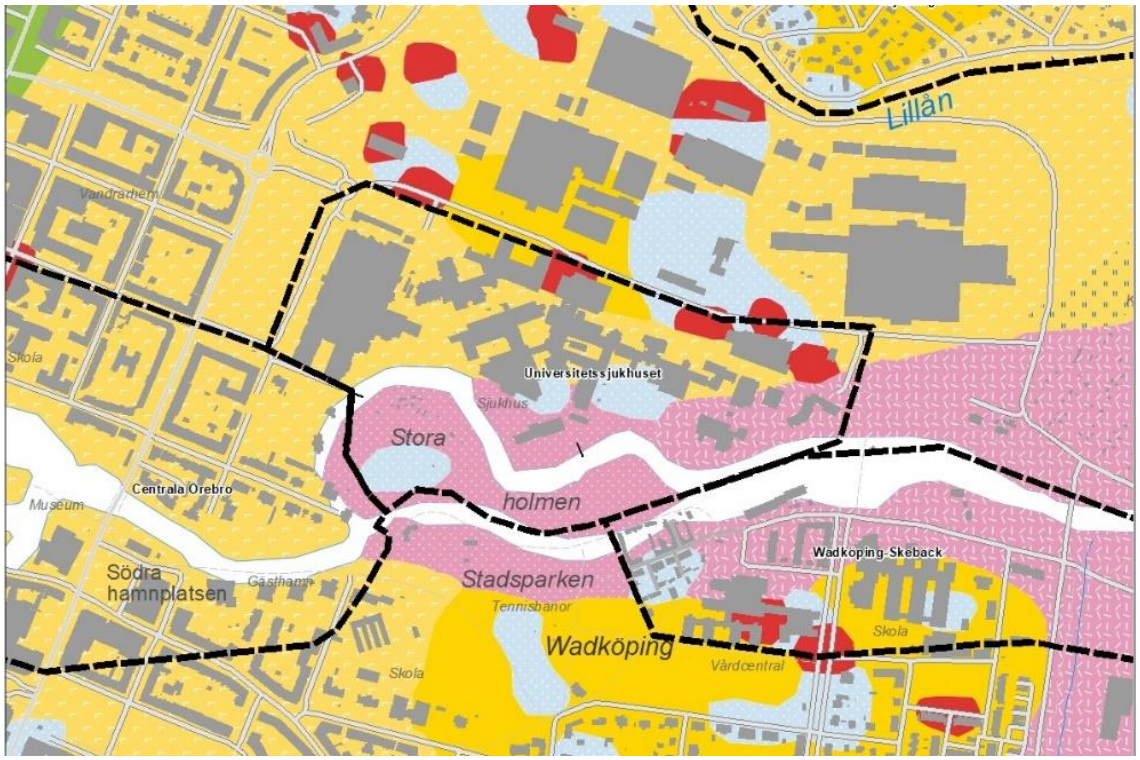
Svartån rinner i östlig riktning. Detta delområde ligger norr om Svartån och Stora holmen. Hela delområdet innefattar Universitetssjukhusets område som ligger strax öster om centrala Örebro. Bebyggelsen i delområdet består av sjukhusbyggnader i varierande våningshöjder. Stora holmen består av ett större parkområde utan bebyggelse. Jordartskartan visar att delområdet består av postglacial finlera och svämsediment av sand och lera-silt. I norra delen finns även glacial lera, sandig morän och berg.

På Stora holmens södra sida finns det erosionsskydd mot Stångån i form av en stenkonstruktion. Den norra sidan av Stora holmen saknar dock helt erosionsskydd. På universitetssjukhusets sida finns en stenmur som sedermera övergår till ett mindre erosionsskydd i form av en stenkonstruktion. Kartläggning av erosionskyddens konstruktion och grundläggning har ej utförts inom uppdragets omfattning.

Marknivån för inmätt undersökningspunkt var +25,8 och kringliggande mark har en nivå på upp till +26,2. Bottennivån i Svartån är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +23,0 i undersökt sektion. Bedömd vattenyta ligger runt +24,5. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:1 och 1:2 baserat på terrängdata. Bebyggd mark är förhållandevis platt.

Jordlagren i undersökt borrpunkt består i huvudsak av siltig lera med överlagrande skikt av sandig silt, torrskorpelera och fyllning bestående av sand. Sonderat djup uppgår till 5 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts. Då endast en enstaka borrpunkt utförts för området inom ramen för projektet har arkivmaterial använts för bedömning av jordlager i flera beräkningssektioner.

Grundvattnets trycknivå enligt mätningar har varit stabil på +23,6 motsvarande 2,2 m under markytan.




Figur 9. Utredningsområde Universitetssjukhuset redovisas på SGU:s Jordartskarta.

### 6.2.8 *Wadköping-Skebäck*

Delområdet ligger söder om Svartån. Området består i väster av trevåningsbyggnader där två byggnader ligger i direkt anslutning till Svartån, övriga byggnader har parkområde och gata i mellan. Östra delen består av mindre radhus, som har en gång- och cykelväg samt parkområde mot Svartån. Jordartskartan består av svämsediment av lera-silt och sand. Bitvis i väster finns även glacial lera, sanidg morän och berg. I öster finns även förekomst av gyttjelera. Längs den södra sidan av Svartån finns det en stödmur som övergår till en spontkonstruktion vid Skebäcksbron.

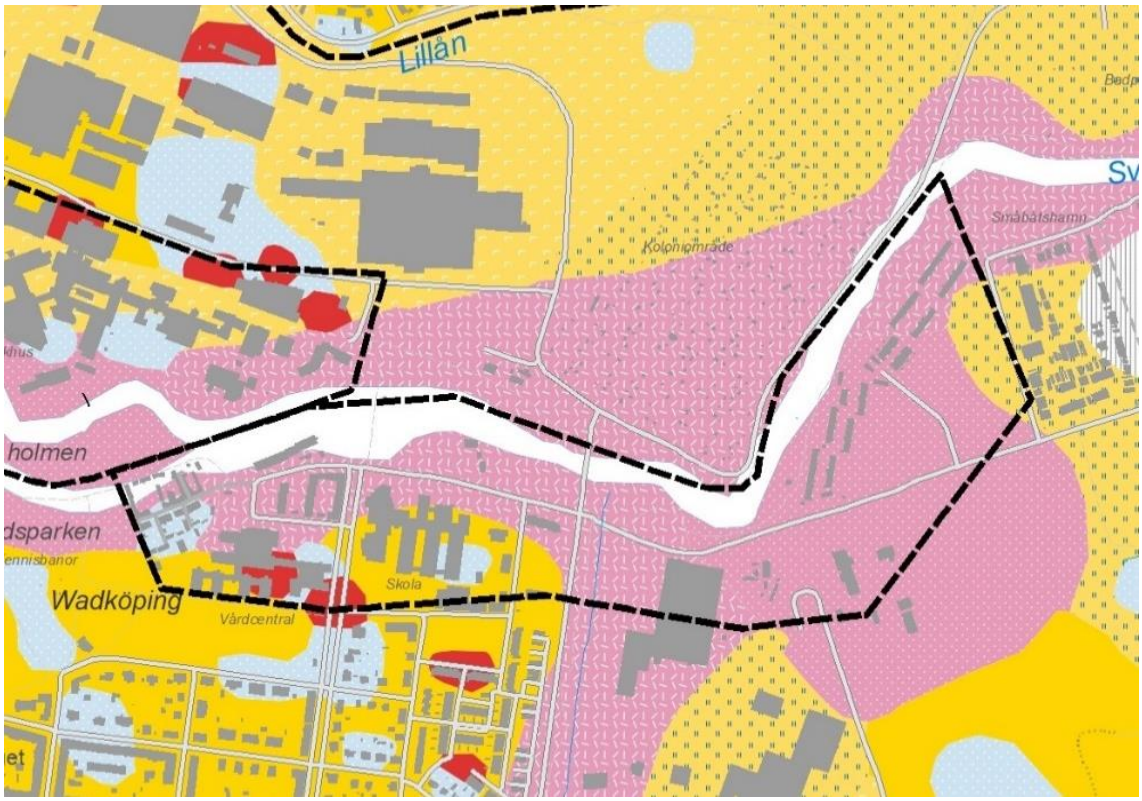
Marknivån för inmätta undersökningspunkter varierar mellan +23,0 och +25,2. Bottennivån i Svartån är inmätt genom ekolodning och ligger omkring +19 i undersökta sektioner. Bedömd vattenyta ligger runt +22,3. Släntlutningen från släntkrön ned mot vattendraget varierar omkring 1:1 och 1:2, dock är slänterna korta och längs västra halvan av området finns även erosionsskydd.

Jordlagren i undersökta borrpunkter på **västra** halvan av området består i huvudsak av sand med olika inslag av lera och/eller silt med överlagrande skikt av silt och fyllning bestående av grus, sand och lera. Sonderat djup uppgår till 4-5 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå enligt mätningar har varit stabil på +22,6 motsvarande 2,6 m under markytan.

Jordlagren i undersökta borrpunkter på **östra** halvan av området består i huvudsak av sulfidhaltig lera med överlagrande skikt av torrskorpelera och fyllning bestående av sand och grus. Sonderat djup uppgår till 13-14 m under markytan varpå stopp erhållits i fastare friktionsjord. Djup till berg har ej bestämts.

Grundvattnets trycknivå enligt mätningar har varierat mellan +22,8 och +23,0 motsvarande 1 m under markytan.




Figur 7 Utredningsområde Wadköping-Skebäck redovisas på SGU:s Jordartskarta.

# 7 STABILITETSBERÄKNINGAR

## 7.1 ALLMÄNT-BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Stabilitetsberäkningar har utförts med mjukvaran Slope/W version 8.15.4.11512. Analyserna har utförts som odränerad och kombinerad analys där kohesionsjord påträffats. Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Price metod för cirkulärcylindriska glidytor.

Slänternas geometri har tolkats (i höjdsystemet RH2000) utifrån Lantmäteriets höjddata (NNH Grid 1+). Noggrannheten för denna luftburna laserskanning uppges vara 0,1 m i höjd och 0,3 m i plan[2].

Bottenprofilerna i Svartån, Lillån och Älvtomtabäcken har i samband med denna översiktliga undersökning lodats inom den del som inverkar på stabilitetsförhållandena. Huvudsektionens lodning har även använts vid beräkningarna av de översiktliga sidosektionerna. I enstaka fall, där bottenprofilen bedöms vara avvikande från huvudsektionen, har en djupare bottenprofil i sidosektionen ansatts för att vara på den säkra sidan.

### *7.1.1 Riktvärden för säkerhetsfaktorn*

Stabilitetsutredningen har utförts enligt Skredkommissionens Rapport 3:95 och IEG Rapport 4:2010 där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för *Översiktlig stabilitetsutredning* för markområden

[2] https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/kvalitetsbeskrivning_dtm.pdf

med *Befintlig bebyggelse och anläggning*. Enligt ovanstående gäller följande riktvärden på säkerhetsfaktorn utifrån rådande förutsättningar, se Tabell 1.

Tabell 1 Rekommenderad säkerhetsfaktorn mot brott, IEG Rapport 4:2010 (Tabell 4.2).

| | |
|---|---|
| $F_c$ | > 2,0 |
| $F_{komb}$ | > 1,5 |
| $F_\phi$ | > 1,5 (sand) |

### 7.1.2 *Trafik- och marklaster*

Trafik- och marklaster har ansatts i de fall där de befunnit sig i aktivzonen av glidytorna (det vill säga i den pådrivande delen av glidytan). Då analyserade sektioner i denna översiktliga kartering är valda för att representera släntavsnitt med stor utbredning har markbelastningar (såsom trafiklast och bebyggelse) ansatts med en ”genomsnittlig”/representativ utbredning som förekommer inom det aktuella släntavsnittet, se Tabell 2.

Tabell 2 Trafik- och marklaster.

| Typ av last | (kPa) | *Anm.* |
|---|---|---|
| Gator och vägar | 20 | *TK Geo 13* |
| GC-väg | 5 | *TK Geo 13* |
| Byggnader | 10 | *Per våning* |

Trafiklasten har applicerats över hela gatans /vägens bredd.

### 7.1.3 *Grundvatten, portryck och vattennivå*

Vattendjup och lägsta vattennivå i vattendragen har bedömts utifrån observerade variationerna i vattenstånd, uppgifter från eventuella tidigare utredningar samt uppgifter om utseendet på de nu lodade bottenprofilerna hos vattendragen. Uppmätta värden på lägsta lågvatten (LLW) för respektive vattendrag saknas inom ramen för uppdraget.

I stabilitetsanalyserna har en bedömning av en sannolik dimensionerande grundvatten- och portrycksnivå i marken ansatts baserat på bland annat mätserier från installerade grundvattenrör, mätningar i provtagningshål samt erfarenhetsmässig bedömning.

## 7.2 VALDA BERÄKNINGSSEKTIONER

De studerade områdena i kommunen är till ytan stora. Beräkningssektionerna har fördelats för att täcka in så stora delar av utredningsområdet/kommunen som möjligt. Sektionsvalet baseras på lokaliserade stabilitetszoner i karteringens inledande fas (etapp 1A) vilka presenteras på kartbladen 1A.

Beräkningssektionerna har delats upp i två typer kallade K respektive Ö. Sektioner som benämns med ”K” är att betrakta som huvudsektioner (”Kontrollsektioner”) i vilka studier av de geotekniska parametrarna har genomförts. Studierna av de geotekniska parametrarna har baserat på nya fältundersökningar i samband med denna utredning.

Varje kontrollsektion (K-sektion) omges normalt av två översiktliga beräkningssektioner som är benämnda med ”Ö” (”Översiktlig sektion”) i vilka samma geotekniska beräkningsförutsättningar normalt använts som i den tillhörande kontrollsektionen, dock med annan (rådande) geometri hos markytan.

I tabell ”Förteckning över utförda stabilitetsberäkningar” (pärmflik 6) redovisas för samtliga beräknade sektioner använda beräkningsförutsättningar samt på vilken grund parametervalet utförts.

Beräkningssektionernas lägen i plan redovisas på karta 1B.

## 7.3 VALDA PARAMETRAR

### *7.3.1 Undersökningsmetoder*

Utgångspunkt vid val av geoteknisk undersökningsmetod har delvis varit att undersöka om det finns någon lera eller förekomst av lerinslag och dels för att ge ett underlag för tolkning av jordlagerindelning samt jordmäktighet. Vid förekomst av lerjord har även undersökningsmetod för bestämning av lerans hållfasthetsegenskaper utförts.

### *7.3.2 Jordlager och jordmäktighet*

Olika geotekniska undersökningsmetoder har olika fördelar och begränsningar, exempelvis är neddrivningsförmågan normalt sämre i en undersökningsmetod som lämpar sig bättre för tolkning av jordlagrens egenskaper. Utförda sonderingar med syftet att tolka jordlagren (tryck- och CPT-sonderingar) har därmed normalt stoppat i den fast lagrade bottenmoränen innan stopp på berg har uppnåtts. Som underlag för att översiktligt analysera och värdera stabilitetsförhållandena vid detta uppdrag är det dock av mindre betydelse att veta om undersökningarna stoppat i den fasta bottenmoränen eller på berg. Glidytorna med lägsta säkerhetsfaktor mot brott är vanligen betydligt grundare än så i sin utbredning, men för att inte styra/begränsa glidytornas utbredning mot djupet så har det i stabilitetsanalyserna valts att modellera ett mäktigt jordlager med bottenmorän där sonderingarna stoppat. Den verkliga mäktigheten kan i verkligheten vara såväl mindre som större än detta.

För att undvika eventuella framtida missförstånd är det av största vikt att känna till att modellerad mäktighet på bottenmoränen i stabilitetsanalyserna är antagen/bedömd, dvs den är ej bestämd vid geoteknisk undersökning. Modellerad jordmäktighet i utförda stabilitetsanalyser/stabilitetssektioner bör därmed inte användas som underlag för andra frågeställningar som exempelvis grundläggnings-, brunnsfrågor etc.

### *7.3.3 Egenskaper och jordparametrar*

Geotekniska egenskaper och jordparametrar för påträffade/förekommande jordlager av lera har tolkats/ utvärderats från resultatet av geotekniska undersökningar som utförda vid denna stabilitetskartering. Exempel på underlag som nyttjats till parametertolkning för lera (skjuvhållfasthet och tunghet) är tidigare utförda vingförsök, kolvprovtagningar samt nu utförda CPT-undersökningar (utvärderade med datorprogrammet Conrad tillsammans med resultatet av utförda jordprovtagningar). Som underlag för bedömning av egenskaperna i lera nyttjas även vissa empiriska relationer och erfarenhetsvärden.

I samband med denna översiktliga kartläggning, med tillhörande geoteknisk undersökning, har det inte utförts någon egenskaps- eller hållfasthetsbestämning på förekommande jordlager bestående av friktionsjord (sand, silt, grus och morän). Aktuella parametrar, såsom friktionsvinkel ($\phi$’) och tunghet ($\gamma$), baseras på empiriska relationer samt erfarenhetsvärden, enligt Trafikverkets publikation ”TK Geo”, tillsammans med resultatet av utförda sonderingar. Parametervalet är utfört för att representera ett relativt stort område. Det kan därmed ej uteslutas att det finns lokala områden mellan sektionerna med såväl lägre som högre hållfastheter och andra mäktigheter/djup än vad som använts i beräkningarna.

Valda parametrar för respektive beräknad sektion redovisas på respektive stabilitetsberäkning (pärmflik 8).

Sammanställning av utvärderade samt valda parametrar redovisas i Bilaga C.

## 7.4 UTFÖRDA ÅTGÄRDER

Vid fältbesiktning/kartering har erosionsskydd och stabilitetshöjande åtgärder påträffats. Dessa redovisas i planritning där de förekommer för respektive delområde.

## 7.5 UTFÖRDA BERÄKNINGAR

I utförda stabilitetsanalyser presenteras lägsta säkerhetsfaktor mot brott för olika typer av glidytor som påverkar slänten.

Lägsta säkerhetsfaktor mot brott som bestämts vid utförda analyser, redovisas på karta 1b (pärmflik 4) samt i sammanställningen (pärmflik 6). Samtliga beräknade sektioner redovisas dessutom i sin helhet under pärmflik 4.

# 8 SLUTSATS

## 8.1 OMRÅDESKLASSNING (RESULTATET PRESENTERAS PÅ KARTA 1B)

Syftet med denna utredning har varit att översiktligt kartlägga stabilitetsförhållandena inom bebyggda områden i kommunen. Kartläggningen kan sedan användas av kommunen för att se var och om behov av detaljerade eller kompletterande stabilitetsutredningar kan behövas. Huvuddelen av de resultat som framkommit i denna rapport redovisas på karta 1B (pärmflik 4).

På karta 1B redovisas färgade områden med följande syften:

Vit (omarkerat område) – Område som vid rådande förhållanden bedöms ha en tillfredsställande stabilitet, d.v.s. uppfyller rekommendationerna på stabiliteten för en översiktlig utredning enligt IEG Rapport 4:2010.

Vit med orange skraffering – Område som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller om tillräckligt med underlag för ”friskrivning” saknas, d.v.s. området är otillräckligt utrett. För dessa områden lämnas dock normalt inte rekommendation om detaljerad utredning då det vanligen saknas bebyggelse i områdets direkta närhet.

Orange – Område som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller område som är otillräckligt utrett. Detaljerad stabilitetsutredning (enligt Skredkommissionens anvisningar) rekommenderas. Som kriterier för att ett område skall påföras orange färg är antingen att den kombinerade/ dränerade analysen ger ett värde på säkerhetsfaktorn som är lägre än 1,5 (d.v.s. Fkomb <1,5 alt. Fφ <1,5) eller att den odränerade analysen ger ett värde lägre än 2,0 (d.v.s. Fc <2,0), värden motsvarande rekommendationer för en översiktlig stabilitetsutredning enligt IEG Rapport 4:2010.

Orange med svart skraffering – Område som översiktligt inte kan klassas som tillfredsställande stabilt eller område som är otillräckligt utrett. Detaljerad stabilitetsutredning bedöms som speciellt angeläget då risken för skred/ras bedöms som påtaglig. Områdesmarkeringen gäller generellt för områden där säkerhetsfaktorn mot brott är Fkomb <1,1 alt. Fφ <1,1 och Fc <1,3. Vid riskfyllda geotekniska

förhållanden såsom förekomst av kvicklera eller stor pågående erosionsaktivitet kan vidare utredning anses vara speciellt angelägna även med en något högre säkerhetsfaktor än denna angivna gräns.

Gult – Område som tidigare klassats som tillfredsställande stabilt eller område där stabiliserande åtgärder har vidtagits men där dagens gällande anvisningar enligt Skredkommissionen inte följts. Översyn av tidigare utredningar och åtgärder rekommenderas.

Gul med svart skraffering – Område där översyn av tidigare utredningar och åtgärder bedöms som speciellt angeläget. Områdesmarkeringen gäller generellt för områden där säkerhetsfaktorn mot brott är $F_{komb}$ <1,1 alt. $F_{\varphi}$ <1,1 och $F_c$ <1,3. Vid riskfyllda geotekniska förhållanden såsom förekomst av kvicklera eller stor pågående erosionsaktivitet kan vidare utredning anses vara speciellt angelägna även med en något högre säkerhetsfaktor än denna angivna gräns.

Denna kartering har koncentrerats på bebyggda områden vid dagens rådande förhållanden och ska därmed ej användas för någon form av nybyggnation.

Utanför markerat utredningsområde har ingen kartering eller värdering av stabilitetsförhållandena utförts i samband med denna utredning. Det innebär att det där kan förekomma områden med otillfredsställande stabilitetsförhållanden.

## 8.2 RESULTAT AV UTFÖRDA STABILITETSBERÄKNINGAR

### *8.2.1 Oxhagen*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Oxhagen uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 1,40 – 3,55 och $F_{komb}$ = 1,31 – 3,21.

Vid jämförelse med historiska flygbilder har justering av Älvtomtabäckens lokalisering utförts genom området. Tidigare hade den ett mer naturligt utseende där den snirklade sig genom åkermarken. Inom området centrala och södra delar finns två mindre höjder i terrängen som enligt historiska flygbilder var täckta av träd. Det kan inte uteslutas att dessa höjder består av fastmark. Ingen beräkning har utförts i läget för dessa.

### *8.2.2 Hagaby*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Hagaby uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 1,22 – 2,32 och $F_{komb}$ = 1,20 – 2,15.

### *8.2.3 Lillåstrand*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Lillåstrand uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 1,09 – 3,99 och $F_{komb}$ = 1,10 – 4,36.

De lägsta säkerhetsfaktorerna beror framförallt på osäkerheter kring byggnaders grundläggning. Om byggnaderna är grundlagda på fastmark eller pålade kan stor del av området klassas som tillfredställande.

### 8.2.4 *Rynninge*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Rynninge uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 0,76 – 1,77 och $F_{komb}$ = 0,96 – 1,91.

De farligaste glidytorna i respektive beräkningssektion uppkommer under bilvägen som är belägen nära sluttkrönet ner till Lillån.

Osäkerheter kring byggnaders grundläggning råder i området. Om byggnaderna är grundlagda på fastmark eller pålade kan stor del av området klassas som tillfredställande.

### 8.2.5 *Rosta och Örnsro*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Rosta och Örnsro uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 0,83 – 2,01 och $F_{komb}$ = 0,84 – 2,11.

Osäkerheter kring byggnaders grundläggning råder i området. Om byggnaderna är grundlagda på fastmark eller pålade kan stor del av området klassas som tillfredställande.

### 8.2.6 *Centrala Örebro*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Rosta och Örnsro uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 1,23 – 2,43 och $F_{komb}$ = 1,14 – 2,80.

Områden som undantas från denna klassificering och klassas som tillfredsställande, är den nya kulturbyggnaden samt Drottningsgatan. Kulturbyggnaden har grundlagts med pålad källare. Drottninggatan har tolkats bestå av ett fastmarksområde.

Vid fältbesök kunde det observeras att pågående erosion på båda sidor av Svartån vid västra delen av området samt på västra sidan av Frimurarholmen och redovisas på karta 1a och 1b.

### 8.2.7 *Universitetssjukhuset*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Universitetssjukhuset uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 1,19 – 2,40 och $F_{komb}$ = 1,15 – 2,39.

Längs universitetssjukhusets sida om Svartån har området i sin helhet klassats som orange.

Stora holmen har ej undersökts och SGU:s jordartskarta anger att Stora holmen kan bestå av morän. I beräkningssektionerna har dock Stora holmen och kullen antagits bestå av lera i översta lagren för att räkna på säkra sidan.

### 8.2.8 *Wadköping-Skebäck*

Stabilitetsförhållandena för vissa av slänterna i utredningsområdet Wadköping-Skebäck uppfyller inte rekommenderad säkerhetsnivå för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt IEG Rapport 4:2010.

Säkerhetsfaktorn mot brott varierar, $F_c$ = 1,30 – 3,98 och $F_{komb}$ = 1,21 – 4,01.

Längs Svartån finns det en stödmur som öster om Skebäcksbron övergår till en spontkonstruktion. Både stödmuren och spontkonstruktionen har ej undersökts vidare inom ramen för uppdraget.

Husen i närhet till Svartån är sannolikt grundlagda på pålar men då ingen information om detta har påträffats kan grundläggning på lera inte uteslutas.

## 8.3 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Vid denna översiktliga kartering har flertalet områden lokaliserats (enligt karta 1B) inom vilka stabilitetsförhållandena inte uppfyller rekommendationerna enligt IEG Rapport 4:2010.

För de lokaliserade områdena som inte uppfyller tillfredsställande stabilitetsförhållanden föreslås:

1. Upprättande av en inbördes prioriteringslista/prioriteringsordning av områdena att använda som beslutsunderlag för hur man bör gå vidare med dem
2. Utförande av ytterligare utredningar/undersökningar
3. Projektering av eventuella stabilitetsförbättrande åtgärder
4. Eventuell ansökan om statsbidrag för utförande av stabilitetsåtgärder

Vidare föreslås att karta 1B kontinuerligt uppdateras med nya och pågående uppdrag som medför att kartbilden förändras. Kartan bör även uppdateras med eventuella uppdrag som är utförda och ej kommit till vår kännedom inom denna utredning.

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

**WSP Sverige AB**

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
**wsp.com**