

JANUARI 2020, REV A: DECEMBER 2020, REV B: FEBRUARI 2021
KUNGÄLVS KOMMUN

FÖRDJUPAD ÖVERSIKTSPLAN (FÖP) YTTERBY

PM GEOTEKNIK OCH BERGTEKNIK



COWI

JANUARI 2020, REV A: DECEMBER 2020
KUNGÄLVS KOMMUN

FÖRDJUPAD ÖVERSIKTSPLAN (FÖP) YTTERBY

PM GEOTEKNIK OCH BERGTEKNIK

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A130637	A130637-4-02-PME-001-REV-B

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
3.0	2020-01-31 REV A 2020-12-07 REV B 2021-02-24		V. Bouvier C. Edström E. Jägryd M. Persson Rev: A. Håkansson	C. Junkers Rev: C. Edström	C. Edström Rev: C. Edström

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	1
2	Objekt	3
3	Syfte	4
4	Utförda undersökningar	5
5	Exploateringsförslag	7
6	Topografiska förhållanden	10
7	Geotekniska förhållanden	12
8	Bergtekniska förhållanden	16
9	Stabilitetsbedömning	17
10	Sättningsbedömning	37
11	Radon	38
12	Konsekvenser klimatförändringar	40
13	Slutsatser och rekommendationer	41
14	Referenser	43

BILAGOR

Bilaga 1	Karta över stabilitetsklassning
Bilaga 2	Fältbesiktningsprotokoll
Bilaga 3	Sammanställning arkivmaterial
Bilaga 4a	Karta över identifierade riskområden tillsammans med ortofoto bakgrund
Bilaga 4b	Karta över identifierade riskområden tillsammans med topografisk bakgrund

1 Sammanfattning

Kungälv kommun utför en fördjupad översiktsplan (FÖP) för Ytterby med fokus att förtäta bebyggelsen inom Ytterbys centrum samt möjliggöra ett attraktivt boende med kvalitativa grönområden.

Det aktuella området för FÖP Ytterby består generellt av kuperad terräng med höjdparter som utgörs av fastmark och berg i dagen och mellanliggande dalgångar som utgörs av lösjordsmark. Inom områden med lösjordsmark utgörs jordlagerföljden i huvudsak av lera med varierande mäktighet ovan friktionsjord som vilar på berg. Lokalt förekommer organiska ytlager med torv, gyttja och dy inom området.

Utförd stabilitetsbedömning visar att skredrisk föreligger i områden där markytan inte är flack. Störst skredrisk bedöms finnas i anslutning till befintliga vattendrag. Kvikklara förekommer inom området och kan vid ett eventuellt skred leda till stor omgivningspåverkan. Inom FÖP området finns inga ytor där exploatering ur en geoteknisk synvinkel inte rekommenderas. Dock kommer troligtvis exploatering i nära anslutning till befintliga vattendrag innebära stabilitetsförbättrande åtgärder.

Utförd sättningsbedömning visar att leran huvudsakligen är normal- till svagt överkonsoliderad. Inom dessa områden förekommer risk för sättningar vid byggnation och uppfyllningar på markytan.

I FÖP angivna fokusområden är det främst område 1 (östra centrum) och område 4 där de geotekniska förhållandena till stor del kommer att påverka och styra möjligheterna till framtida exploatering.

Med avseende på berg bedöms inget av angivna fokusområden innehålla sammanhängande områden vars observerade bergkvalitet gör exploatering direkt olämplig. Inom området förekommer dock ett antal befintliga bergslanter som kan behöva åtgärdas och förstärkas. Dessa områden är dock antalsmässigt och geografiskt begränsade och ligger utanför fokusområdena. Bergslanterna kan påverkas av markvibrationer (exempelvis från sprängning) eller förändringar i släntlutning, varvid blockutfall och ras inte kan uteslutas om förstärkningsåtgärder inte vidtas.

I huvudsak förväntas låga till normala radontillskott från förekommande bergarter. Tidigare utförda flygmätningar av strålning påvisar dock ställvis förhöjda halter av uran. I dessa utpekade områden kan markradon ge negativa hälsoeffekter om området bebyggs på ett felaktigt sätt.

Utförd utredning gällande geotekniska och bergtekniska frågeställningar är i nuvarande skede med fördjupad översiktsplan, allmänt hållna och behöver kompletteras i detaljplaneskede och eventuellt av exploatörer i byggskede. Nu presenterade resultat är ett första steg varav avvikelser mot framtida undersökningar kan förekomma.

2 Objekt

COWI AB har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en övergripande geoteknisk och bergteknisk utredning i samband med framtagandet av fördjupad översiktsplan (FÖP) för Ytterby i Kungälv kommun.

Ytterby ligger ca 3,5 km väster om Kungälv centrum. Det aktuella området avgränsas av Nordre älv i söder, Komarken och Rollsbo i öster samt skogsmark och åkermark i norr och väster. För lokalisering av aktuellt området se Figur 1.



Figur 1. FÖP området markerat med vitstreckad linje.

FÖP ska konkretisera Kungälv kommunens mål och visioner för Ytterby. Ytterby beskrivs som ett stationssamhälle och FÖP ska möjliggöra ett attraktivt boende med kvalitativa grönområden och med bra koppling till kollektivtrafiken som har en central placering.

3 Syfte

Utredningen syftar till att beskriva geologiska, geotekniska och bergtekniska förhållanden för Ytterby. Utredningen ska även översiktligt bedöma stabilitetsförhållanden i jord, bergstabilitet med avseende på blockutfall och ras, sättningsförhållanden och geotekniska frågeställningar kopplade till klimatförändringar.

Utförd utredning gällande geotekniska och bergtekniska frågeställningar är i nuvarande skede med fördjupad översiktsplan, allmänt hållna och behöver kompletteras i detaljplaneskede och eventuellt av exploatörer i byggskede. Nu presenterade resultat är ett första steg varav avvikelser mot framtida undersökningar kan förekomma.

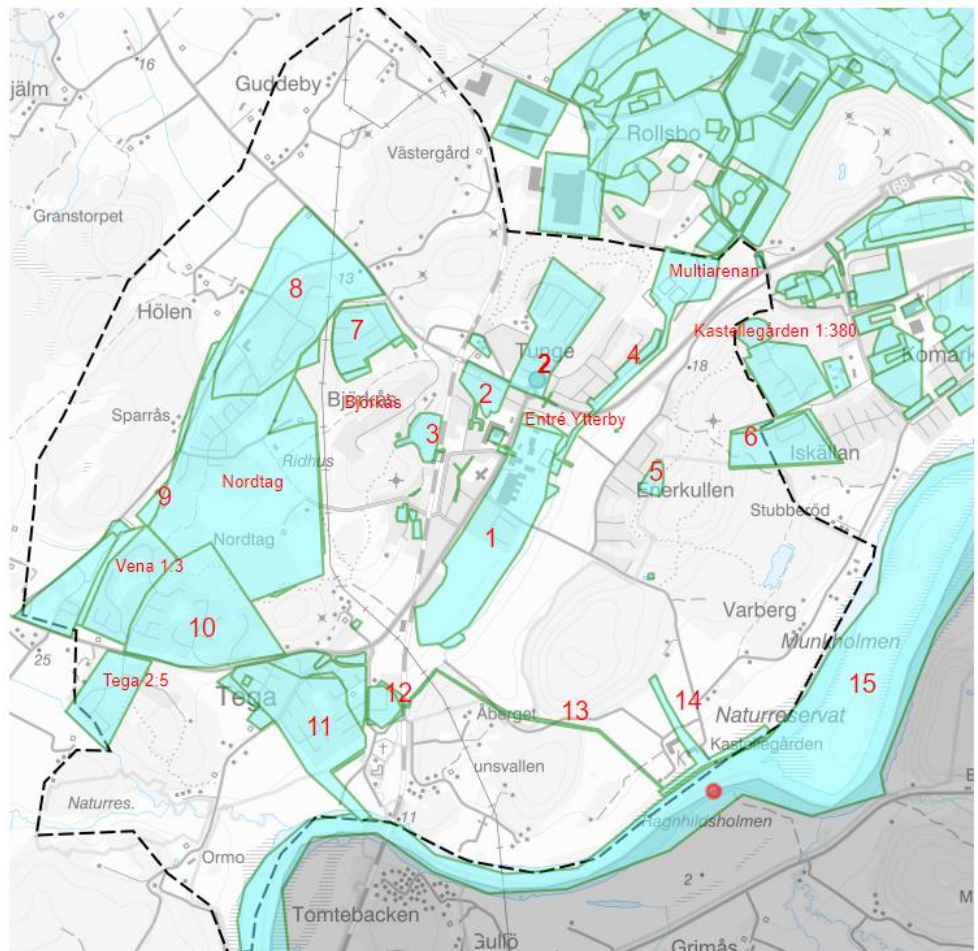
4 Utförda undersökningar

COWI AB utförde okulär fältbesiktning för enstaka observationspunkter inom rubricerat område under vecka 50 år 2019. Fältprotokoll från utförd besiktning finns sammanställda i bilaga, se bilageföreteckning.

Nu utförd fältbesiktning har använts tillsammans med tidigare utförda undersökningar, se Kapitel 4.1 Arkivmaterial, samt kartmaterial erhållit från Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Lantmäteriet, se Kapitel 4.2 Kartmaterial, för att översiktligt bedöma de geotekniska och bergtekniska förhållandena för Ytterby.

4.1 Arkivmaterial

Geotekniska undersökningar och utredningar har tidigare utförts inom de markerade områdena i Figur 2. Handlingar har erhållits från Kungälv kommun och ur COWI AB:s interna arkiv. En lista över använda handlingar finns sammanställd i bilaga, se bilageförteckning.



Figur 2. Områden i vilka tidigare geotekniska undersökningar och utredningar utförts är markerade med turkosa polygoner och numrerade från 1 till 15 (Kungälv kommun, 2019)

4.2 Kartmaterial

Tillgängliga nationella dataset från Lantmäteriet och Sveriges geologiska undersökning (SGU) har tillhandahållits genom Kungälv kommun och använts för att utföra en översiktlig stabilitetsklassning för området med hjälp av Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB) metod (jämför Hedfors och Rodhe, 2018), resultaten redovisas i bilaga, se bilageföreteckning.

Använt dataunderlag för stabilitetsklassning av områden med jordtäckte:

- > Lantmäteriets nationella höjdmodell, GRID 2+
- > SGU:s digitala jordartsdata framtagen för presentation i skala 1:50 000
- > SGU:s kartvisare för skred och raviner

Använt dataunderlag för stabilitetsklassning av risker för ras och blockutfall i berg:

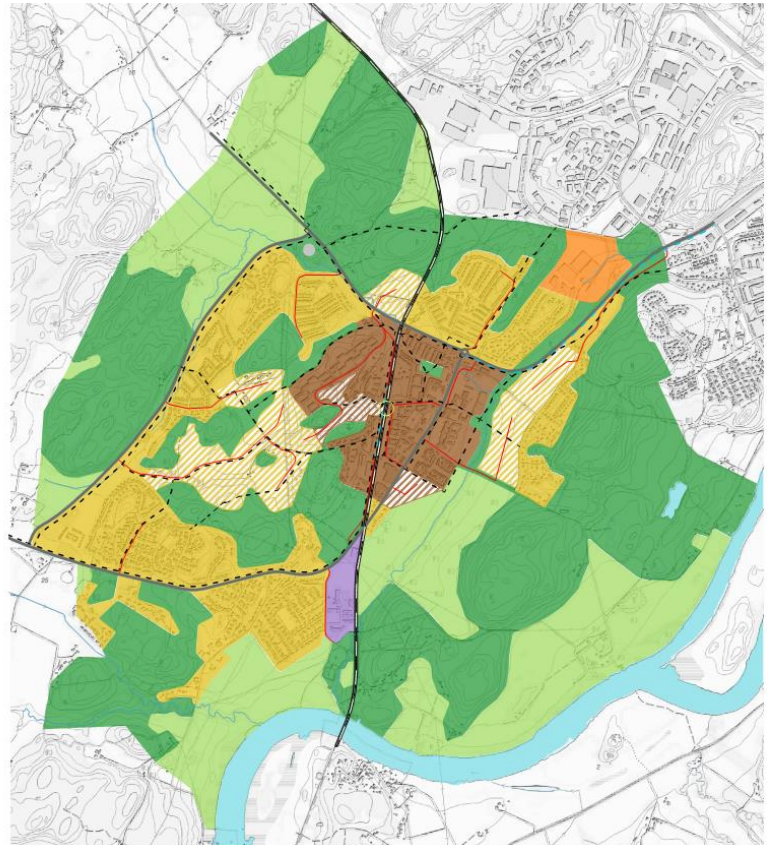
- > Lantmäteriets nationella höjdmodell, GRID 2+
- > Strukturgeologisk information från SGU:s digitala berggrundskarta framtagen för presentation i skala 1:50 000

5 Exploateringsförslag

FÖP Ytterby beskriver Kungälv's kommuns övergripande exploateringsplaner för Ytterby. Inom FÖP beskrivs markanvändning för bebyggelse, verksamheter, idrott, natur- och rekreationsområde samt jordbruk. I Figur 3 visas mark- och vattenanvändningskarta från samrådshandling för FÖP området.

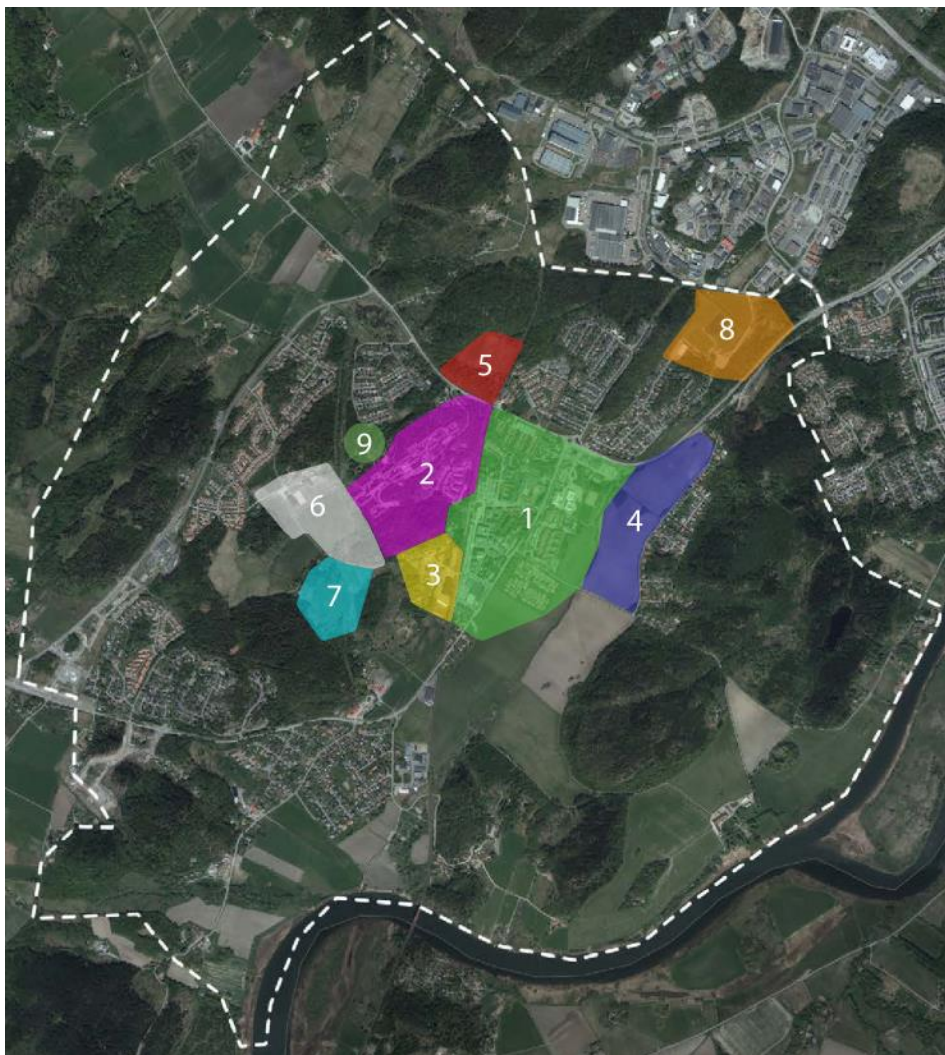
MARK- OCH VATTENANVÄNDNINGSKARTA

- Teckenförklaring
- Centrumbebyggelse förtätning
 - Centrumbebyggelse ny
 - Blandad bebyggelse befintlig
 - Blandad bebyggelse ny
 - Verksamheter
 - Idrott
 - Natur och rekreationsområde
 - Jordbruksmark
 - Vatten
 - Järnvägsreservat
 - Järnväg
 - Genomfartsväg
 - Huvudgata
 - GC Huvudstråk
 - Bussgata
 - Återvinningscentral
 - Ytterby resecentrum



Figur 3. Mark- och vattenanvändningskarta (Kungälv's kommun, 2019)

I FÖP för Ytterby presenteras nio fokusområden, se Figur 4, där avsikten är att framförallt förtäta områdena nära Ytterby Station (fokusområde 1).



Figur 4. Fokusområden 1–9 inom området för FÖP (Kungälv kommun, 2019)

Inom fokusområde 1 som utgörs av centrala Ytterby planeras ny centrumbebyggelse samt förtätning av befintlig centrumbebyggelse med byggnader för bostäder, kontor, centrumverksamhet och service. För centrumbebyggelsen föreslås byggnadshöjder mellan 4 och 5 våningar samt enstaka högre hus där detta bedöms vara lämpligt. Ny bebyggelse ska minska i skala i gränsen mot de öppna jordbrukslandskapen. Stationsområdet planeras att byggas om till ett resecentrum. Längs med Kyrkebäcken föreslås ett parkstråk och en omgestaltning av Kyrkebäcken föreslås för att ge bäcken ett mer slingrande lopp.

Inom fokusområde 2 föreslås i huvudsak förtätning med nya bostäder. Inom området Östra porten föreslås att nya byggnader ska ha en våningshöjd på upp till 5 våningar. Inom området Porteberget föreslås nya byggnader ha en våningshöjd på ca 7 våningar.

Inom fokusområde 3 föreslås funktionsblandad bebyggelse med våningshöjder upp till 5 till 6 våningar samt anläggning av en ny vägförbindelse längs järnvägen som ansluter till Torsbyvägen. Plankorsningen vid City Gross planeras på sikt att tas bort och ersättas av en planskild passage med Bohusbanan.

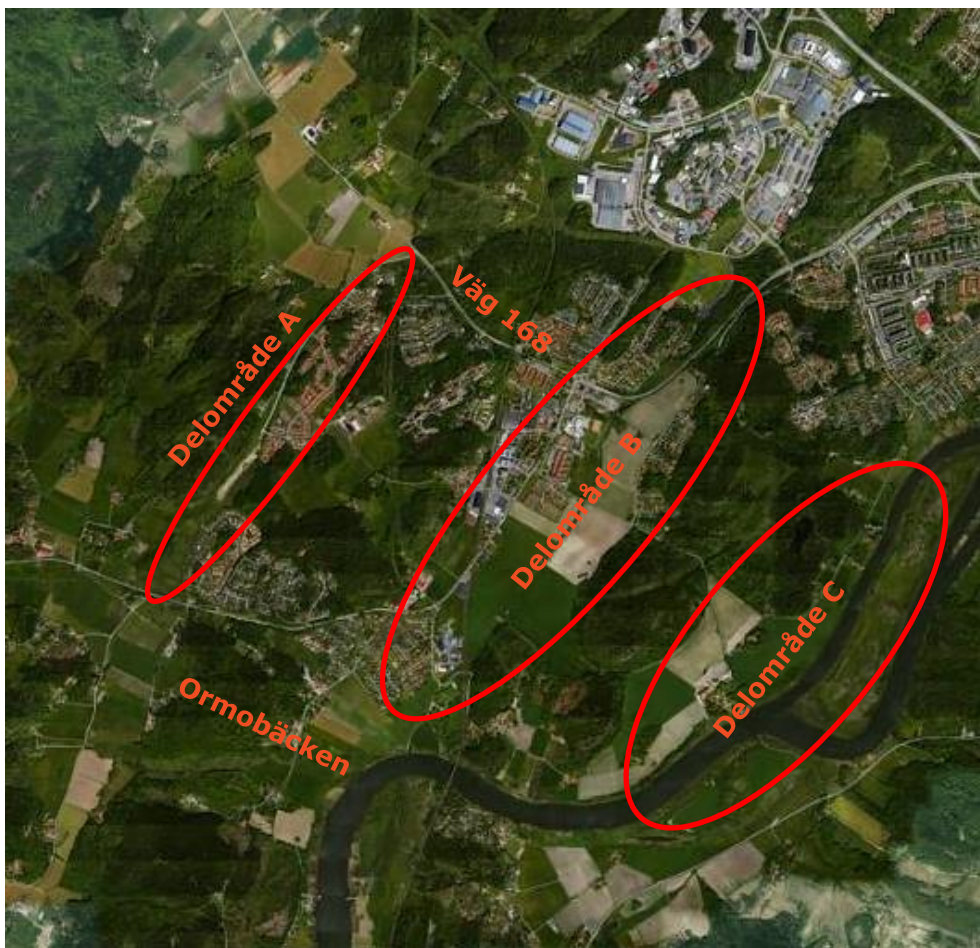
Inom fokusområde 4 till 7 föreslås i huvudsak bostadsbebyggelse. Inom område 4 föreslås nya byggnader ha våningshöjder mellan 2 och 4 våningar, inom område 5 till 7 föreslås våningshöjder mellan 2 och 5 våningar. Inom område 5 och 6 föreslås även anläggning av dagvattendammar.

Inom fokusområde 8 föreslås byggnation av en multiarena som i huvudsak ska utgöra en anläggning för is-sporter.

Inom fokusområde 9 föreslås byggnation av ny förskolebyggnad, bostäder samt anläggning av en översvämningssyta. Nya byggnader planeras att ha våningshöjder mellan 2 och 5 våningar.

6 Topografiska förhållanden

Inom planområdet finns i huvudsak områden bebyggda med en stor andel småhus, åker- och betesmark samt hårdgjorda ytor i anslutning till kommersiella fastigheter. Området karakteriseras av höjdparter i nordostlig till sydvästlig riktning. Mellan höjdparterna finns tre utmärkande dalgångar, se Figur 5.



Figur 5. Dalgångar översiktligt markerade med röda linjer (eniro.se, 2020)

Dalgången längst i nordväst (delområde A) är relativt smal och utgörs främst av Sparråsvägen samt befintlig bebyggelse. I norr finns även åkermark. Genom dalgången rinner ett vattendrag längs med Sparråsvägen. Vattendragets storlek varierar inom delområdet och är delvis kulverterat, ett vägdike eller en bäck. Dalgången omges av berg i dagen och befintlig bebyggelse är till stor del förlagd på fastmarkspartier.

Dalgången i den centrala delen av Ytterby (delområde B) utgörs i huvudsak av åkermark som lutar svagt ner mot vattendraget Kyrkebäcken. Kyrkebäcken rinner i nordöstlig-sydvästlig riktning med sitt utlopp mot Nordre älv. Längst i väster och i anslutning till Nordre älv har Kyrkebäcken ett meandrande utseende. Inom dalgången ryms en stor del av Ytterbys centrum med tillhörande Station. Längst i söder sluttar dalgången ner mot vattendraget Nordre älv.

Dalgången längst i sydost (delområde C) utgörs främst av åkermark med ställvis bebyggelse. Nordre älv rinner genom dalgången i nordöstlig-sydvästlig riktning, se Figur 6.



Figur 6. Nordre älv i delområde C (COWI AB, 2019)

Längst i sydväst återfinns Ormobäcken som rinner i västlig-sydostlig riktning. I söder och i anslutning till Nordre älv har vattendraget ett kraftigt meandrande utseende.

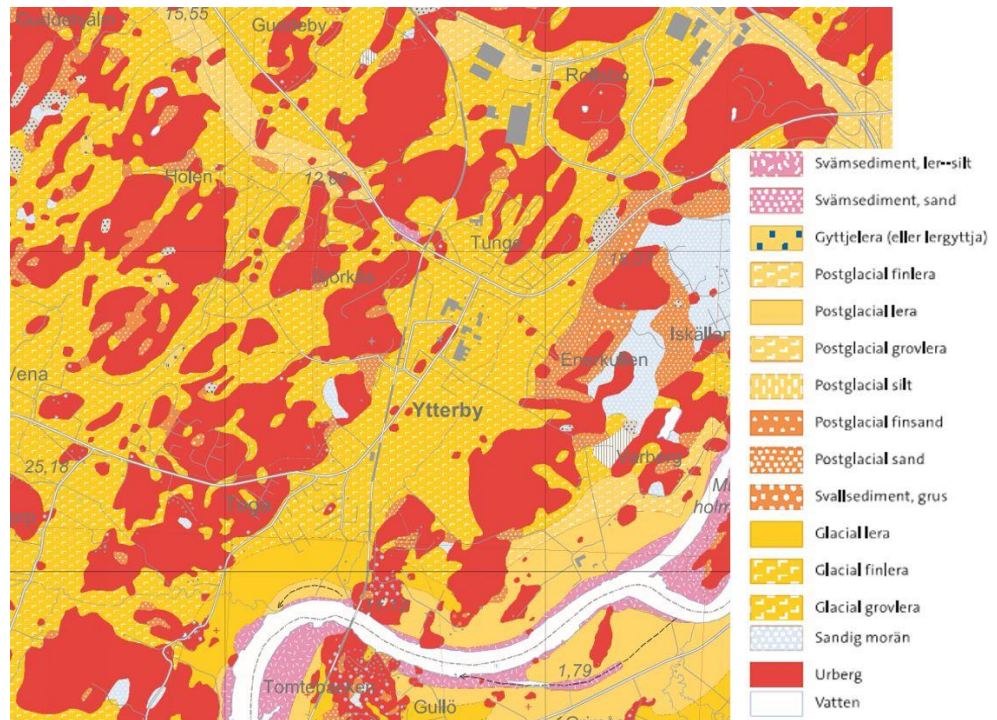
Längst i norr finns ett vattendrag längs Väg 168 Marstrandsvägen som rinner i nord-sydostlig riktning.

Topografin i området karaktäriseras av enstaka höjdområden. Dessa sammanfaller med förekomster av berg i dagen. Flackare lösmarksområden förekommer mellan höjdpartierna. Generellt ökar markytans nivå från Nordre älv i sydost, där markytans nivå är ca +0, mot norr där markytans nivå inom de två utpekade dalgångsavsnitten längst i nordväst (delområde A och B) varierar mellan ca +10 och +25. Inom höjdpartierna varierar markytans nivå mellan ca +25 och +60.

7 Geotekniska förhållanden

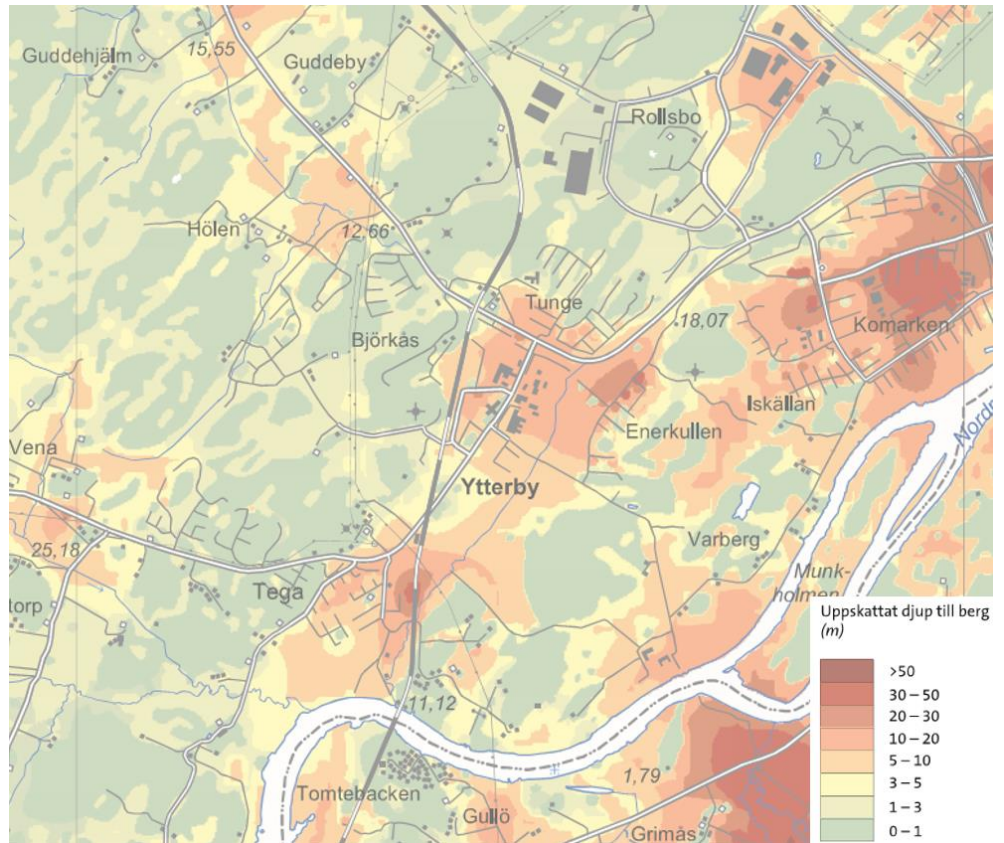
7.1 Jordarter

Jordlagerföljden enligt SGU:s jordartskarta utgörs främst av berg inom höjdpartierna och lera i dalgångarna, se Figur 7. Lokalt finns områden med friktionsmaterial i form av sand och sandig morän. I anslutning till Nordre älv finns svämsediment.



Figur 7. SGU:s jordartskarta (SGU, 2019)

Inom det aktuella området varierar jorddjupet mellan ca 0 och 50 m. Jorddjupet är som störst i dalgångarna kring Kyrkebäcken och Nordre älv (delområden B och C) där jorddjup på över 50 m lokalt påträffas, enligt SGU:s jorddjupskarta, se Figur 8.



Figur 8. SGU:s jorddjupskarta (SGU, 2019)

7.2 Jordlagerföljd och egenskaper

Tidigare utförda undersökningar visar att inom dalgångarna med lösmarkspartier, se Figur 5, utgörs jordlagerföljden i huvudsak av lera med varierande mäktighet ovan friktionsjord som vilar på berg. Lokalt förekommer organiska ytlager med torv, gyttja och dy inom området.

Inom dalgången längst i nordväst (delområde A) varierar lerans mäktighet mellan ca 0 och 30 m. Lerdjupet är generellt störst längst i nordost och minskar mot sydväst. Det översta lagret av leran utgörs av en torrskorpa vars mäktighet varierar mellan ca 0 och 3 m, torrskorpans mäktighet tenderar att vara något större i sydväst. Friktionsjordens mäktighet under leran varierar mellan ca 0,2 och 1 m i nordost och ökar upp mot ca 10 m i sydväst.

Inom dalgången i den centrala delen av Ytterby (delområde B) varierar lerans mäktighet mellan ca 5 och 50 m. Det översta lagret av leran utgörs av en torrskorpa vars mäktighet varierar mellan ca 0 och 3 m. Leran varierar mellan att underlagras av en friktionsjord till att ligga direkt på berg.

Inom dalgången längs sydost (delområde C) som följer Nordre älv finns det enbart tillgång till ett fåtal tidigare utförda geotekniska fältundersökningar. Lerans och underliggandes friktionsjords mäktighet är därför svårbedömd. Enligt

sonderingar, som utfördes i samband med ombyggnad av Kastellegården, varierar lerdjupet mellan ca 20 och 25 m.

Inom hela området för FÖP är lerans skjuvhållfasthet huvudsakligen mycket låg till låg. Lerans sensitivitet är mellan- till högsensitiv och kvicklera förekommer. Leran är i huvudsak mellan- till högplastisk. Leran är generellt normal- till svagt överkonsoliderad.

Kvicklera förekommer ställvis inom området. Att leran är kvick innebär att den förlorar en stor del (>98%) av sin ursprungliga skjuvhållfasthet vid omrörning och att den resulterande skjuvhållfastheten blir mycket låg. Vid störning, exempelvis vid mindre naturliga skred vid vattendrag eller vid oförsiktiga, ej genomtänkta markarbeten, kan leran således bli flytande vilket bidrar till att små ursprungliga skred inom loppet av några få timmar kan utvecklas till mycket större skred som stannar av först när vattendragen fördäms och inte kan ta emot mer massor eller då skredets bakkant når berg eller fastmark.

7.3 Hydrogeologiska förhållanden

Tidigare utförda undersökningar visar att grundvattenytan inom lösmarkspartierna varierar mellan att vara belägen i markytan och vid underkant torrskorpelera på ca 1 till 2 m djup under markytan. I flertalet undersökningar har en artesisk portrycksfördelning erhållits med motsvarande vattentryck med en fri grundvattenyta ca 1 till 1,5 m över markytan. Vid platsbesök informerade fastighetsägare om säsongvisa översvämningar.

Förekommande uttagsbrunnars kapacitet och förekomst beskrivs i SGU:s brunnsarkiv. Ett utdrag ur arkivet visar att majoriteten av brunnar i området används för energiutvinning (främst bergvärme) och att antalet brunnar för dricksvattenuttag är få.



Brunnar

Energibrunnar

- Energibrunn, fel i läge <100 m
- Energibrunn, fel i läge <250 m
- Energibrunn, osäkert läge
- Energibrunn, ej lägeskontrollerad

Vattenbrunn

- Vattenbrunn, fel i läge <100 m
- Vattenbrunn, fel i läge <250 m
- Vattenbrunn, osäkert läge
- Vattenbrunn, ej lägeskontrollerad

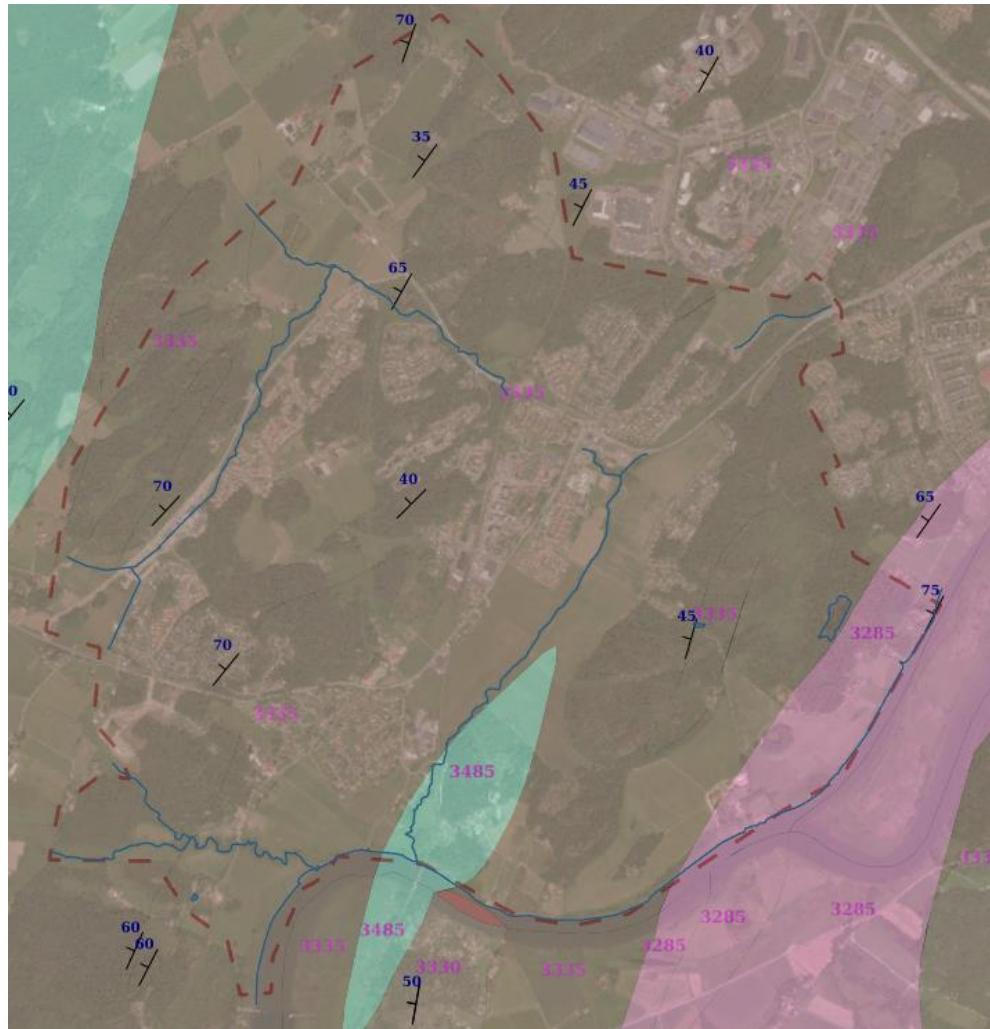
Okänd användning

- Okänd användning, fel i läge <100 m
- Okänd användning, fel i läge <250 m
- Okänd användning, osäkert läge
- Okänd användning, ej lägeskontrollerad

Figur 9. Utdrag ur SGU:s brunnarkiv (SGU, 2020)

8 Bergtekniska förhållanden

Enligt information ur SGU:s kartvisare, se Figur 10, domineras området av en tonalitisk till granodioritisk gnejs (brun, 3335). Därtill finns en rödgrå paragnejs i söder (turkos, 3485) och en granitintrusion i öster (rosa, 3285). Av kartan framgår också att berggrundens foliation stupar 40°-70° grader mot väst-nordväst och är tämligen unison, strykandes i en syd-sydvästlig riktning (195°-225°).



Figur 10. SGU:s bergartskarta (SGU, 2019).

9 Stabilitetsbedömning

En översiktlig stabilitetsbedömning har utförts utifrån topografiska förhållanden, kartmaterial från SGU, arkivmaterial samt en generell okulärbesiktning.

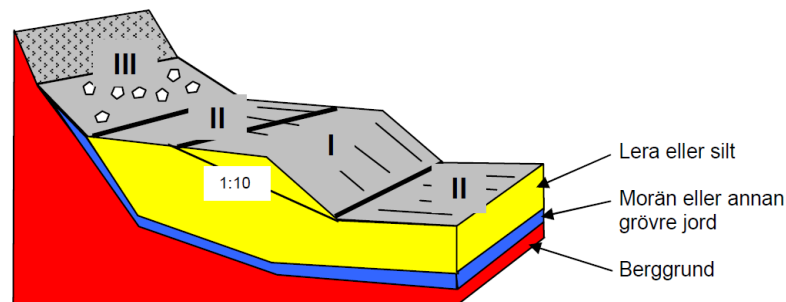
9.1 Stabilitetsklassning

9.1.1 Geoteknik

En översiktlig stabilitetsklassning har utförts utifrån kartmaterial beskrivet i Kapitel 4.2 Kartmaterial. Syftet med studien har varit att översiktligt sammanställa områden med förhöjd sannolikhet för stabilitetsproblem.

Utförd stabilitetsklassning utgår från Figur 11 där,

- > Klass III (fastmark, berg) som i ett översiktligt skede antas vara stabilt, se avsnitt 9.1.2
- > Klass II (flacka ytor <1:10) med finsediment (lera, silt och jordarter som kan överlagra finsediment), kan mestadels förväntas vara stabila
- > Klass I där geotekniska fält- och laboratorieundersökningar krävs tillsammans med utredningsarbete för att klarlägga stabilitetsförhållanden. I analysen av klass I har även närhet till vattendrag (<200 m – Klass Ia; >200m – Klass IB) tagits i beaktning som förutsättning för stabilitetsrisker.



Figur 11. Indelning i stabilitetsklasser för översiktlig stabilitetsbedömning (SGI, 2005)

Resultatet från utförd stabilitetsklassning framgår ur Figur 13 och bilaga, se bilageförteckning.

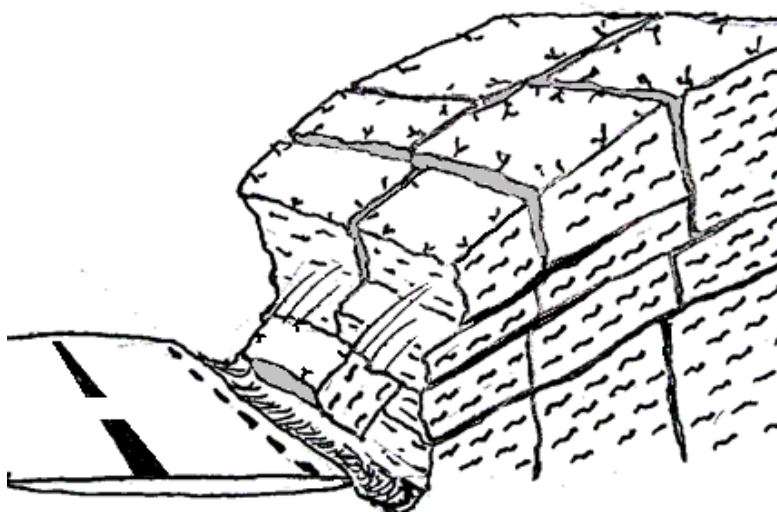
9.1.2 Bergteknik

I Sverige finns ingen allmänt accepterad metod för att rutinmässigt och översiktligt beskriva stabilitet i bergskärningar och bergslänter. Bedömningen av lokalstabiliteten för berg inom aktuellt område vilar istället på antagandet att denna styrs av bergets regionala struktur samt att den generella och observerade friktionsvinkeln mellan block och glidplan inte innebär en förhöjd risk för blockutfall. I Figur 12 visas en konceptuell skiss som illustrerar

berggrundens tendens att utveckla sprick- och glidplan längs foliationen vilket i kombination med andra sprickplan och en ogynnsam foliationsstupning kraftigt kan förhöja risken för blockutfall. Detta tankesätt och regional geologisk kunskap har utnyttjats för att i GIS översiktligt bedöma stabilitet i nu undersökt område.

Med hänsyn till befintlig information om de regionala strukturerna (SGU, 2019) har även en släntorientering med stupningsriktning mellan 280° och 340° (motsvarande strykning 190° och 250°) bedömts innebära att block kan falla ut. Antagandet är, om släntlutningen (dip) är över en friktionsvinkel som sammanfaller med en konservativt tilltagen foliation, kan block röra sig.

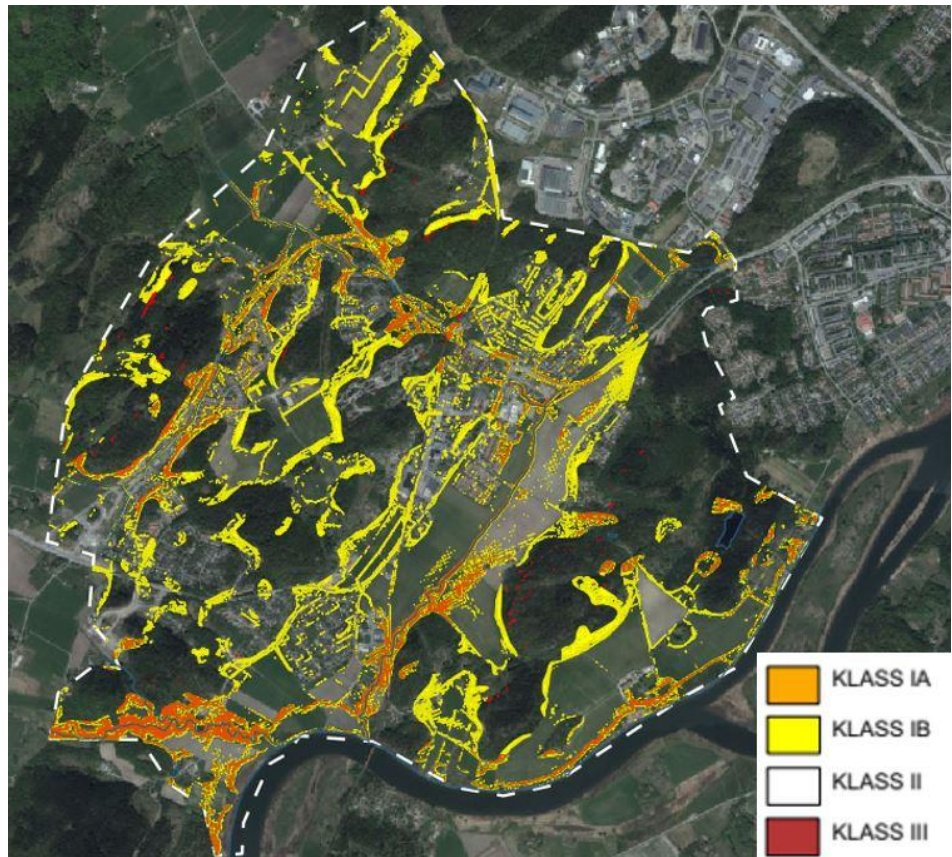
Denna information, tillsammans med Lantmäteriets Höjddatamodell (2019) och SGU:s jordardskarta (2019) har använts för att ta fram områden med berg i dagen som uppfyller ovan kriterier och således bedöms som potentiella riskområden. Där dessa områden bedöms som sammanhängande har de markerats som "Sammanhängande områden med utökat bergtekniskt och geologiskt undersökningsbehov" i Figur 35. Denna analys är baserad på antaganden för att inom FÖP området identifiera sammanhängande riskområden. Vid detaljplanearbetet kommer en detaljerad bergteknisk utredning för respektive område att behöva utföras.



Figur 12. Konceptuell skiss som illustrerar berggrundens tendens att utveckla sprick- och glidplan vilket kraftigt kan förhöja risken för blockutfall (COWI AB, 2020)

9.1.3 Resultat stabilitetsklassning

Utfallet av beräkningarna beskrivna under 9.1.1 och 9.1.2 presenteras gemensamt i Figur 13. Endast området inom vitstreckad linje har analyserats. Klass II är färglös för att lättare orientera sig inom området, för ökad läsbarhet se bilaga i bilageförteckning.



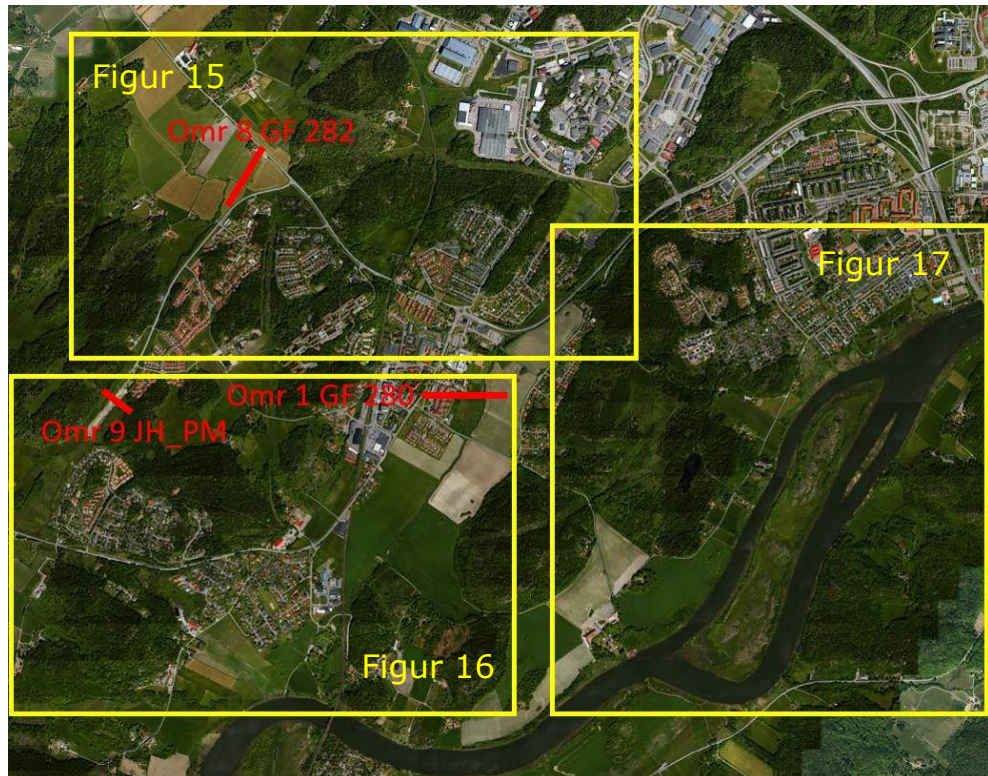
Figur 13. Stabilitetsklassning för området inom FÖP.

9.2 Sammanställning tidigare utförda stabilitetsberäkningar

9.2.1 Geoteknik

Inom området för FÖP har geotekniska utredningar utförts vid ett flertal tidigare tillfällen, se Kapitel 4.1 för sammanställning. För stabilitetsbedömningen har tidigare utförda stabilitetsberäkningar analyserats och nyttjats som kompletterande material till stabilitetsklassningen. Vid utförda stabilitetsberäkningar ska säkerhetsfaktorn (F_c) uppgå till minst 1,7 i odränerad analys.

Stabilitetsberäkningar har tidigare utförts i tre utredningar samt i en större skredriskkartering utförd av Flygfältsbyrån år 2001 på uppdrag av MSB (tidigare Räddningstjänsten) i samband med översiktlig skredriskkartering för delar av Kungälv kommun. I Figur 14 redovisas placering för nyttjade stabilitetssektioner (markerade med röd linje) och skredriskkartering (placering av kartor markerade med gula rutor).



Figur 14. Stabilitetssektioner från tidigare undersökningar är översiktligt markerade med röda linjer. Placering för kartor med översiktlig stabilitetsbedömning är översiktligt markerade med gula rektanglar (eniros.se, 2020)

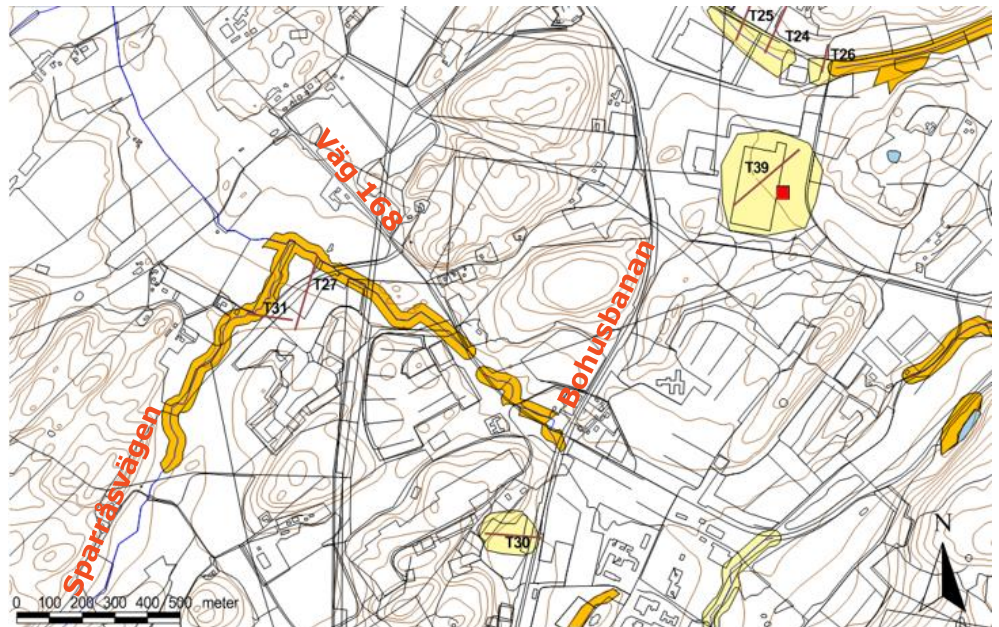
Dalgången i nordväst (delområde A)

Inom dalgången längst i nordväst (delområde A) finns stabilitetsberäkningar redovisade i tidigare utförda geotekniska utredningar benämnda *Omr. 8 GF 282.pdf* och *Omr. 9 JH_PM.pdf* samt skredriskkartering Nordre älv i kartblad, se Figur 15.

I handlingen benämnd *Omr. 8 GF 282.pdf* har stabilitetsberäkningar utförts i tre sektioner för då befintliga förhållanden i samband med teknisk utredning för anslutning mot väg 610 år 1980. De lägsta beräknade säkerhetsfaktorerna för då befintliga förhållanden uppgick till 2,4 i odränerad analys och 2,7 för dränerad analys. Totalstabiliteten i området bedömdes således vara tillfredställande för befintliga förhållanden och för planerat vägbygge. Dock angavs det att vägsträckningar parallellt och i nära anslutning till vattendraget som löper längs med Sparråsvägen skulle undvikas för att minimera risken för lokala stabilitetsproblem.

I handlingen benämnd *Omr. 9 JH_PM.pdf* har stabilitetsberäkningar utförts i en sektion för då befintliga förhållanden i samband med framtagandet av detaljplan för skolan i västra Ytterby år 2007. Stabilitetsberäkningen visade att stabiliteten inte var tillfredställande närmast vattendraget som löper längs med Sparråsvägen där bäckfårans djup översteg 1 m. Stabilitetsförbättrande åtgärder i form av att fylla igen vattendraget inom planområdet föreslogs.

Kartutklipp med översiktligt bedömda stabilitetsförhållanden från Flygfältsbyråns skredriskkartering visas i Figur 15, i Figur 18 visas tillhörande teckenförklaring. Utredningen visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott är tillfredställande i anslutning till vattendraget längs Sparråsvägen (sektion T27 och T31) dock är området markerat som otillfredsställande alternativt ej tillräckligt utrett.



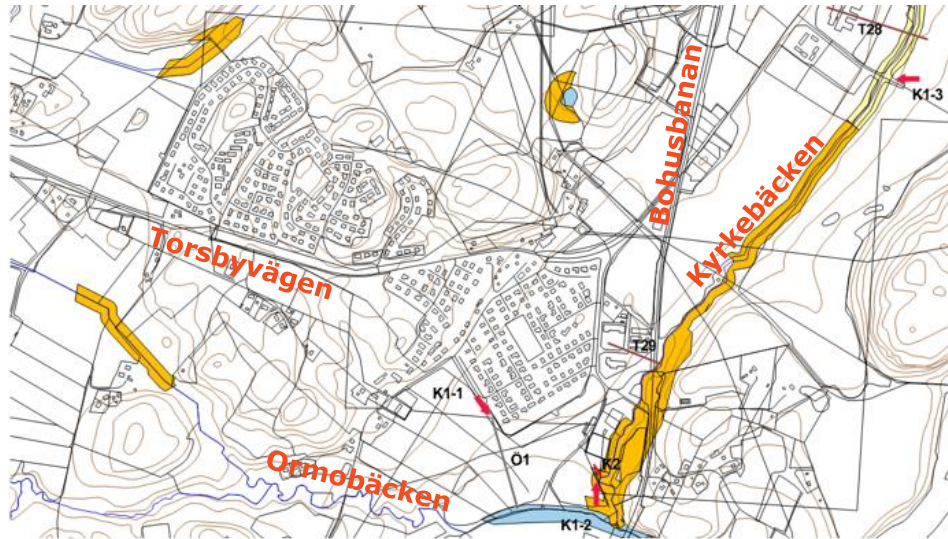
Beteckning	Utredningstyp	Analysmetod		
		Fc	Fcφ	Fkomb
T24		1,5		
T25		1,5		
T26		2		
T27		2,4	2,7	
T30		2,0		
T31	Överslag	2,0	2,0	

Figur 15. Bedömda stabilitetsförhållanden, se teckenförklaring i Figur 18 (Flygfältsbyrån, 2001)

Dalgången i centrala Ytterby (delområde B)

I handlingen benämnd *Omr. 1 GF 280.pdf* har stabilitetsberäkningar utförts i en sektion för då befintliga förhållanden i samband med geoteknisk undersökning för nybyggnad av sjukhem och vårdcentral i Kastellegården år 1979. Stabilitetsberäkningen visade att totalstabiliteten var tillfredställande med en säkerhetsfaktor på 2,9 för befintliga förhållanden för slänten ner mot Kyrkebäcksravinen inom det avsedda undersökningsområdet.

Kartutklipp med översiktligt bedömda stabilitetsförhållanden från Flygfältsbyråns skredriskkartering visas i Figur 16, i Figur 18 visas tillhörande teckenförklaring. Utredningen visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott är tillfredställande i anslutning till Kyrkebäcken dock är området markerat som otillfredsställande alternativt ej tillräckligt utrett.

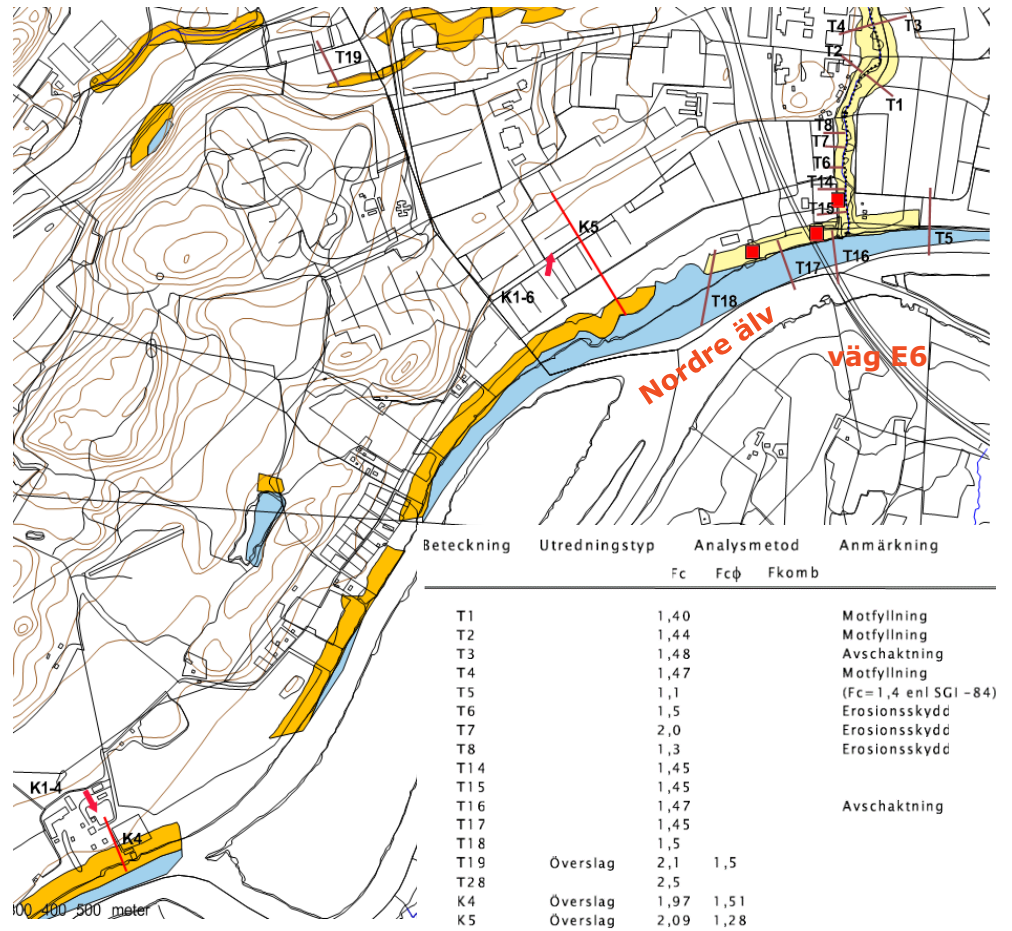


Beteckning	Utredningstyp	Analysmetod		
		Fc	Fcφ	Fkomb
T28		2,5		
T29	Överslag	2,0	5	
T30		2,0		
K2	Överslag	1,78	2,00	
Ö1	Överslag	2,30	1,50	

Figur 16. Bedömda stabilitetsförhållanden längs med Kyrkebäcken i den södra delen av FÖP området, se teckenförklaring i Figur 18 (Flygfältsbyrån, 2001)

Dalgången i sydost (delområde C)

Kartutklipp med översiktligt bedömda stabilitetsförhållanden från Flygfältsbyråns skredriskkartering visas i Figur 17, i Figur 18 visas tillhörande teckenförklaring. Utredningen visar att stabilitetsförhållandena invid Nordre älv är tillfredsställande i utförda stabilitetsberäkningar, dock är området markerat som otillfredsställande alternativt ej tillräckligt utrett.



Figur 17. Bedömda stabilitetsförhållanden vid Nordre älv, se teckenförklaring i Figur 18 (Flygfältsbyrå, 2001)

Teckenförklaring:

	Område bedömt som stabilt, men tidigare utredning ej utförd enligt gällande anvisningar.
	Område bedömt som stabilt, men tidigare utredning ej utförd enligt gällande anvisningar. Översyn av stabiliteten bedöms som speciellt angelägen.
	Område med otillfredsställande stabilitet enligt gällande anvisningar, alternativt otillräckligt utrett.
	Område med otillfredsställande stabilitet enligt gällande anvisningar. Ytterligare utredning eller åtgärd bedöms som speciellt angelägen.
T1	Tidigare utförd stabilitetsutredning
K1	Fältkontrollerad sektion
Ö1	Sektion baserad på kartdata
	Fyllning
	Punkt för fältbesiktning
	Erosionsskydd
	Ras- eller skredkant
****	Erosion enl. fältbesiktning
XXXX	Erosion enl. bildtolkning
	Ravinkant – aktiv ravin
	Ravinkant – passiv ravin
	Tidigare skred (år)
	Förekomst av kvicklera

Figur 18. Teckenförklaring för ovanstående kartor (Flygfältsbyrå, 2001)

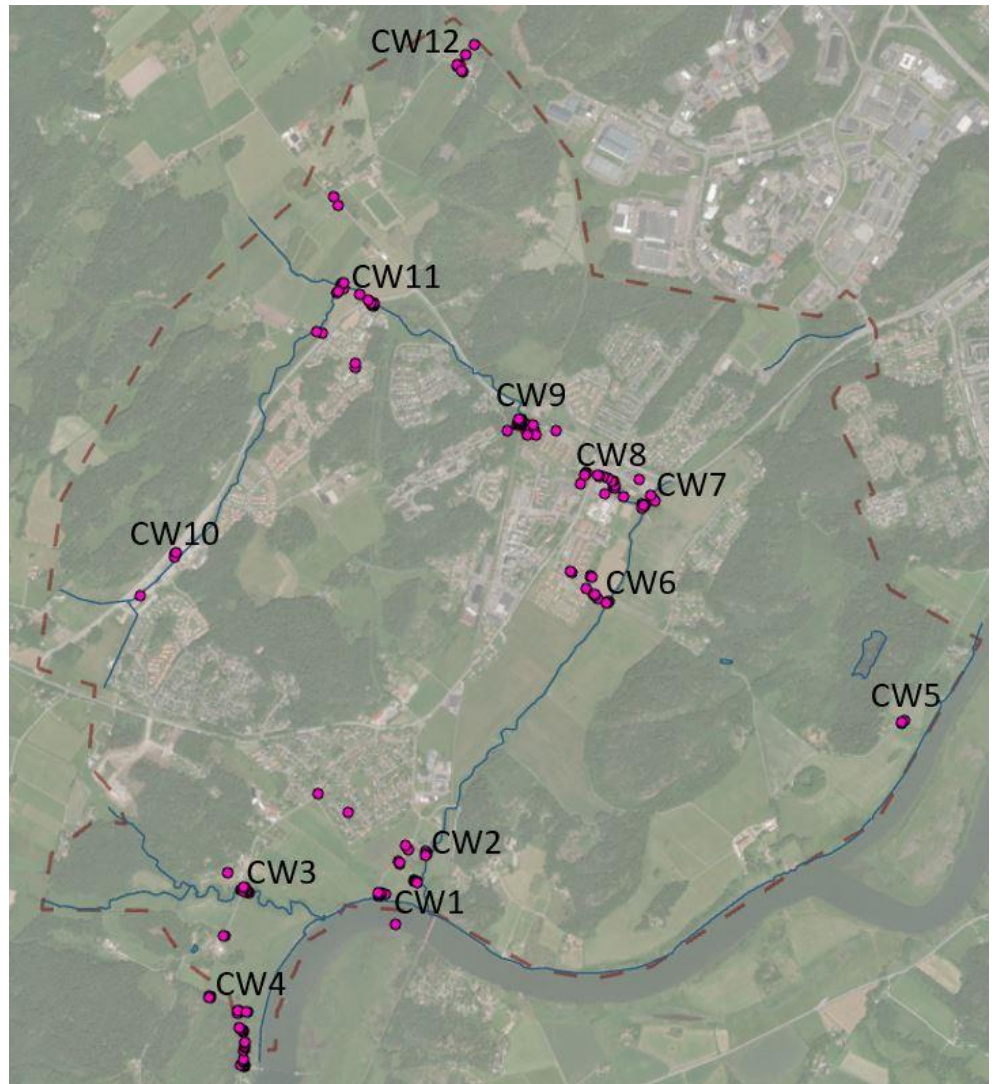
9.2.2 Bergteknik

Stabilitetsberäkningar av enskilda blocks säkerhet mot utfall har inte utförts tidigare. Längs Väg 168 Marstrandsvägen har bergsäkrande åtgärder utförts.

9.3 Okulärbesiktning

9.3.1 Geoteknik

I samband med okulärbesiktning har befintlig erosion, tecken på rörelser i mark, vegetation och vattenflöden undersökts vid representativa observationspunkter, se Figur 19. Platsbesöket utfördes 2019-12-12. För varje observationspunkt har fältprotokoll med tillhörande fotografi sammanställts. Fältprotokoll bifogas denna PM, se bilageförteckning.



Figur 19. Observationspunkter CW1 till CW12 vid vilka fältbesiktning utförts. Rosa punkter avser plats vid vilka fotografier tagits.

Övergripande består det aktuella området av en relativt flack markyta där brantare lutningar av markytan förekommer i anslutning till fastmarkspartier och vattendrag.

Vid observationspunkt CW1 utgörs marken i huvudsak av åkermark där markytan sluttar svagt ner mot Nordre älv. Vid Nordre älvs strandkant är marken främst bevuxen med vass, se Figur 20. Vid tidpunkten för platsbesöket observerades vattenansamlingar på åkermarken vilket kan indikera på artesiskt porvattentryck i jorden. Ett läkt skredärr observerades i åkermarken, se Figur 21.



Figur 20. Nordre älvs strandkant vid observationspunkt CW1 (COWI AB, 2019)



Figur 21. Lågt skredärr vid observationspunkt CW1 (COWI AB, 2019)

Observationspunkt CW2 avser området innan Kyrkebäcken mynnar ut i Nordre älv. Vattendraget är meandrande och det pågår en viss erosion och lutande samt nedfallna träd har observerats. I nära anslutning till Kyrkebäcken går Bohusbanan, se Figur 22, och det finns även enstaka bostadshus.



Figur 22. Kyrkebäcken vid observationspunkt CW2, längst upp till vänster i bild, syns Bohusbanan (COWI, AB)



Figur 23. Observerat hål mellan Kyrkebäcken och en lokal grusväg (COWI AB, 2019)

Observationspunkt CW3 avser korsningen mellan Östergårdsgatan och Ormobäcken. Ormobäcken är meandrande och det pågår erosion längs strandlinjen och lutande samt nedfallna träd har observerats, se Figur 24. Ormobäcken har kulverterats under Östergårdsgatan och sprängstensfyllning har lagts ut som erosionsskydd. En viss nedsjunkning av sprängstenen runt röret observerades i fält, se Figur 25.



Figur 24. Vattendraget vid observationspunkt CW3 med tydliga tecken på erosion och sedimentation av jord längs strandkanterna (COWI AB, 2019)



Figur 25. Kulvertering av Ormobäcken under Östergårdsgatan vid observationspunkt CW3 (COWI AB, 2019)

Vid observationspunkt CW4 och CW5 utgörs marken i huvudsak av åkermark och markytan sluttar svagt ner mot Nordre älv. Vid Nordre älvs strandkant är marken bevuxen med vass. Höjdparter med berg i dagen förekommer lokalt inom åkermarken. Inom respektive område finns enstaka byggnader.

Observationspunkterna CW6-CW9 ligger inom Ytterbys centrum. Marken utgörs av exploaterade ytor med byggnader och gator samt av åkermark och skogsbevuxna höjdparter med berg i dagen. Observationspunkterna följer Kyrkebäcken som löper genom Ytterby centrum. Vid observationspunkt CW6 finns två åkrar där markytan sluttar ner mot Kyrkebäcken, se Figur 26. Vid observationspunkt CW9 har vattendraget kulverterats under järnvägsspåret se Figur 27.



Figur 26. Markytan som sluttar ner mot Kyrkebäcken vid observationspunkt CW6 (COWI AB, 2019)



Figur 27. Stödkonstruktion och kulvertering av vattendraget under Bohusbanan vid observationspunkt CW9 (COWI AB, 2019)

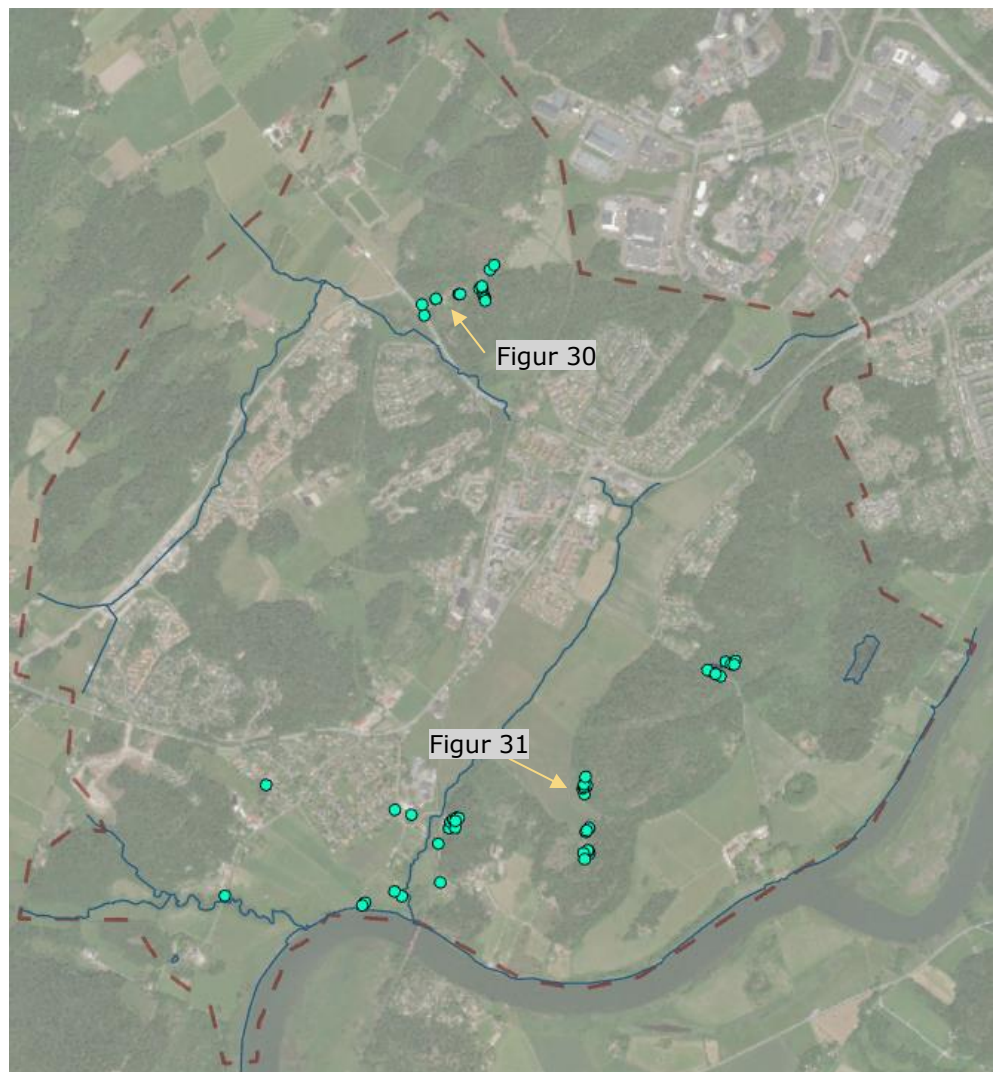
Vid observationspunkt CW10 finns Sparråsvägen, Sparråsskolan och villor. Markytan i dalgången är relativt flack. Dalgången omges av berg i dagen. Vattendraget som går längs med Sparråsvägen hade vid tidpunkten för fältbesöket ett lågt vattenflöde. Vattendraget har delvis kulverterats.

Vid observationspunkt CW11 och CW12 utgörs marken i huvudsak av åkermark. Markytan är ganska plan med svag lutning från nordöst till sydväst. Lokalt finns höjdparter med berg i dagen. Områdena är relativt glesbebyggda.

9.3.2 Bergteknik

Vid identifiering av områden med potential för blockutfall och ras har strykning- och stupningsriktningar för foliation uppmätta av SGU använts. Kompletterande mätningar av sprickor och foliation har utförts av COWI (2019) för att verifiera att SGU:s regionalt framtagna data generellt gäller även inom planområdet.

Platsbesöket utfördes 2019-12-12. Observationspunkter redovisas i Figur 28. I Figur 29 till Figur 31 redovisas fältobservationer med bergart, sprickfrekvens och exempel på befintliga blockutfall. Inget av de i fält observerade blockutfallen ligger inom något av de nio fokusområdena.



Figur 28. Turkosa punkter motsvarar observationspunkter på berg i dagen samt mätpunkter för strykning/stupning av sprickor enligt högerhandsregeln.



Figur 29. Bergarten inom området är en röd-grå grovkornig gnejs med frekventa kvartsgångar.

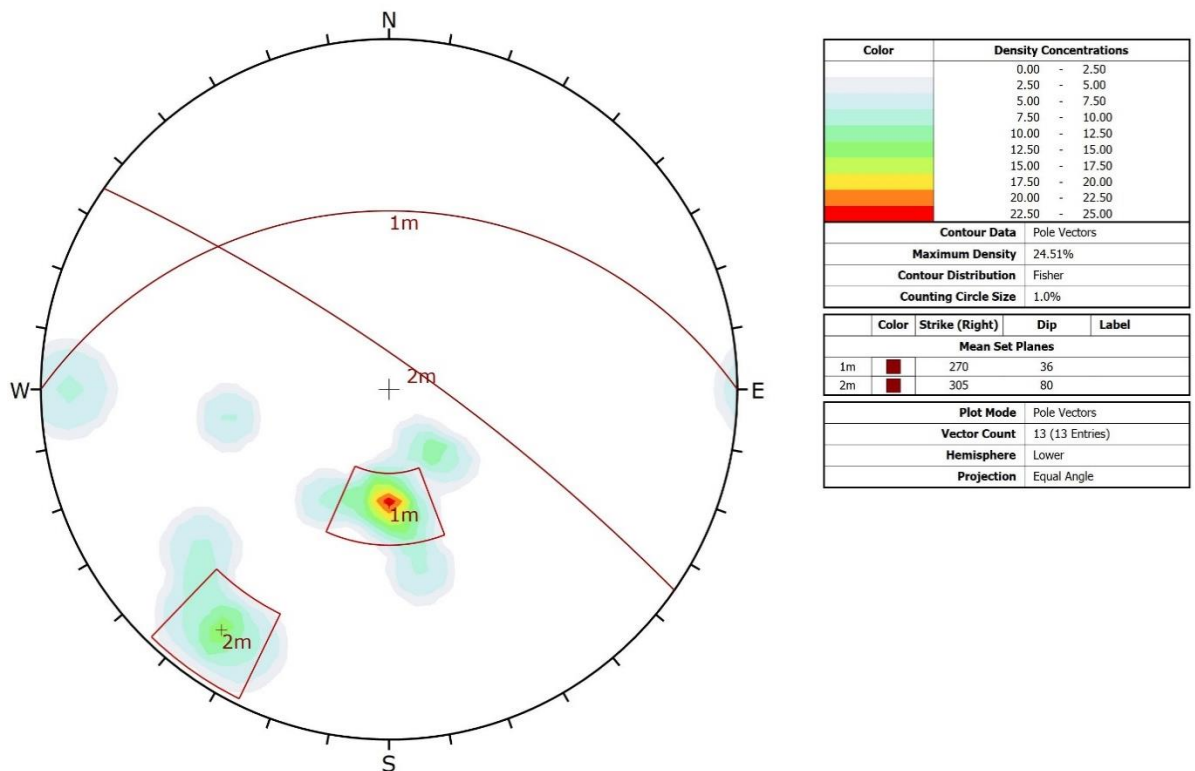


Figur 30. Sprickfrekvensen inom området varierar mellan <math><1</math> spricka/m till 2–3 sprickor/m.



Figur 31. Det påträffades även områden med frekventa blockutfall, här beväxta med mossa vilket antyder att de flesta av blocken har rasat ut för flera år sedan.

I Figur 32 redovisas insamlad strykning- och stupningsdata för sprickor inom området för platsbesöket. Dessa fältmätningar har påvisat förekomsten av två sprickgrupper. Den första, benämnd 1 m, är relativt flackt med en stupning och strykning ($S/D \approx 270^\circ/36^\circ$). Den andra, 2 m, karakteriseras av brantstående sprickor som stryker vinkelrätt mot områdets foliation ($S/D \approx 305^\circ/80^\circ$). Till detta har observationer av slumpmässiga sprickor utförts. Sprickfrekvensen inom undersökningsområdet varierar, från <1 spricka/meter till 2 – 3 sprickor/meter. Områdets foliation har, tillsammans med det observerade spricksystemet, legat till grund för släntstabilitetsbedömningar för berg som redovisas i Kapitel 9.1.2.



Figur 32. I stereonätet redovisas förekommande sprickgrupper (1 m och 2 m). De huvudsakliga sprickgrupperna redovisas också i text ovan.

9.4 Slutsats stabilitetsbedömning

9.4.1 Geoteknik

Området för FÖP är omfattande med flertalet lokala variationer. I områden där markytan ej är plan och jordlagerföljden utgörs av lera föreligger skredrisk. Kvicklera förekommer inom området och kan vid ett eventuellt skred leda till stor omgivningspåverkan.

Nedanstående kapitel redovisar övergripande slutsatser och områdesbeskrivningar.

Dalgången i nordväst (delområde A)

Tidigare utförda stabilitetsanalyser visar att befintliga stabilitetsförhållanden till stor del är tillfredställande. Vid okulärbesiktningen observerades inga spår av pågående markrörelser. Vid eventuell exploatering som medför ökad belastning av markytan ska skredrisken utredas.

I samband med vidare utredningar ska geotekniska stabilitetsförhållanden utredas mer i detalj för utbyggda förhållanden och beroende på placering av

t.ex. byggnader kan stabilitetsförbättrande åtgärder erfordras i anslutning till vattendrag längs Sparråsvägen och Väg 168 Marstrandsvägen.

Dalgången i centrala Ytterby (delområde B)

Tidigare utförda stabilitetsanalyser visar att stabiliteten ej är tillfredsställande inom delområde B för befintliga förhållanden i anslutning till Kyrkebäcken och Ormobäcken samt deras utlopp mot Nordre älv. Vid okulärbesiktningen observerades flertalet spår av pågående markrörelser, läkta skredärr, erosion och vattenansamlingar.

I samband med vidare utredningar ska geotekniska stabilitetsförhållanden utredas mer i detalj för både befintliga- och utbyggda förhållanden. Skred kan inträffa i området på grund av exploatering, men även som en följd av ett ökat vattenflöde i vattendragen och ökade porvattentryck i marken, vilket kan ske som en följd av t.ex. skyfall.

Området längs Nordre älv och Ormobäcken utgörs av naturreservat och i FÖP föreslås ingen ny exploatering för dessa områden. Ormobäcken meandrar genom landskapet, vilket visar att erosion pågår. I Ormobäcken leker havsöring, vilket påverkar möjligheterna att lägga ut erosionskydd. Vid ökade vattenflöden finns risk för ökad erosion, vilket kan leda till skred. Ett eventuellt skred kan få stor påverkan på befintliga anläggningar i området.

Längs Kyrkebäcken lutar markytan relativt svagt ner mot bäcken. Kyrkebäcken meandrar genom landskapet vilket visar att erosion pågår. Vid framtida exploatering bedöms stabilitetsförbättrande åtgärder samt erosionskydd erfordras. Vid en omgestaltning av Kyrkebäcken inom Ytterby östra centrum till ett mer slingrande lopp föreligger risk för ökad erosion. Även vid ökade vattenflöden finns risk för ökad erosion, vilket kan leda till skred. Ett eventuellt skred kan få stor påverkan på både befintliga anläggningar och föreslagen ny exploatering i området.

Av de i FÖP angivna fokusområden, se Figur 4, är det inom delområde B främst område 1 (den sydöstra delen) och område 4 där de geotekniska förhållandena till stor del kommer att påverka och styra möjligheterna till framtida exploatering. Vid ombyggnad av plankorsningen vid Bohusbanan, inom fokusområde 3, till en planskild korsning med bro eller tunnel bedöms stabilitetsförbättrande åtgärder erfordras. Inom delområde B finns inga ytor där exploatering ur en geoteknisk synvinkel inte rekommenderas. Vid exploatering i nära anslutning till vattendragen bedöms stabilitetsförbättrande åtgärder erfordras.

Dalgången i sydost (delområde C)

Tidigare utförda stabilitetsanalyser visar att stabiliteten ej är tillfredsställande inom delområde C för befintliga förhållanden till största delen i anslutning till Nordre älv. Stabilitetsförhållandena bekräftas även av okulärbesiktningen där flertalet spår av pågående markrörelser, tidigare läkta skred, erosion och vattenansamlingar observerats.

I samband med vidare utredningar ska de geotekniska stabilitetsförhållanden utredas mer i detalj för både befintliga- och utbyggda förhållanden. Skred kan inträffa i området på grund av exploatering, men även som en följd av ett ökat vattenflöde i vattendragen och ökade porvattentryck i marken, vilket kan ske som en följd av t.ex. skyfall.

Området längs Nordre älv utgörs av naturreservat och i FÖP föreslås ingen ny exploatering för detta område. Vid ökade vattenflöden finns risk för ökad erosion, vilket kan leda till skred. Ett eventuellt skred vid Nordre älv kan få stor påverkan på befintliga anläggningar i området, men bedöms inte påverka Ytterby tätort.

9.4.2 Bergteknik

Fältbesök har gjorts i de områden som pekades ut i skrivbordsstudien (se avsnitt 9.1.2) som problematiska med avseende på ras och blockutfall. Inget av dessa möjliga problemområden ligger inom fokusområdena varför det i fokusområdena ej bedöms föreligga någon förhöjd risk för blockutfall och ras.

Dock förekommer inom flera av fokusområdena lokalt slänter med en geometri och sprickmönster som skulle kunna bidra till att block faller ut, särskilt i samband med markvibrationer eller ändringar i släntgeometrier. Detta gäller även exploatering generellt i områden med berg i dagen alternativt begränsat jordtäckte där t.ex. eventuella sprängningsarbeten kan innebära förändrade förutsättningar. Nya utvärderingar ska då utföras av bergsakkunnig.

10 Sättningsbedömning

Leran inom området för FÖP är huvudsakligen normal- till svagt överkonsoliderad enligt tidigare utförda undersökningar. Detta innebär att det förekommer risk för sättningar vid byggnation och uppfyllnader som uppförs inom områden där jordlagerföljden utgörs av lera. Risken för differenssättningar vid varierande jorddjup ska beaktas vid projektering av byggnader och anläggningar.

Sättningsproblematiken bör hanteras i vidare skeden men bedöms inte påverka möjligheterna till framtida exploatering. Pågrundläggning bedöms erfordras inom områden med lera.

11 Radon

11.1 Allmänt

Radon är en radioaktiv ädelgas som bildas vid radioaktivt sönderfall av radium, vilket i sin tur är en sönderfallsprodukt av uran. Radon från marken (berg och jord) är den vanligaste källan till förhöjda radonhalter i inomhusmiljöer. Radon sprids lätt och har en halveringstid på cirka fyra dagar.

I berggrunden och i jordlagren finns de naturligt radioaktiva ämnena uran och torium samt den radioaktiva isotopen kalium-40. Halten kalium, uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av olika bildningssätt och mineralogisk sammansättning. Alla byggnadsmaterial som innehåller bergråvaror från krossat berg eller från mineraljord (främst grus och sand) innehåller också en viss mängd naturligt radioaktiva ämnen. Eftersom byggnadsmaterial som innehåller bergmaterial naturligt avger gammastrålning finns gränsvärden för hur mycket gammastrålning en ny bostad får avge och vilken radonhalt som inomhusluften får ha (BFS 2011:6).

Tabell 1. Riktvärden för gammastrålning och radon ("Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar", BRF T20:1989)

Gammastrålning (µSv/h)	Radium-226 (Bq/m ³)	Risk klassificering	Byggnadskonstruktion
<0,08 à 0,12 (berg) >0,05 à 0,8 (sprängsten)	<60 (berg) <25 (sprängsten)	Lågradonmark	Ingen åtgärd
0,08 à 0,12 – 0,20 à 0,30 (berg) 0,05 à 0,08 – 0,15 à 0,25 (sprängsten)	60–200 (berg) 25–125 (sprängsten)	Normalradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonskyddande
>0,20 à 0,30 (berg) >0,15 à 0,25 (sprängsten)	>200 (berg) >25 (sprängsten)	Högradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonsäker

Byggnader har i allmänhet ett svagt undertryck mot jordluften och är benägna att dra in markradon. Genom att känna till markförhållanden och fyllnadsmassor kan hälsorisker med radon begränsas genom att anpassa byggnadstekniken och därmed förhindra inläckage av markradon.

I nybyggda utrymmen där personer kommer vistas mer än tillfälligt får radonhalten inte överstiga 200 Bq/m³. Denna halt är även ett riktvärde för radonhalten i skolor och allmänna lokaler. Boverkets författningssamling BFS 2006:12 säger även att gammastrålningsdosen i bostäder, där människor vistas mer än tillfälligt inte får överskrida 0,3 µSv/h.

11.2 Platsspecifikt

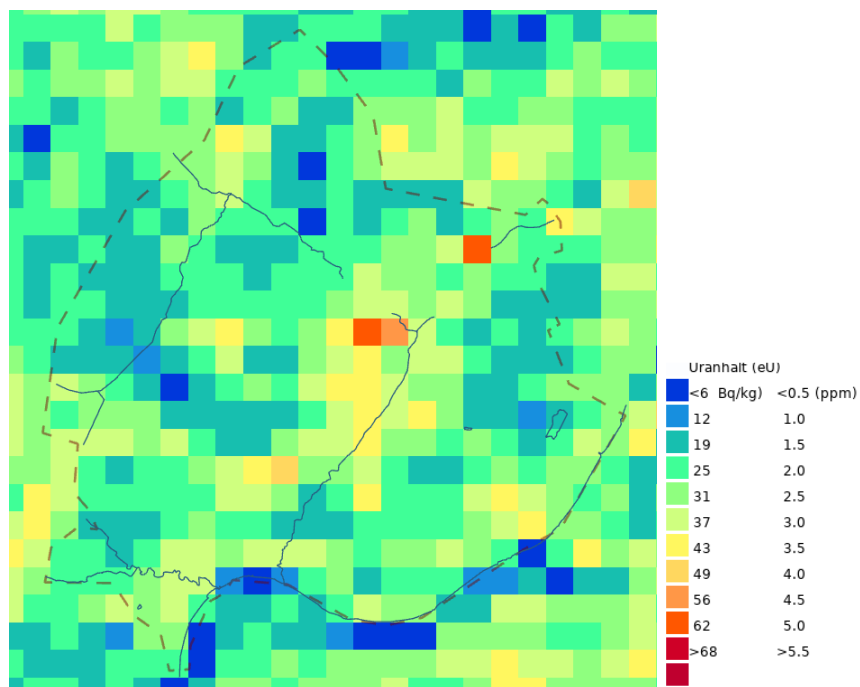
Kungälv kommun har idag ingen detaljerad radonriskkarta och mätdata är knapphändig över aktuellt område. Områdena Komarken (FÖP-områdets östra utkant) och Ulvesund (sydväst om FÖP-området) har efter undersökningar identifierats som så kallade lågriskområden. Dessa iakttagelser är i linje med SGU:s översiktliga information.

SGU har i samband med flyggeofysiska undersökningar uppmätt gammastrålning från uran på ca 40 - 70 Bq/kg (ca 3,5–5,5 ppm uran) över förekommande bergområden, se Figur 33. Mätningarna beskriver endast översiktligt strålningssituationen. Det finns även mindre områden med förhöjda uranmätningar som delvis ligger inom fokusområde 1.

För att exemplifiera, ett värde på 4,8 ppm uran utgör gränsen mellan låg- och normalradonmark. Motsvarande gräns mellan normal- och högradonmark finns på omkring 16,2 ppm uran.

I de gula-orangeröda områdena kan radonsäkrande åtgärder behövas för att säkra en bra inomhusluft, särskilt i källare.

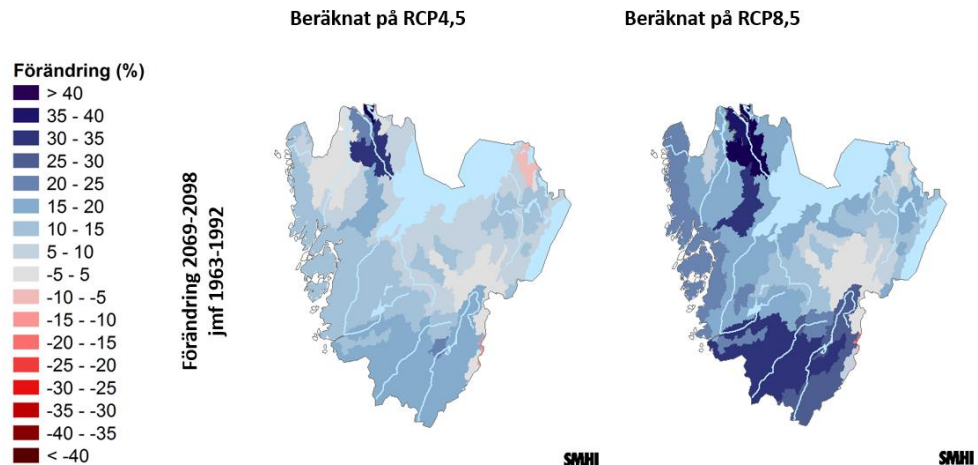
Där sandiga eller på annat sätt genomsläppliga jordarter förekommer i anslutning till uranrik berggrund kan särskilda problem uppstå. I senare skeden (detaljplan, exploatering) ska mätningar av porluften och berget göras för att dimensionera lämpliga skyddsåtgärder vid behov.



Figur 33. Översikt från SGU:s urankarta, aktuellt område ungefärligt markerat med streckad linje (SGU, 2020)

12 Konsekvenser klimatförändringar

SMHI:s länsvisa scenarioanalyser (Berglöv et al., 2015) visar en situation för år 2069–2098 med generellt torrare sommarhalvår och blötare vinterhalvår (mer nederbörd och ökade flöden i vattendrag). För Västra Götalands län ses en ökning av totala årstillrinningen med 5–15 % vid mitten av seklet, se Figur 34.



Figur 34. Förändrad (%) total 10-årstillrinning (SMHI, 2019)

Framtida klimatförändringar medför ökad sannolikhet för översvämningar i anslutning till större och mindre vattendrag. Konsekvenser av översvämningar och större vattenflöden omfattar bland annat ökad erosion vilken i sin tur påverkar stabilitetsförhållandena inom lösmarksområden. Kraftigare och/eller mer ihållande regn (och snö) och tidvis effektiv grundvattenbildning kan bidra till sämre stabilitet genom förhöjda porttryck.

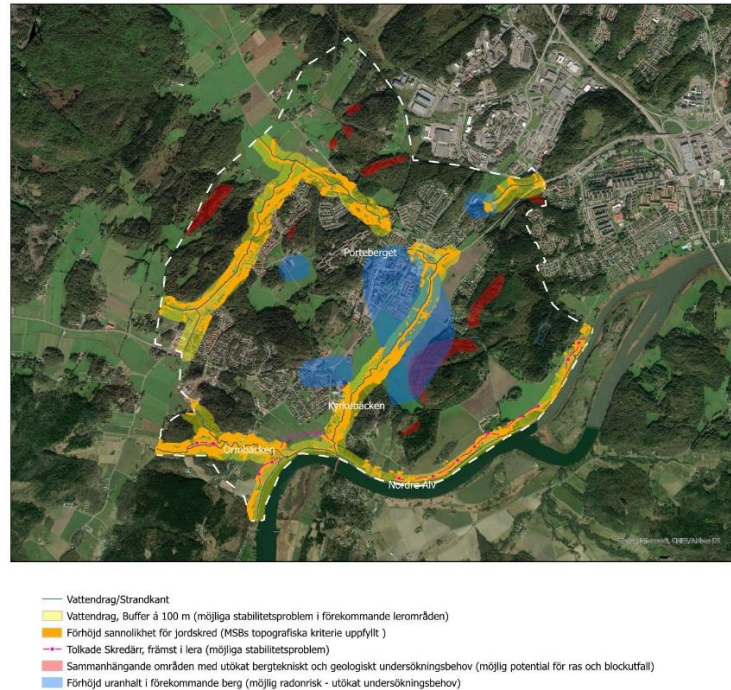
Hantering av framtida översvämningar kan också medföra behov av höjning av befintlig markyta. Detta innebär en tillkommande belastning som i tur kan erfordra stabilitetsförbättrande åtgärder.

Torka orsakar förutom problem för vattenförsörjningen en minskad mothållande kraft i vattendrag. Vatten i älv- och bäckfåror bidrar med en mothållande last som i princip motsvarar en tryckbank (geoteknisk stabilitetsförbättrande åtgärd).

För ytterligare detaljer angående klimatförändringar och dess effekt på släntstabilitet, se vidare i exempelvis Klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) eller SMHI:s beskrivning (Berglöv et al., 2015).

13 Slutsatser och rekommendationer

Utförd utredning har sammanställts grafiskt i karta över identifierade riskområden, Figur 35 eller i bilaga, se bilageförteckning.



Figur 35. Karta över identifierade riskområden. Se även Bilaga 4.

13.1 Stabilitet

13.1.1 Geoteknik

Inom området för FÖP, där markytan ej är plan och jordlagerföljden utgörs av lera, föreligger skredrisk. Störst skredrisk bedöms finnas i anslutning till befintliga vattendrag. Kvikclera förekommer inom området och kan vid ett eventuellt skred leda till stor omgivningspåverkan.

De geotekniska förhållandena så som jordlagerföljd, förekommande kvicklera, spår av tidigare jordskred och närbelägna färsk skred gör att geotekniska fält-, laboratorie- och utredningsarbeten ska föregå all framtida exploatering och detaljplaneläggande av området.

Inom FÖP fokusområden är det främst område 1 (den sydöstra delen) och område 4 där de geotekniska förhållandena till stor del kommer att påverka och styra möjligheterna till framtida exploatering. Inom FÖP finns det dock inga ytor där exploatering ur en geoteknisk synvinkel inte rekommenderas, dock kommer troligtvis exploatering i nära anslutning till vattendragen medföra stabilitetsförbättrande åtgärder. Byggnation utanför fokusområdena inom FÖP kan innebära nya förutsättningar som förändrar förväntade stabilitetsförhållanden.

Stabilitetsförbättrande åtgärder i vattendrag ska hanteras tillståndsmässigt samt projekteras och utföras så att naturvärden inte går förlorade.

Om Kyrkebäcken ska ges en mer meandrande karaktär ska den då bildade erosionssituationen beaktas och utredas geotekniskt.

Vid höjning av befintliga markytor i samband med klimat- och översvämningssäkrande åtgärder ska områdets nya lastsituation och geometri utredas för att säkerställa erforderlig stabilitet.

Dagvattendammar och andra anläggningar som potentiellt utförs under grundvattenytan ska föregås av hydrogeologiska utredningar.

13.1.2 Bergteknik

Baserat på skrivbordsstudien samt fältbesök har en samlad bedömning av den bergtekniska stabiliteten gjorts. De områden som i skrivbordsstudien identifierats som riskområden beträffande ras- och blockutfall ligger inte inom de nio tilltänkta fokusområdena, se Figur 35. Exploatering av områden med låg risk för ras eller blockutfall (fokusområdena) kan dock vid aktiviteter så som sprängning, vägsärning etc. innebära förändrade förutsättningar och då måste nya utvärderingar utföras av bergsakkunnig. Behovet av detaljerad utredning ska utföras i samband med detaljplanarbetet.

I nuläget har inga bergslänter bedömts vara av sådan art att de inte senare, i samband med detaljplanens upprättande, kan förstärkas eller skrotas så att en säker omgivning uppnås. Därigenom saknas helt direkt olämpliga områden för exploatering med avseende på bergteknisk beskaffenhet.

13.2 Radon

Med avseende på markradon betraktas detta i nuläget inte som ett stort problem även om förhöjda halter lokalt förekommer i fokusområde 1, se Figur 33. I områden med en, från flygplan, uppmätt uranhalt över 4 ppm rekommenderas vidare undersökningar från marken i samband med utformning av detaljplaner.

13.3 Sättningar

Inom områden där jordlagerföljden utgörs av lera förekommer risk för att sättningar uppstår vid byggnation och uppfyllnader. Risken för differenssättningar vid varierande jorddjup ska beaktas vid projektering av byggnader och anläggningar.

Sättningsproblematiken bör hanteras i vidare skeden men bedöms inte påverka möjligheterna till framtida exploatering.

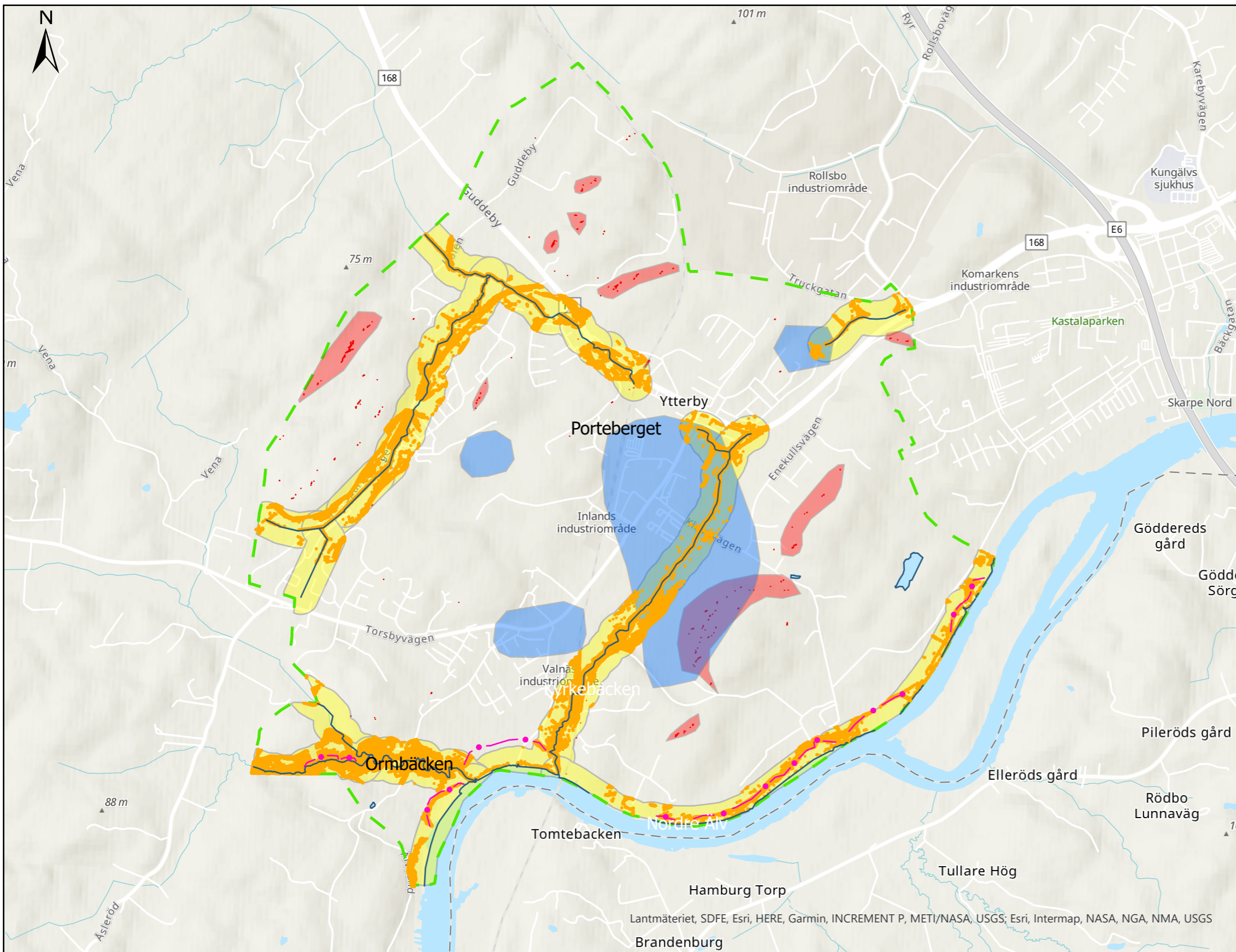
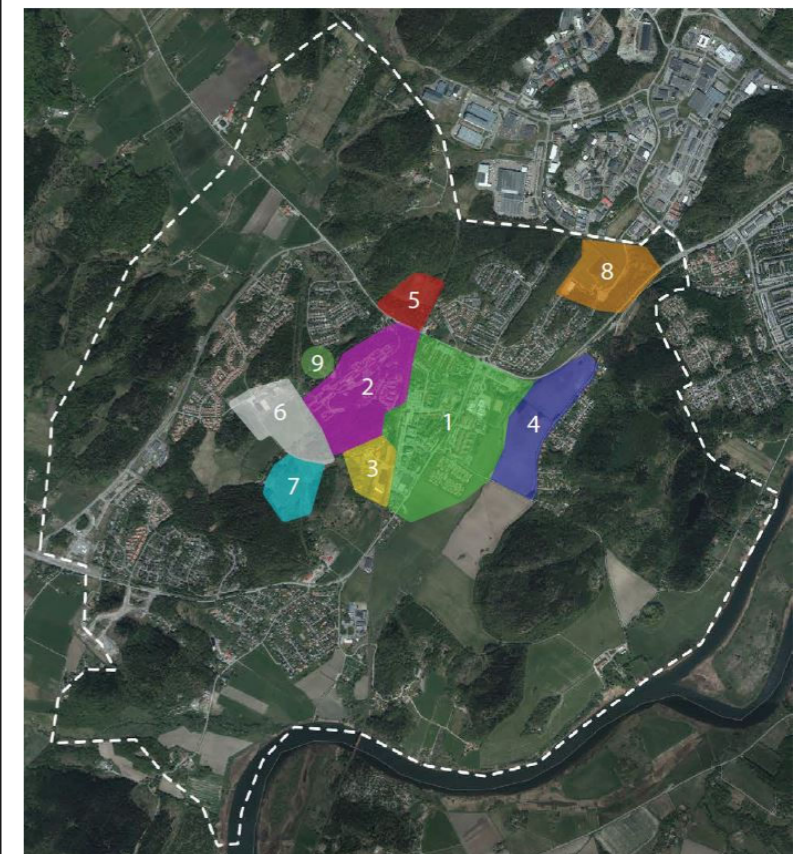
14 Referenser

Berglöv, G., Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Björck, E., Axén-Mårtensson, J., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H., Sjökvist, E. 2015. Framtidsklimat i Västra Götalands län - enligt RCP-scenarier. SMHI KLIMATOLOGI Nr 24, 2015

Hedfors, J. och Rodhe, L. 2018.Handledning till kartan *Förutsättningar för skred i finkornig jordart*. Sveriges geologiska undersökning rapport 2018:17

Bilaga 4b - Karta över identifierade riskområden

S 1/1 (A3)
 SWEREF 99 1200
 2020-01-27
 Ritad av Martin Persson



- Vattendrag/Strandkant
- Vattendrag, Buffer á 100 m (möjliga stabilitetsproblem i förekommande lerområden)
- Förhöjd sannolikhet för jordskred (MSBs topografiska kriterie uppfyllt)
- Tolkade Skredärr, främst i lera (möjliga stabilitetsproblem)
- Sammanhängande områden med utökat bergtekniskt och geologiskt undersökningsbehov (möjlig potential för ras och blockutfall)
- Förhöjd uranhalt i förekommande berg (möjlig radonrisk - utökat undersökningsbehov)

