

DOKUMENTNUMMER: 948-PM-01

DATUM: 2022-04-29

Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode, Kungälvs kommun

PM Geoteknik/Bergteknik

Beställare

Kungälv kommun

DOKUMENTNUMMER: 948-PM-01

DATUM: 2022-04-29

KUND: Kungälv kommun

Fördjupad översiktsplan (FÖP)

Kode, Kungälv kommun

PM Geoteknik/Bergteknik
(PM/GEO,BERG)



Denna PM Geoteknik/Bergteknik har tagits fram av Awer i egen regi eller på uppdrag av kund. Kundens rättigheter till rapporten är reglerat i uppdragsavtalet/ramavtalet. Om inte gäller ABK 09 i sin helhet. Tredjepart har ej rättighet att använda rapporten eller delar av denna utan Awers skriftliga samtycke om inte annat avtalats i avtal med kund. Awer har inget ansvar om rapporten eller delar av denna används till annat än avtalat, eller av andra än de Awer skriftligt har avtalat eller samtyckt till. Delar av rapportens innehåll är skyddat av upphovsrätt. Kopiering, distribution, ändring, eller annat användande av rapporten kan inte föregå utan avtal med Awer. Allt ovan enligt ABK 09 om inget annat är avtalat i uppdragsavtal/ramavtal.

REV.	DATUM	BESKRIVNING	UTFÖRD	GRANSKAD	GODKÄND
HANDLÄGGARE GEOTEKNIK  Lukas Johansson, lukas@awer.se		HANDLÄGGARE BERGTEKNIK  Artemis Karlatou, artemis@awer.se		GRANSKARE  Daniel Lennartsson, daniel@awer.se	
SÖKVÄG: \\a-server\Awer\05 Uppdrag\2022\948 - FÖP Kode, Kungälv kommun\03 Produktion\02 Dokument\PM					

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 SYFTE OCH UPPDRAG	1
2 UNDERLAG.....	2
2.1 Arkivmaterial.....	2
2.2 Kartmaterial.....	3
3 STYRANDE DOKUMENT.....	3
4 EXPLOATERINGSFÖRSLAG	3
5 MARKFÖRHÅLLANDEN OCH ÖVRIGA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	5
5.1 Topografi och ytbeskaffenhet.....	5
5.2 Historiska förhållanden	8
6 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	9
6.1 Jordarts- och jorddjupskarta	9
6.2 Jordlagerföljd och egenskaper	11
6.3 Hydrogeologiska förhållanden	12
7 BERGTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	15
8 RADONFÖRHÅLLANDEN	15
8.1 Allmänt	15
8.2 Översiktlig radonriskartering	16
9 KLIMATFÖRÄNDRINGAR	19
10 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN.....	20
10.1 Klassning av stabilitet.....	21
10.1.1 Metodik geoteknik	21
10.1.2 Metodik bergteknik.....	22
10.2 Tidigare stabilitetsberäkningar	23
10.2.1 Geoteknik	23
10.2.2 Bergteknik.....	26
10.3 Fältkartering.....	27
10.3.1 Geoteknik	27
10.3.2 Bergteknik.....	36
10.4 Slutsatser stabilitetsförhållanden	47
10.4.1 Geoteknik.....	47
10.4.2 Bergteknik.....	48
11 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN	49
12 REKOMMENDATIONER.....	50

Awer Sverige AB

VAT.nr/Momsreg.nr: SE559117224101
www.awer.se



BILAGOR

Bilaga A	Tidigare geotekniska undersökningar
Bilaga B	Stabilitetsklassning, geoteknik
Bilaga C	Stereografisk projektion
Bilaga D	Identifierade riskområden
Bilaga E	Bilageförteckning shp-filer

1 SYFTE OCH UPPDRAG

Awer Geoteknik har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en övergripande geoteknisk och bergteknisk utredning inför upprättandet av fördjupad översiktsplan (FÖP) för Kode i Kungälv kommun.


Kode är en tätort beläget ca 13 km nordväst om Kungälv. Det aktuella området för utredningen avgränsas av Tunge i väst, Vallbyån i norr, Västerberget i öst och Hedsvägen och kring Halltorp samt Klåvränna längst i söder. Utbredning av undersökningsområdet visas i Figur 1-1.



Figur 1-1 – Utbredning av undersökningsområdet.

Syftet med FÖP Kode är att åskådliggöra kommunens mål och visioner för tätorten Kode. Kode beskrivs som ett stationssamhälle där planeringen ska framför allt främja ett attraktivt boende med kvalitativa grönområden och med bra koppling till kollektivtrafiken som har en central placering.

Följande utredning beskriven i denna rapport syftar till översiktligt att beskriva de geologiska, geotekniska och bergtekniska förhållanden som råder för det aktuella området i Kode. Utredningen har även i avsikt att översiktligt bedöma sättningsförhållanden, stabilitetsförhållanden i jord, pågående erosion, bergstabilitet med hänseende på blockutfall och ras samt geotekniska följder avseende framtida klimatförändringar.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 2	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

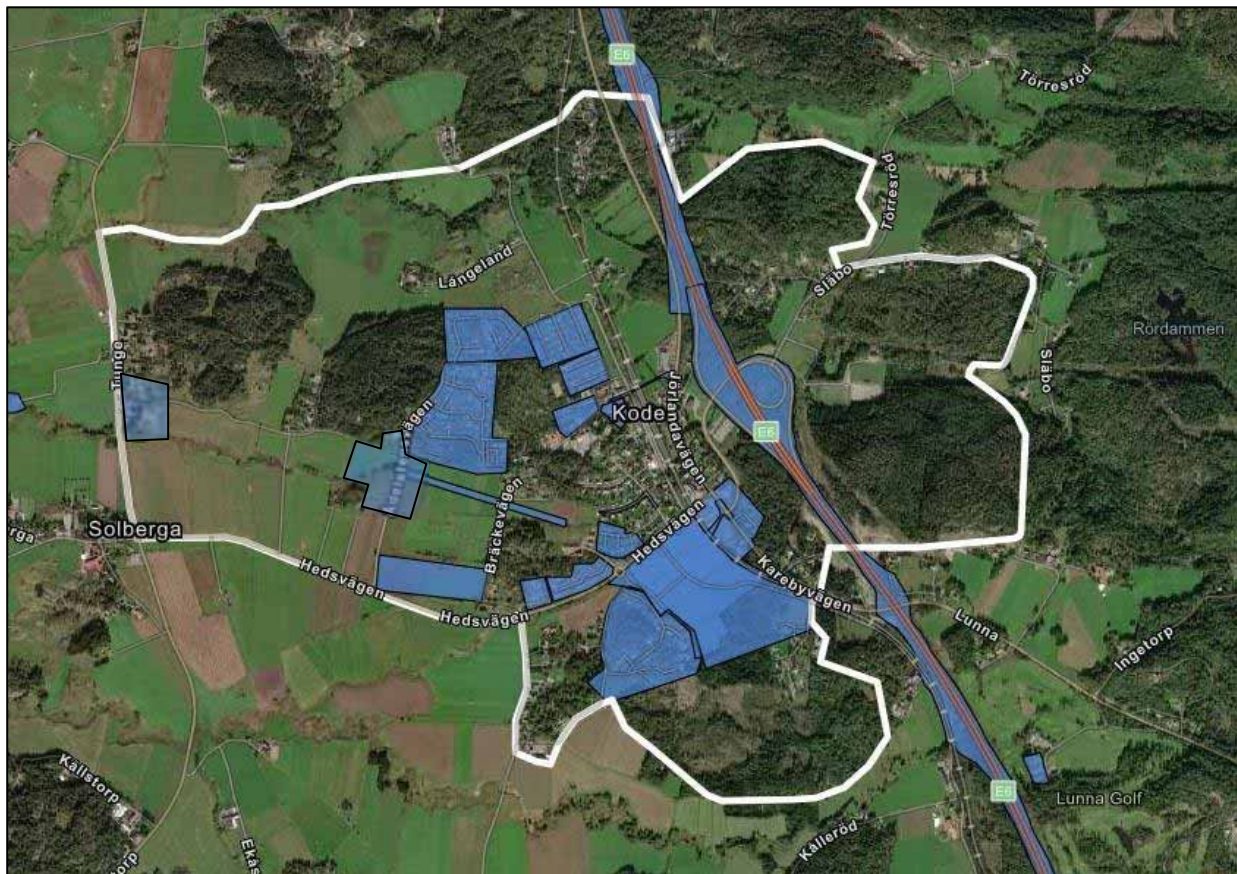
2 UNDERLAG

Som underlag till denna rapport och redogörelse har Awer Geoteknik utfört okulär geoteknik- och bergteknisk fältbesiktning under februari och mars 2022. Fältbesiktning utfördes på utvalda observationspunkter inom undersökningsområdet.

Vidare underlag använt i följande handling är arkivmaterial enligt §2.1 och kartmaterial enligt §2.2.

2.1 Arkivmaterial


Tidigare geotekniska utredningar och relevanta undersökningar inom utbredningen av undersökningsområdet har erhållits från Kungälv kommun. Utredningarna är lokaliserade enligt markerade områden i Figur 2-1 nedan. Utredningarna numreras och redovisas i bilaga, se bilageförteckning.



Figur 2-1 – Områden markerat med blått där tidigare geotekniska utredningar har utförts.

Utöver geotekniska undersökningar redovisade i figuren ovan har följande utredningar inarbetats i följande rapport,

- Översiktlig Radonriskkartering över Kungälv kommun, daterad 2021-12-21, upprättad av COWI.
- Översiktlig dagvattenutredning - Kode översiktsplan (granskningshandling), daterad 2022-03-11, upprättad av Markera Mark Göteborg AB.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 3	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

2.2 Kartmaterial

Digitalt kartmaterial från Lantmäteriet och Sveriges geologiska undersökning (SGU) har inhämtats för redovisning och analys av geotekniska- och bergtekniska förutsättningar inom undersökningsområdet. Kartmaterialet har inarbetats i ArcGIS för utvärdering och analys.

Följande dataunderlag har använts,

- Lantmäteriets nationella höjdmodell, GRID 1+
- SGU:s digitala jordartskarta
- SGU:s digitala jorddjupskarta
- SGU:s digitala karta för genomsläpplighet
- SGU:s digitala berggrundskarta
- SGU:s digitala brunnarkiv
- SGU:s kartvisare för skred och raviner

3 STYRANDE DOKUMENT

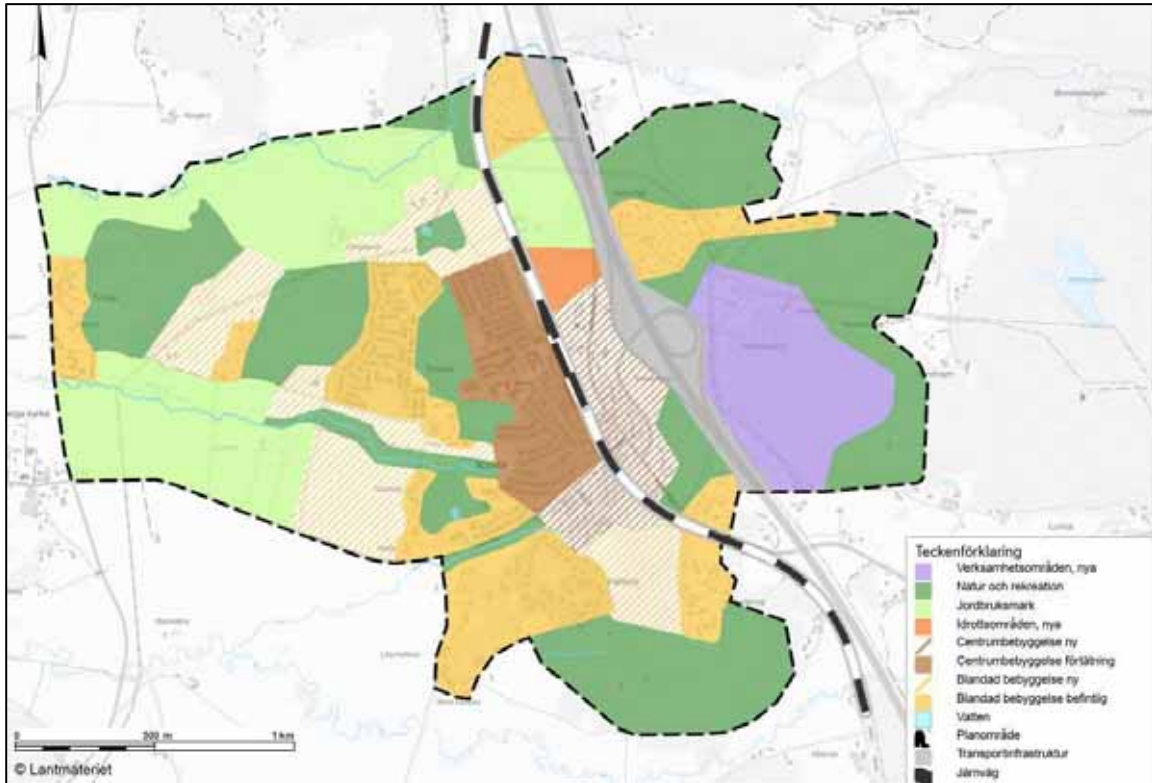
Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationella bilagor och tillämpningsdokument.

Tabell 3-1 - Planering och redovisning.

Typ av utredning	Nyttjas i denna PM	Styrande dokument
Alla utredningar	x	SS-EN 1997-1 IEG Rapport 2:2008, Rev 3 IEG Rapport 4:2008, Rev 1 Boverkets författningssamling
Slänter och bankar	x	IEG Rapport 6:2008, Rev 1

4 EXPLOATERINGSFÖRSLAG


I FÖP Kode beskrivs Kungälv kommunens exploateringsförslag över hur marken inom Kode ska användas för bebyggelse, verksamheter, natur- och rekreationsområde, idrott och jordbruk. I Figur 4-1 och Figur 4-2 nedan visas en mark- och vattenanvändningskarta över undersökningsområdet, där kartan visualiserar vilken typ av exploatering som planeras för respektive område.



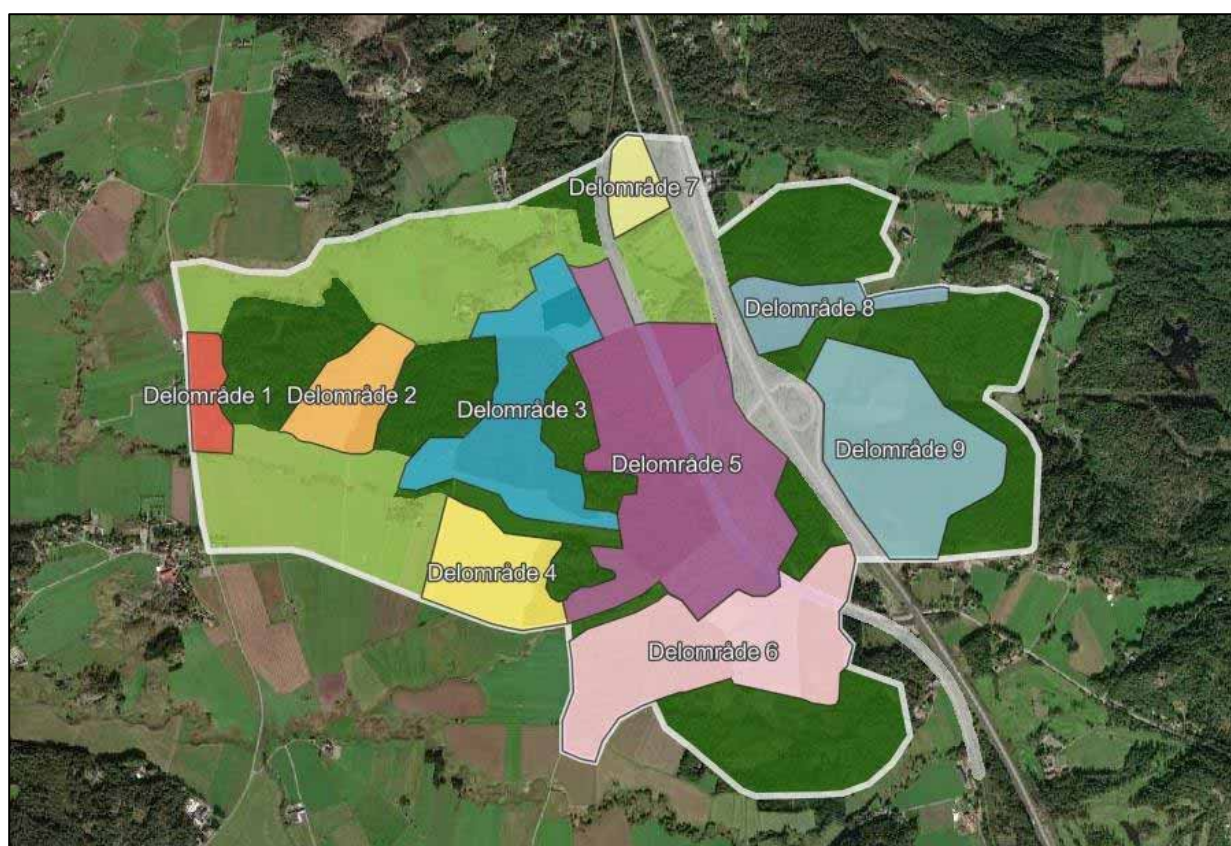
Figur 4-1 – Mark- och vattenanvändningskarta för FÖP Kode med teckenförklaring, daterad 2022-02-16.



Figur 4-2 – Mark- och vattenanvändningskarta för FÖP Kode i ArcGIS.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 5	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Figur 4-3 nedan visar markeringar av exploateringsförslag som innefattar nybyggnation i form av lätta eller tunga konstruktioner där geotekniken och bergtekniken analyserats lite noggrannare. Förslagen har delats upp i delområden baserat på planerad exploatering, topografi, geotekniska-, hydrogeologiska- och bergtekniska förutsättningar.



Figur 4-3 – Markeringar av valda delområden, numrerade 1 – 9.

5 MARKFÖRHÅLLANDEN OCH ÖVRIGA FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Ytbeskaffenheten inom undersökningsområdet för FÖP Kode består främst av åker- och betesmark följt av bebyggelse i form av punkthus, industrilokaler och infrastruktur. Kode tätort definierar undersökningsområdets centrum och sträcker sig mot sydöst och nordväst. Strax utanför tätorten finnes samhällen med ett flertal eller enstaka hus. Vid södra Kode tätort finns idag industrietor klassificerat MKM (mindre känslig markanvändning) enligt Länsstyrelsens karta över förorenade områden. Bohusbanan delar undersökningsområdet på mitten och tvärs över östra delen ligger E6:an. Områdets sydvästra gräns föreligger längs Hedsvägen. Se Figur 5-1.



Figur 5-1 – Ortofoto över topografi och ytbeskaffenhet för FÖP Kode.

Inom undersökningsområdet förekommer höjdparter i form av bergknallar där plana och delvis kuperade dalgångar definierar topografin. Kring områdets nordvästra och sydvästra delar dominerar plan betes- och åkermark, där norra delarna är mer kuperade. Längs norra gränsen rinner Vallbyån i östlig-västlig riktning. Vidare inom de västra delarna förekommer åar och bäckar som sträcker sig i öst-väst riktning, angränsande landskap lutar svagt ned mot vattendragen. Längs åkermarken och betesmark kläs bäckarna av vass. Se Figur 5-2 till Figur 5-6 för exempel på terrängen.



Figur 5-2 – Plan topografi vid undersökningsområdets södra och sydvästra delar.




Figur 5-3 – Plan åker kring norra halvan av undersökningsområdet, notera kuperad terräng längs horisonten.



Figur 5-4 – Kuperad terräng som dominerar undersökningsområdets östra och sydöstra delar.



Figur 5-5 – Exempel på bäckar inom undersökningsområdet, vass klär bäckarna längs åkrar och betesmark.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 8	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	



Figur 5-6 – Exempel på karterat berg inom undersökningsområdet.

5.2 Historiska förhållanden

Historiska flygfoton visar att Kode tätort på 50/60-talet kunde beskrivas som ett stationssamhälle som endast bestod av ett fåtal hus och en station för Bohusbanan. Omkring samhället fanns enstaka gårdar som idag är integrerat och en del av Kode tätort. Historiska flygfotot visar att åker- och betesmark definierade stor del av den mark som idag är bebyggd. Se Figur 5-7 för historiskt flygfoto över Kode.

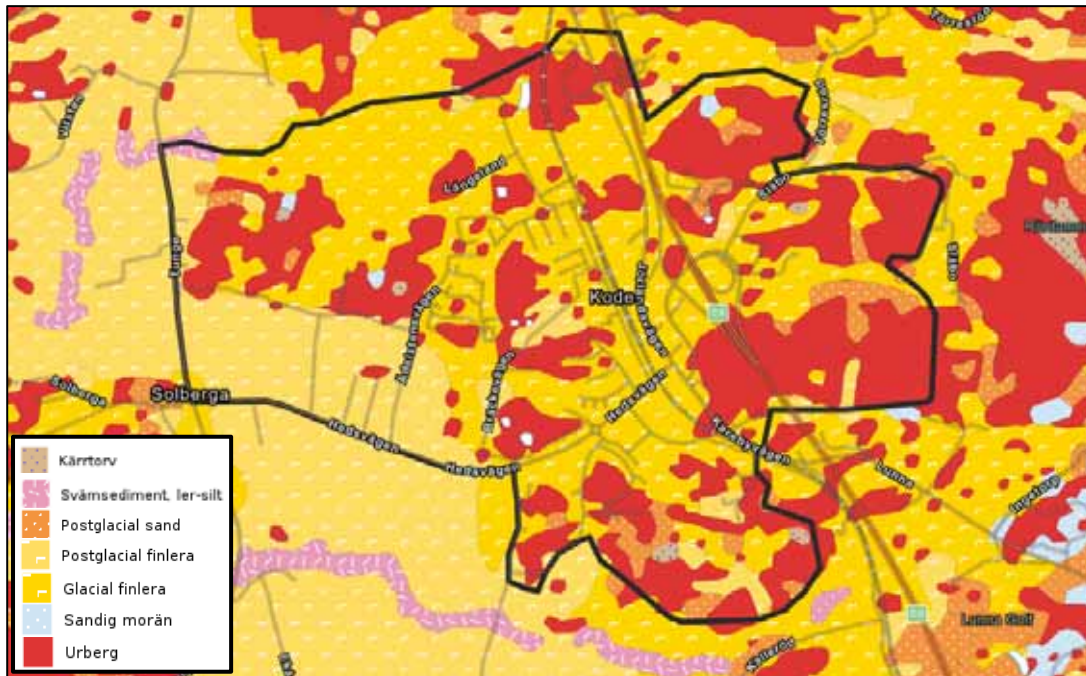


Figur 5-7 – Historiskt flygfoto från 50/60-talet över FÖP Kode (Eniro, 2022).

6 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

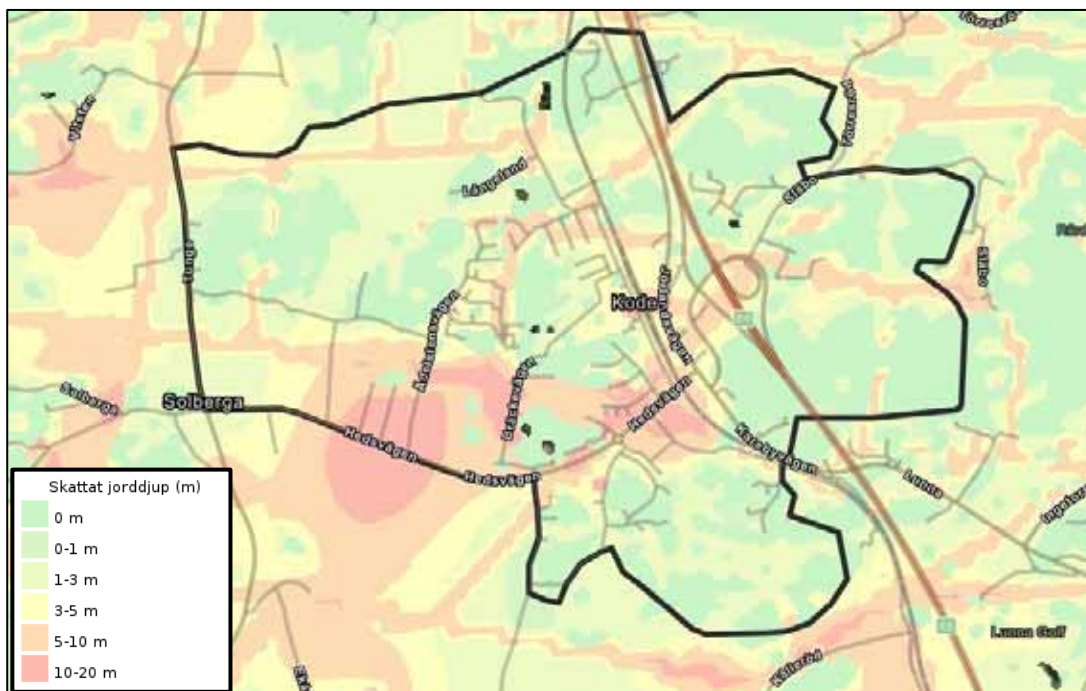
6.1 Jordarts- och jorddjupskarta

Enligt SGU:s jordartskarta definieras jordlagerföljden främst av glacial finlera, följt av bergknallar utspjätt inom planområdet. Ställvis finns lokala partier med kärrtorv, postglacial sand och sandig morän. Åkerlandskapet i planområdets sydvästra gräns definieras av postglacial finlera enligt jordartskartan. Se Figur 6-1 för SGU:s jordartskarta över FÖP Kode.




Figur 6-1 – Jordartskarta, utbredning av FÖP markerat med svart (SGU, 2022).

Jorddjupet inom undersökningsområdet varierar mellan ca 0 och 20 m enligt SGU:s jorddjupskarta. Jorddjupen är som mäktigast enligt jorddjupskartan i Kode tätort och åkermarken vid planområdets sydvästra gräns. Lokala dalgångar, både djupa och ringa, kan observeras omkring planområdet men främst i östra, sydöstra och nordöstra hörnen av området. De mindre djupa dalgångarna definieras av postglacial sand och de djupare som postglacial/glacial finlera. Se Figur 6-2 för SGU:s jorddjupskarta över FÖP Kode.

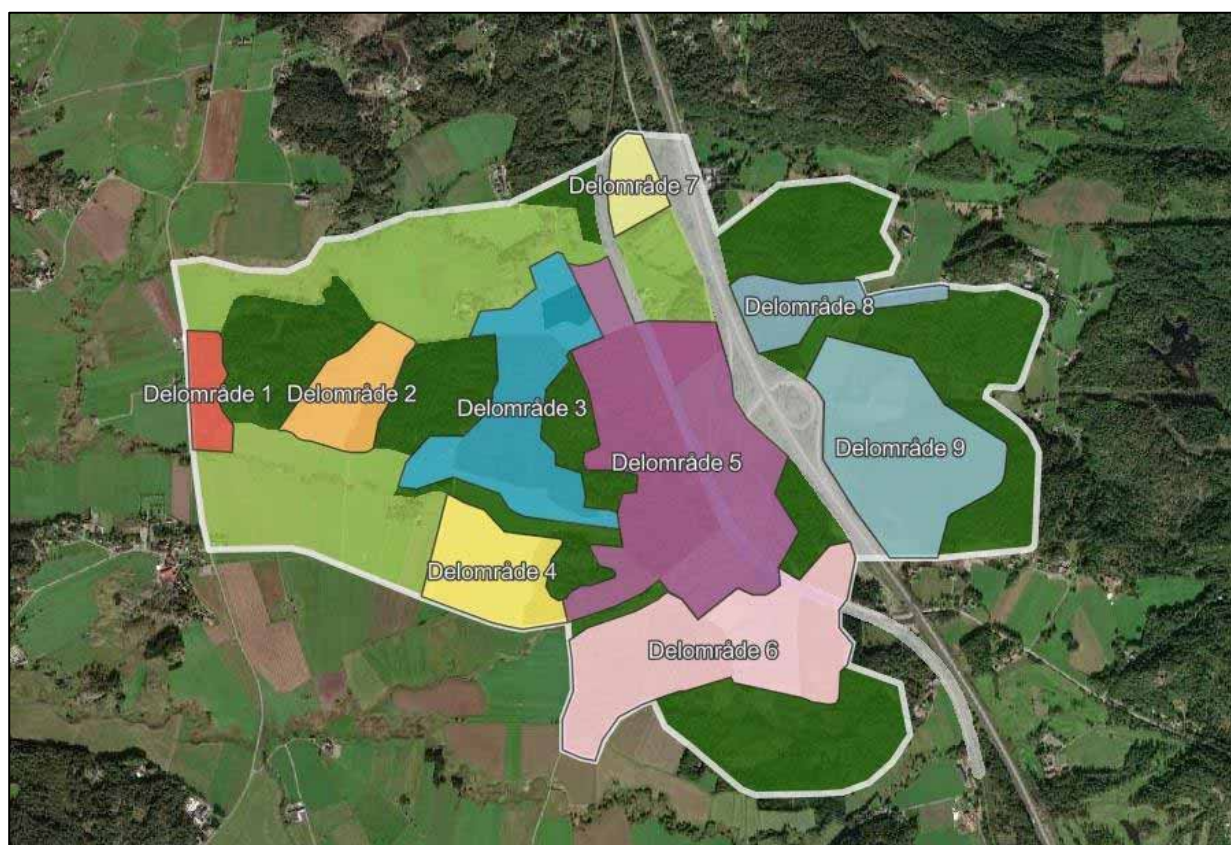


Figur 6-2 – Jorddjupskarta, utbredning av FÖP markerat med rött (SGU, 2022).

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 11	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

6.2 Jordlagerföljd och egenskaper

Nedan beskrivs jordlagerföljden och egenskaper erhållna från tidigare utförda undersökningar. Jordlagerföljden beskrivs för respektive delområde enligt Figur 6-3.




Figur 6-3 – Markeringar av valda delområden, numrerade 1 – 9.

Enligt tidigare utförd geoteknisk undersökning vid Tunge skola i **delområde 1** så beskrivs jordlagerföljden bestå av mulljord på naturligt lagrad jord ovan berg. Naturligt lagrade jorden beskrivs som lera som överst utvecklat en torrskorpa och mot djupet övergår till sulfidhaltig lera. Djupet till berg varierar kraftigt där berg i dagen har observerats vid norra delen av Tunge skola och berg påträffats vid ca 30 m djup strax norr om Vallby åns biflöde. Ovan berget tolkas ett 0 – 4 m mäktigt friktionsjordslager.

Jordlagerföljden för dalgången i **delområde 3** beskrivs som ett ytligt lager mulljord eller torv ovan lera följt av friktionsjord på berg. Leran har överst utvecklat en torrskorpa och beskrivs ställvis som gyttjig och siltig. Bergdjupet ligger generellt mellan 1 – 30 m, där minsta jorddjup är längs bergknallarna och största jorddjup är längs delområdets södra gräns mot Vallby åns biflöde, här beskrivs även leran som sulfidhaltig mot djupet. Endast ett skikt av friktionsjord har påträffats ovan berget.

I **delområde 4** så beskrivs jordlagerföljden som lösmark där jordlagerföljden definieras initialt av gyttja och lera. Gyttjan är som mäktigast i västra delområdet, där upp till 3 m mäktig gyttja påträffats. Leran har överst utvecklat en torrskorpa och övergår till siltig mot djupet. Djupet till berg varierar mellan ca 8 – 33 m djup, men berg i dagen kan observeras i mitten av delområdet. Största djup till berg har påträffats mot sydväst. Friktionsjordens mäktighet ovan berget varierar mellan ca 0,5 – 1,5 m.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 12	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Inom utbredningen av **delområde 5** har flertalet tidigare geotekniska undersökningar utförts. Generellt kan jordlagerföljden beskrivas som fyllning på naturligt lagrad jord ovan berg. Den naturligt lagrade jorden är lera som till största del beskrivs som siltig. Leran har överst utvecklat en torrskorpa. Följt av leran vilar ett tunt lager friktionsjord med mäktighet om ca 0 – 1,5 m på berg. Djupet till berg varierar kraftigt i området med ca 1 – 30 m från markytan, där minsta jorddjup har påträffats längs dalgångarna och största jorddjup kring Hedsvägen.

Kring dalgångarna inom **delområde 6** i riktning mot Bohusbanan så visar tidigare geotekniska undersökningar att jordlagerföljden består av mulljord följt av lera ovan friktionsjord. Lerans mäktighet varierar mellan ca 3 – 16 m och har överst utvecklat en torrskorpa. Mäktigheten hos friktionsjorden är okänd och inget berg har påträffats i samband med undersökningarna.

Inga tidigare geotekniska undersökningar har utförts inom utbredningen av **delområde 2, 7, 8 och 9**.

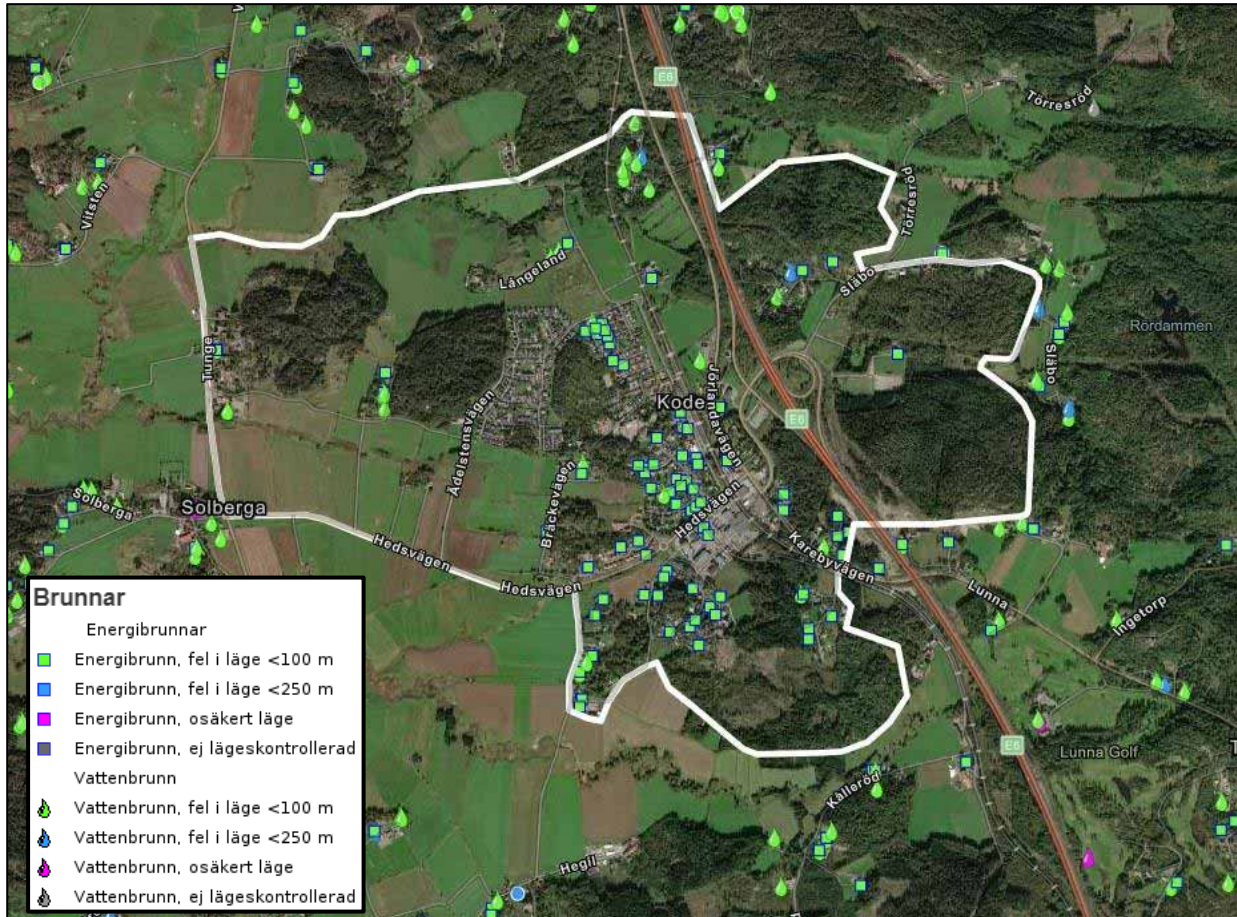
Utvärderad skjuvhållfasthet i leran från tidigare undersökningar visar att inom hela FÖP Kode klassificeras skjuvhållfastheten främst som mycket låg till låg med varierande värden på ca 10 – 25 kPa med svag ökning mot djupet. Sensitiviteten hos leran är främst mellan- till högsensitiv och partier med kvicklera har ställvist påträffats inom undersökningsområdet. Leran bedöms generellt som svagt överkonsoliderad till normalkonsoliderad.

Att en lera beskrivs som kvick innebär att vid omrörning så kommer leran att förlora majoriteten av sin ursprungliga skjuvhållfasthet där skjuvhållfastheten blir mycket låg. Vid eventuella störningar i kvicklera som följd av exempelvis markarbeten eller stora och små skred vid vattendrag kan så kallade sekundärskred inträffa, där det initiala skredet kan leda till större mer omfattande skred tills skredets bakkant når fastmark eller berg.

6.3 Hydrogeologiska förhållanden

Hydrogeologiska förhållanden enligt tidigare utförda undersökningar beskriver att grundvattennivån i lösmarkspartierna varierar mellan ca 0,5 – 1,5 m djup under markytan, ställvis i linje med underkant torrskorpelera. Grundvattennivå i linje med markytan har också observerats kring åker- och betesmarken längs Hedsvägen. Tidigare utförda tryckutjämningsförsök och installerade grundvattenrör visar att artesisisk portryckfördelning påträffats med en motsvarande trycknivå på ca 0,5 – 1,5 m ovan markytan. Artesiska portrycksförhållanden har främst observerats kring bergknallarna där jorddjupen sjunker hastigt.

SGU:s brunnsarkiv visar förekommande uttagbrunnars kapacitet och enligt arkivet brukas en klar majoritet av installerade brunnar inom utbredning av FÖP Kode för energiutvinning och endast ett fåtal brunnar brukas för dricksvattenuttag. Se Figur 6-4.

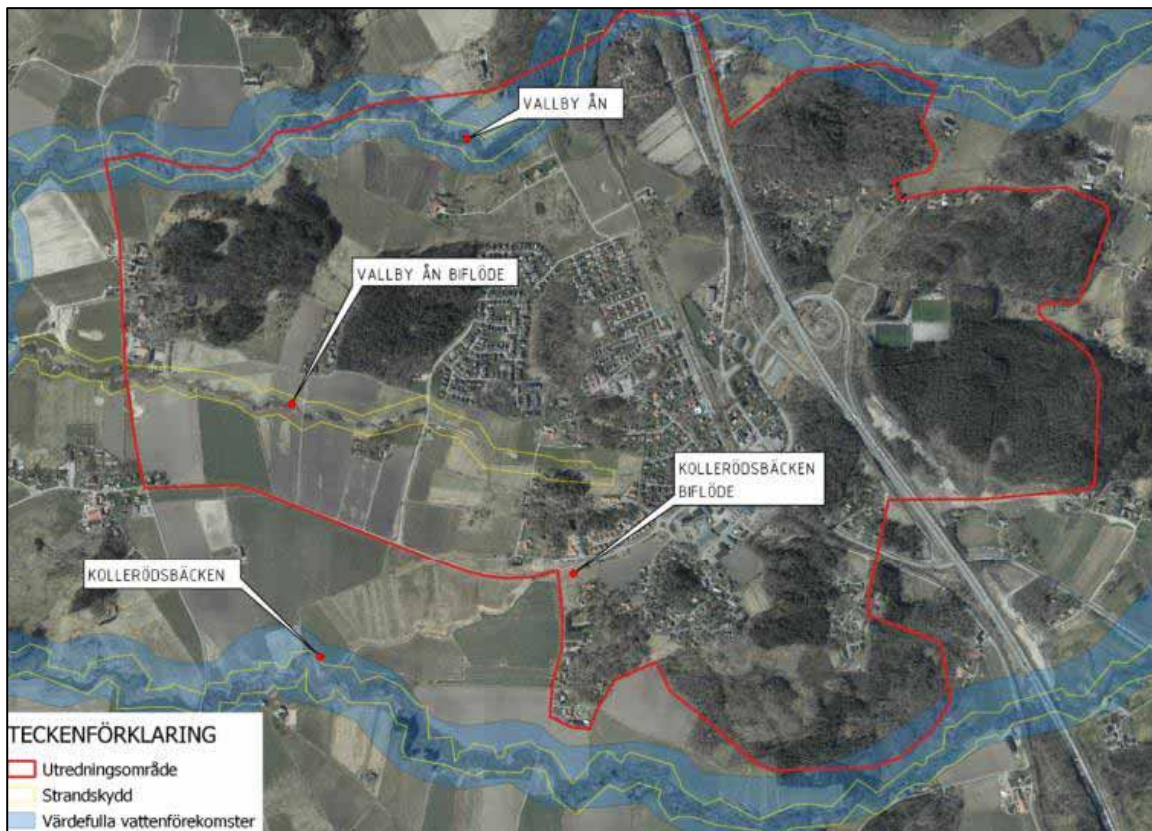


Figur 6-4 – SGU:s brunnarsarkiv för FÖP Kode, markerat inom planområdet i vitt (SGU, 2022).

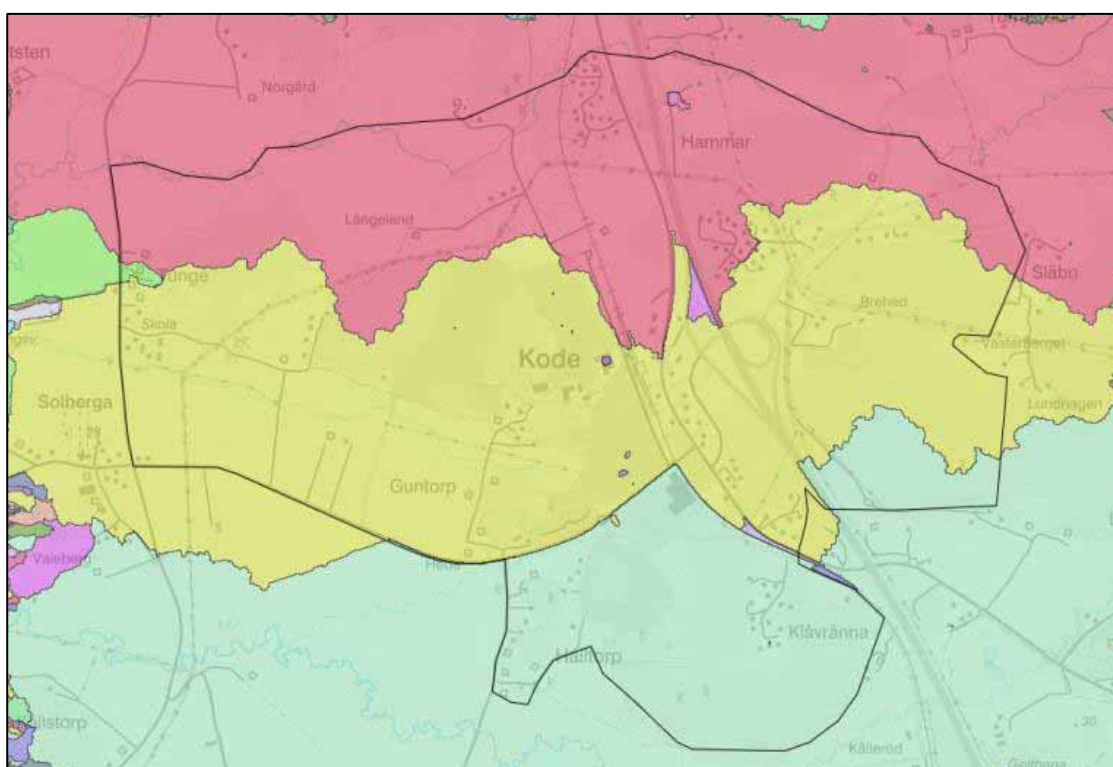
En översiktlig dagvattenutredning över FÖP Kode har upprättats av Markera på uppdrag av Kungälv kommun. Dagvattenutredningen visar att tre värdefulla vattenförekomster och strandskydd förekommer inom utbredningen av FÖP Kode, se Figur 6-5.

Utredningen visar även att området kan översiktligt delas in i tre huvudavrinningsområden. Det rosa området i norr avrinner i riktning mot Vallbyån, det gula området i mitten avrinner mot Vallbyåns biflöde och södra mot Kollerödsbäckens biflöde, se Figur 6-6.


Risk för översvämningar längs vattenförekomsterna har identifierats, både för befintliga förhållanden och som följd av nyexploatering. För områden som innehåller jordarter som klassificeras som permeabla liksom den postglaciala sanden så tillåts infiltration av dagvatten till undre akvifären, vilket kan avrinna till huvudavrinningsområdena.



Figur 6-5 – Värdefulla vattenförekomster och strandskydd (Markera, 2022).

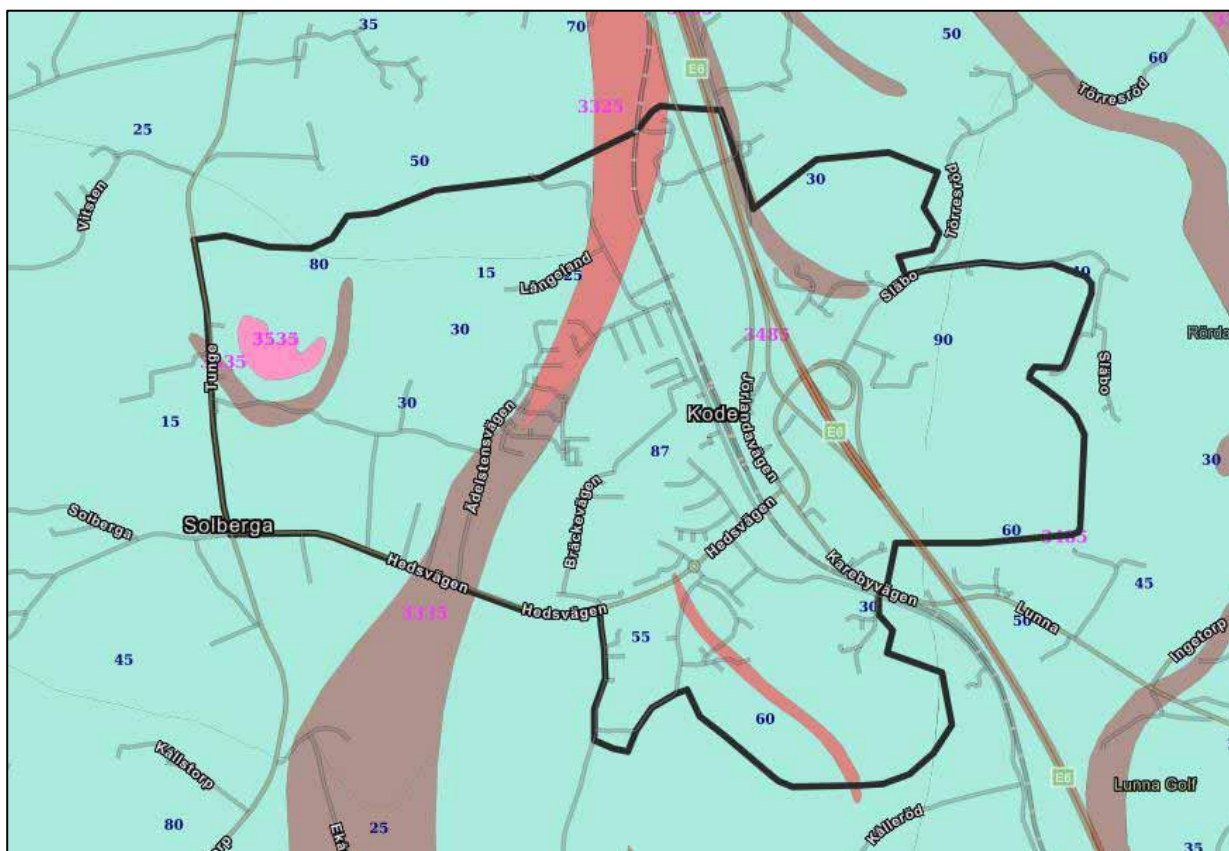


Figur 6-6 – Delavrinningsområden inom FÖP Kode (Markera, 2022).

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 15	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

7 BERGTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

Enligt SGU:s bergartskarta tillhör berget i området Idefjordenterrängen och omfattar en metamorf yt- och intrusivbergart, som är av Svekonorvegisk ålder (1,66–1,59 miljarder år). Idefjorden är till stor del uppbyggd av kalkalkalina och tholeitiska bergarter, både plutoniska och vulkaniska. Berggrunden definieras till största del av paragnejs (turkos) följt av skärningar av tonalit-granodiorit (brun) och granit (rosa/röd). Igenom undersökningsområdet i N-S riktning föreligger en lång kropp av granit och tonalit-granodiorit.



Figur 7-1 - Karta över rådande bergarter inom FÖP Kode, markerat inom rött (SGU, 2022).


Inga tidigare bergtekniska undersökningar har till Awers kännedom utförts inom det aktuella området.

8 RADONFÖRHÅLLANDEN

8.1 Allmänt

Radon är en radioaktiv gas som bildas naturligt när radium (sönderfallsprodukt av uran) sönderfaller i berggrunden. En långvarig exponering för radongas ökar risken för hälsokomplikationer. Vanligaste källan för förhöjda radonhalter i inomhusmiljöer är radon från marken (berg och jord).

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 markradon i inomhusmiljöer.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 16	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Metod och gränsvärden för radonhalt i jordluften beskrivs i *Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader* (Clavensjö, Åkerblom 2004) och radon i bostäder – *Markradon* (BRF R85:1988).

Undersökning och analys av markradon kan utföras enligt två definitioner,

- Indelning av radonriskområden,
- Klassificering av radonmark.

I enlighet med *Radonboken* beskrivs indelning av radonriskområden (lågrisk-, normalrisk- och högrisk) orörda markförhållanden där ingen hänsyn anges till markbearbetning.

Vid klassning av radonmark (låg-, normal- och högradonmark) ska markförhållandena efter färdigställd byggnation beaktas, vilket även innefattar sprängning, schaktning, uppfyllnader och ledningsgravar. Berg och jord som påverkas av arbeten behöver vara åtkomligt för radonmätning och provtagning. Radonmarkklassning leder även till beskrivningar på krav och åtgärder vid nybyggnation.

Undersökningarna utgår enligt följande definitioner av radonriskområde,

Tabell 8-1 - Definitionen av lågriskområde

Lågriskområde			
Berg- eller jordart	Totalstrålning, gamma [μ Sv/h]	Radiumhalt [Bq/kg]	Radonhalt i jordluften ca 0,7 m under markytan [kBq/m ³]
Berggrund	< ca 0,10	< 35	-
Morän, grus, sand	-	-	< 10
Lera, silt	-	-	Lagertjocklek > 2m ¹⁾

Tabell 8-2 - Definitionen av högriskområde

Högriskområde			
Berg- eller jordart	Totalstrålning, gamma [μ Sv/h]	Radiumhalt [Bq/kg]	Radonhalt i jordluften ca 0,7 m under markytan [kBq/m ³]
Berggrund	> ca 0,15	> 100	-
Morän, grus, sand	-	> ca 50 ²⁾	> 50

1) Jordlagret får ej vara uttorkat, då gäller samma gränsvärden som morän, grus och sand.

2) Grovkorning morän, grus och sand.


Normalriskområde definieras som mark med radonhalt i jordluften mellan 10 – 50 kBq/m³.

8.2 Översiktlig radonriskkartering

En översiktlig radonriskkartering över Kungälv kommun har tidigare upprättats, innefattande bland annat utbredningsområdet av FÖP Kode. Karteringen är daterad 2021-12-21 och upprättad av COWI på uppdrag åt Kungälv kommun.

I radonriskkarteringen har COWI klassificerat radonrisk för olika jordartsgrupper, bergarter och gammastrålning uran. Se Figur 8-1 för vald radonriskklassning för jordarterna, Figur 8-2 för bergarterna och Figur 8-3 för gammastrålning uran.

Den slutgiltiga radonkartan där metodiken beskriven ovan har sammanslagits visar att Kungälv kommun domineras främst av vad som bedömts som normalriskmark, se Figur 8-4.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 17	AWER  GEOTEKNIK
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Värde	Typ	Grupp	Risk
1	Mossetorv	Torv	N/A
5	Kärrtorv	Torv	N/A
9	Ler-Silt	Finmaterial	Låg
10	Sand	Friktionsmaterial	Normal
16	Gyttjelera	Finmaterial	Låg
17	Lera, postglacial	Finmaterial	Låg
19	Finlera, Postglacial	Finmaterial	Låg
22	Grovlera, Postglacial	Finmaterial	Låg
24	Silt, Postglacial	Finmaterial	Låg
28	Finsand, Postglacial	Friktionsmaterial	Normal
31	Sand, Postglacial	Friktionsmaterial	Normal
33	Grus, Svall	Grus	Hög
36	Skaljord	Friktionsmaterial	N/A
40	Lera, Glacial	Finmaterial	Låg
43	Finlera, Glacial	Finmaterial	Låg
44	Grovlera, Glacial	Finmaterial	Låg
48	Silt, Glacial	Finmaterial	Låg
50	Isälvsediment	Grus	Hög
91	Vatten	Vatten	N/A
95	Morän, Sandig	Friktionsmaterial	Normal
200	Fyllning	Fyllning	N/A
890	Berg	Berg	N/A

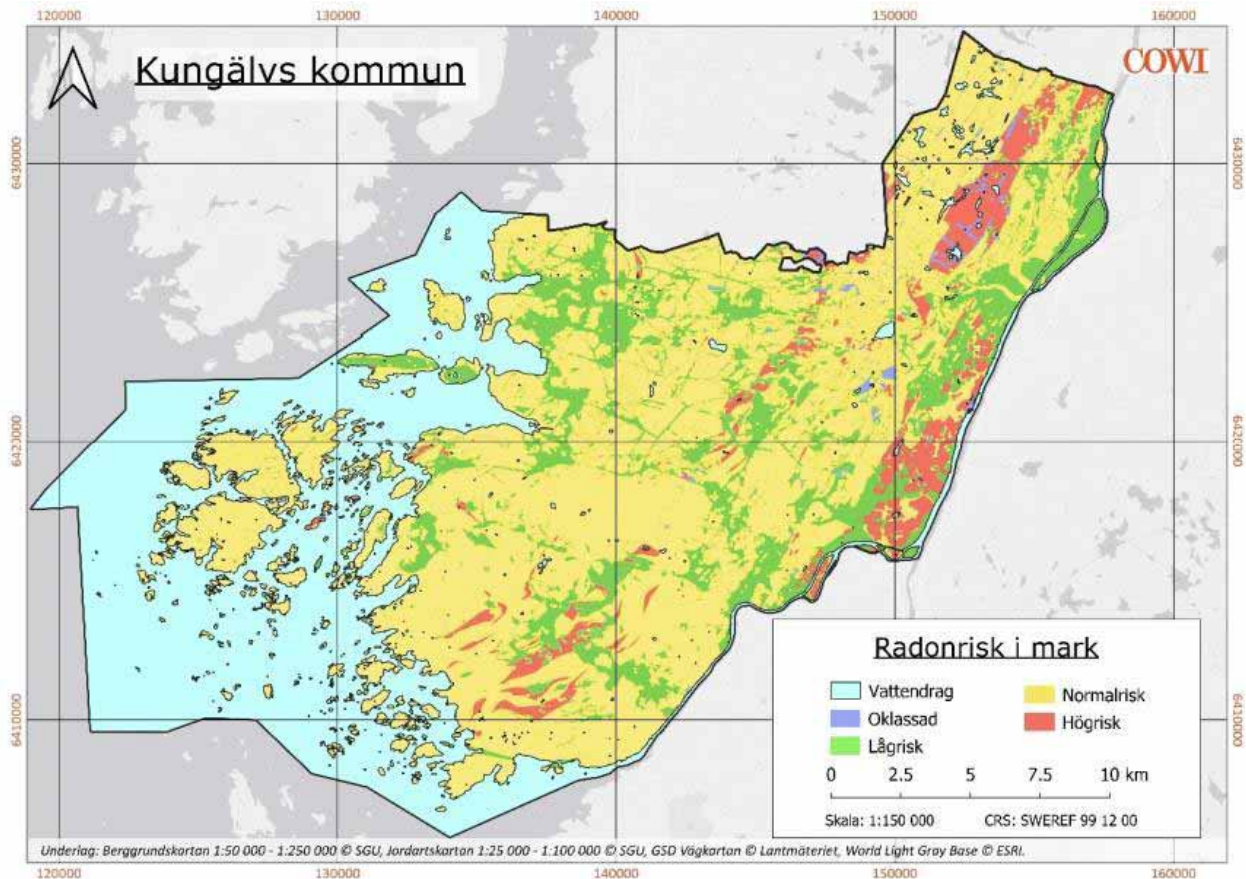
Figur 8-1 – Radonriskklassificering av respektive jordartsgrupp inom Kungälv kommun (COWI, 2021).

Etikett	Bergart	Radonklass	Kommentar
3140	Gabbroid-dioritoid	Låg	
3145	Diabas	Låg	
3285	Granit	Hög	S.k. "RA-granit"
3290	Gabbroid-dioritoid	Låg	
3295	Granit	Hög	
3325	Granit	Hög	
3330	Granodiorit-granit	Normal	
3335	Tonalit-granodiorit	Normal	
3345	Gabbroid-dioritoid	Låg	
3375	Tonalit-granodiorit	Normal	
3390	Gabbroid-dioritoid	Låg	
3395	Anortosit	Normal	
3405	Ultrabasisk intrusivbergart	Låg	
3430	Amfibolit	Låg	
3460	Vacka	Normal	
3485	Paraquejs	Normal	
3535	Granit	Hög	Tidigare "pegmatit"

Figur 8-2 – Radonriskklassificering av respektive bergart inom Kungälv kommun (COWI, 2021).

Geologi	Lågrisk		Normalrisk		Högrisk	
	ppm	Bq/kg	ppm	Bq/kg	ppm	Bq/kg
Berggrund	<4.9	<60	4.9-16.2	60-200	>16.2	>200
Friktionsjord	<2.0	<25	2.0-4.0	25-50	>4.0	>50
Silt	<4.1	<50	4.1-5.7	50-70	>5.7	>70
Lera	<6.5	<80	6.5-8.1	80-100	>8.1	>100

Figur 8-3 – Gränsvärden för olika material, gammastrålning uran (COWI, 2021).



Figur 8-4 – Radonrisk för mark, genom sammanslagning av radonrisk för jord och berg (COWI, 2021).

Inom utbredningen av FÖP Kode så klassificeras majoriteten av marken som lågrisk gällande radon. Längs bergsknallarna bedöms radonrisken som normalrisk, men längs granitropparna bedöms radonrisken som hög, se Figur 8-5.

Mätning av markradon har utförts i tidigare utredningar vid Guntorp 1:4, Solhaga äldreboende och för Kode förskola, alla belägna i undersökningsområdets centrum/sydvästra del. Samtliga tre utredningar klassificerar marken som lågradonmark med uppmätta värden mellan 0 – 10 kBq/m³, vilket stämmer överens med radonriskkarteringen.



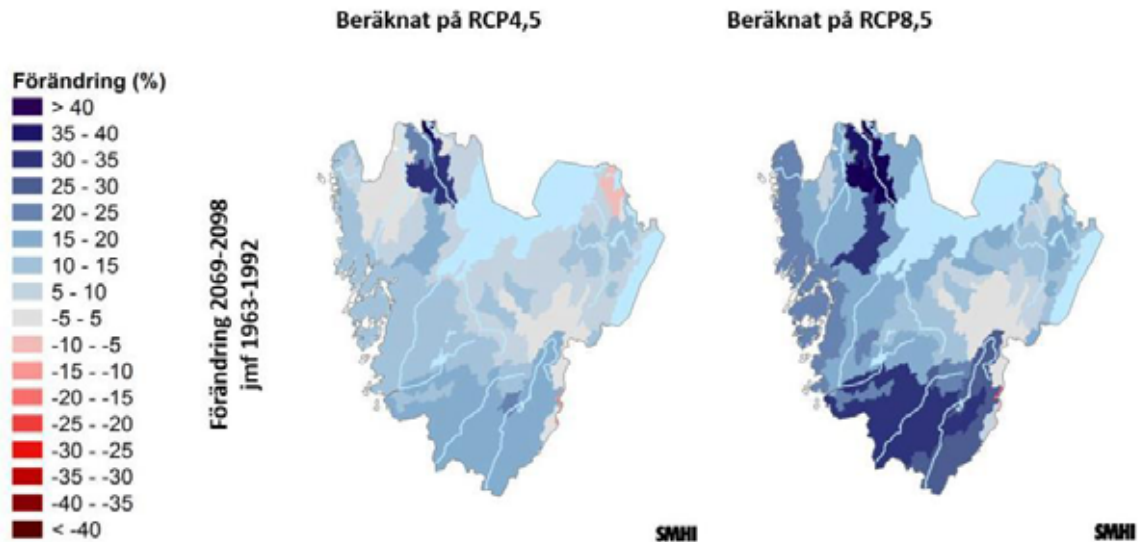
Figur 8-5 – Karta över Radonriskområden inom FÖP Kode. Låg risk (klass 1) visas i grön, normal risk (klass 2) i gul och hög risk (klass 3) i röd.

Inom de gula och röda områdena kan radonsäkrande grundläggning erfordras. Det förekommer inom området genomsläppliga jordarter såsom sand och grus. I senare skeden erfordras mätningar av porluften och berget för att dimensionera lämpliga skyddsåtgärder mot radon vid behov.

9 KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Enligt rapporten "Framtidsklimat i Västra Götalands län – enligt RCP-scenarier" (SMHI, 2015) kommer klimatet i Västra Götalands län ändras beroende på utvecklingen av mängden växthusgaser i atmosfären. Rapporten beskriver dagens och framtidens klimat i Västra Götaland baserat på observationer och beräkningar utifrån begränsade utsläpp (RCP4.5) och höga utsläpp (RCP8.5).

Rapporten redovisar en situation för årsperioden 2069–2098 där sommarhalvåret kommer vara torrare och vinterhalvåret blötare. Ett blötare vinterhalvår leder till mer nederbörd som resulterar i ökade vattenflöden till vattendrag, för Västra Götaland beräknas den totala årstillsrinningen öka med 5–15% vid mitten av seklet. Se Figur 9-1 för förändring från RCP4.5 respektive RCP8.5.



Figur 9-1 – Förändring i årstillrinning (%) för år 2069–2098 jämfört med 1963–1992 (SMHI, 2019).


Utifrån ett geotekniskt perspektiv kan ökad tillrinning leda till översvämningar längs mindre och stora vattendrag. Översvämningarna som leder till ökade flöden kan orsaka erosions-skador som i sin tur försämrar stabilitetsförhållandena längs vattendragen.

Inom utbredningen av FÖP Kode kan erosions-skador redan observeras längs vattendragen och en ökad tillrinning kommer leda till mer erosion. Detta kan leda till kritiska konsekvenser då kvicklera har påträffats längs vissa vattendrag, ett lokalt skred som följd av erosions-skador kan leda till en mycket större utbredning av skred. Ett blötare vinterhalvår kan också leda till förhöjda portryck vilket försämrar stabiliteten. Vid förhöjda vattennivåer kan även behovet för höjningar av markytan tillkomma. Markhöjningar är i regel en tillkommande belastning vilket kan ge upphov till stabilitetshöjande åtgärder.

Geotekniska konsekvenser kan även uppkomma under sommarhalvåret, där ökad torra leder till mindre flöde i vattendragen. Vattenflöden i vattendragen agerar som en mothållande kraft för stabilitetsförhållanden och ett minskat flöde kan i vissa fall vara bidragande orsak till behov stabilitetshöjande åtgärder längs vattendragen.

10 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

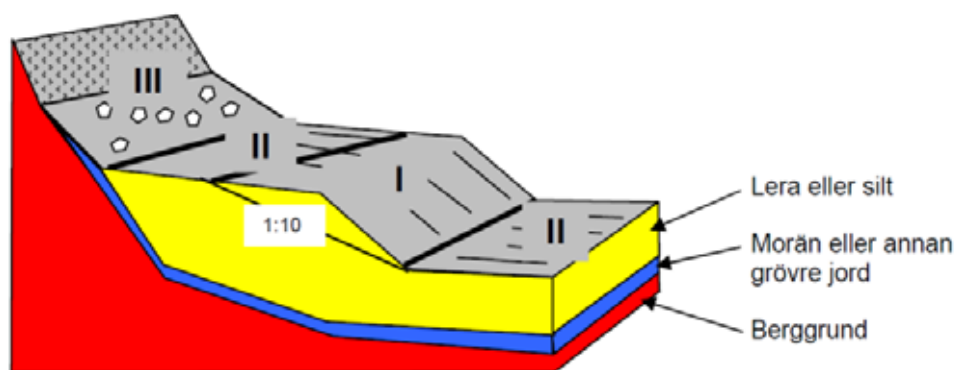
Stabilitetsförhållandena inom FÖP Kode för både jord och berg har utvärderats översiktligt baserat på topografiska förhållanden, digitalt kartmaterial från SGU och Lantmäteriet, arkivmaterial såsom tidigare geotekniska undersökningar och generell okulärbesiktning i fält.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 21	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

10.1 Klassning av stabilitet

10.1.1 Metodik geoteknik

Klassificering av stabilitet i jord i tidiga skeden kan utföras genom att dela upp stabilitetsbedömningar i tre olika klasser baserat på släntlutning och jordlagerföljd, se Figur 10-1.




Figur 10-1 – Klassificering av släntstabilitet i tidiga skeden (SGI, 2005).

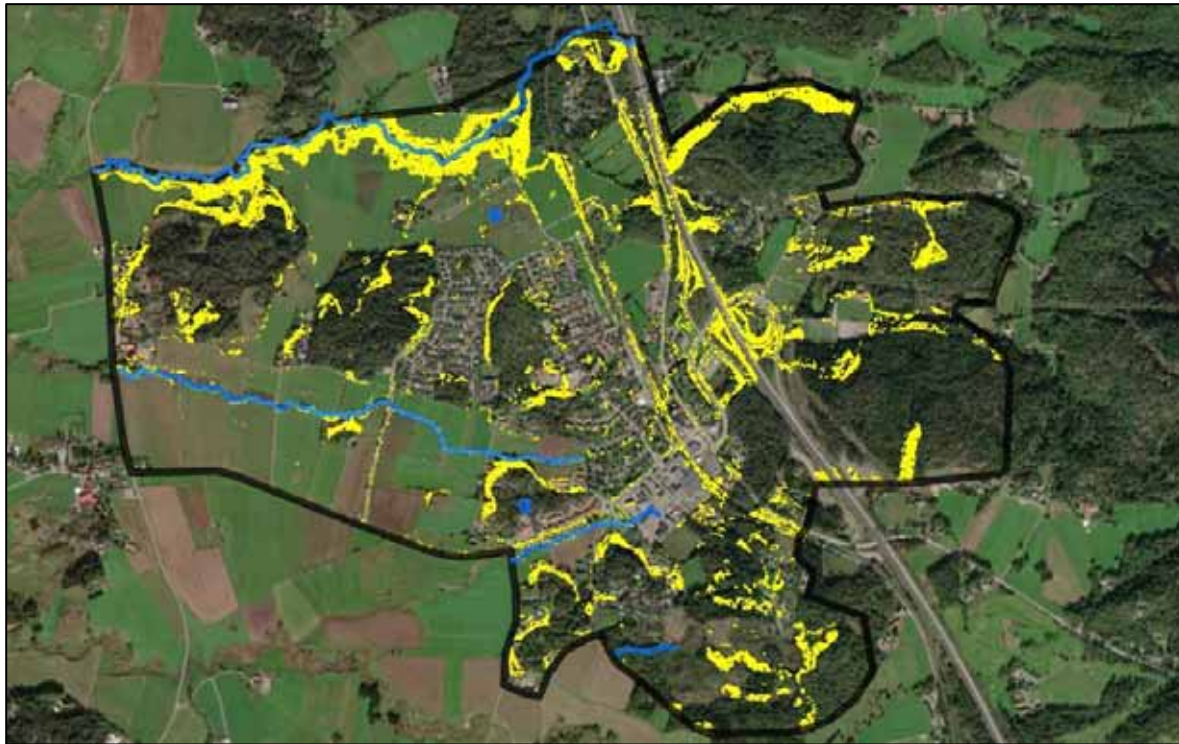
De tre klasserna beskrivs som följande,

- Klass III: Fastmark/berg, antas i ett översiktligt skede vara stabilt.
- Klass II: Flacka ytor med lutning $<1:10$ där jordlagerföljden består av finsediment (lera, silt och andra jordarter som kan överlagra finsediment). Antas i ett översiktligt skede vara stabilt.
- Klass I: Slänter med lutningar $\geq 1:10$ och där jordlagerföljden består av finsediment. Bedöms i ett översiktligt skede som osäker där geotekniska fält- och laboratorieundersökningar erfordras för att klarlägga stabiliteten. Extra hänsyn bör även tas i närhet till vattendrag inom <100 m.

En modell skapades för stabilitetsklassningarna baserat på lantmäteriets höjdmödel som sedan korrigerats mot SGU:s jordartskarta för fastmark. Visualisering av stabilitetsklass I redovisas i Figur 10-2 nedan. Klass II och III redovisas ej i följande figur.

Se bilageförteckning för högupplöst figur av stabilitetsklass I (jord) inom FÖP Kode.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 22	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	



Figur 10-2 – Visualisering av stabilitetsklass I inom utbredningen av FÖP Kode.


10.1.2 Metodik bergteknik

I Sverige finns ingen standardiserad metod för att dokumentera och beskriva stabilitet i bergskärningar och bergslänter. Generellt ligger Eurokod 7 till grund för både geoteknisk- och bergteknisk projektering, men principerna är skrivna efter bedömning av geoteknisk kategori och riktat mot lösmassor. Definitionerna i eurokoden är därav inte relevanta i alla förhållanden, men kan användas som utgångspunkt vid bedömningen av bergstabilitet.

Föreliggande rapport bedömer stabiliteten i berg först genom att identifiera bergkroppar inom FÖP Kode utifrån SGU:s jordarts- och berggrundskarta. Bergets fysiska egenskaper karteras i fält där bland annat bergart, foliation, regional struktur, lokal uppsprickning, sprickegenskaper och yttre påverkan registreras och dokumenteras. Stupning och strykning hos identifierade sprickgrupper har registrerats med kompass.

Registrerade egenskaper läggs sedan till grund för en överordnad riskbedömning med avseende på stabiliteten till bergpartierna inom ramen för undersökningsområdet.

- **Bedömd låg risk:** Flack släntlutning oavsett slänthöjd <1:1 och/eller en lite uppsprucken och homogen bergmassa utan tecken på blocknedfall vid släntfot. Inga tecken på blocknedfall.
- **Bedömd normal risk:** Bergytter med släntlutning mellan 1:1 och 5:1 och moderata slänthöjder under 8 meter, moderat uppsprucket berg, block förekommer i slänter, endast ett fåtal block nedfall vid släntfot, potentiell yttre påverkan/erosion som på sikt kan leda till en degradering av släntstabiliteten.
- **Bedömd hög risk:** Bergytter med släntlutning >5:1 och stora slänthöjder typiskt över 8 meter, uppsprucket berg, block förekommer i slänter, block nedfall vid släntfot och slänter, potentiell yttre påverkan/erosion osm på sikt kan leda till en degradering av släntstabiliteten.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 23	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Informationen ovan tillsammans med lantmäteriets höjdmödel resulterar i områden inom FÖP Kode där bergkroppar och potentiella riskområden visualiseras. I detta skede redovisas endast områden som bedöms som normal- och hög riskområde där geologisk- och bergteknisk utredning erfordras vid exploatering.

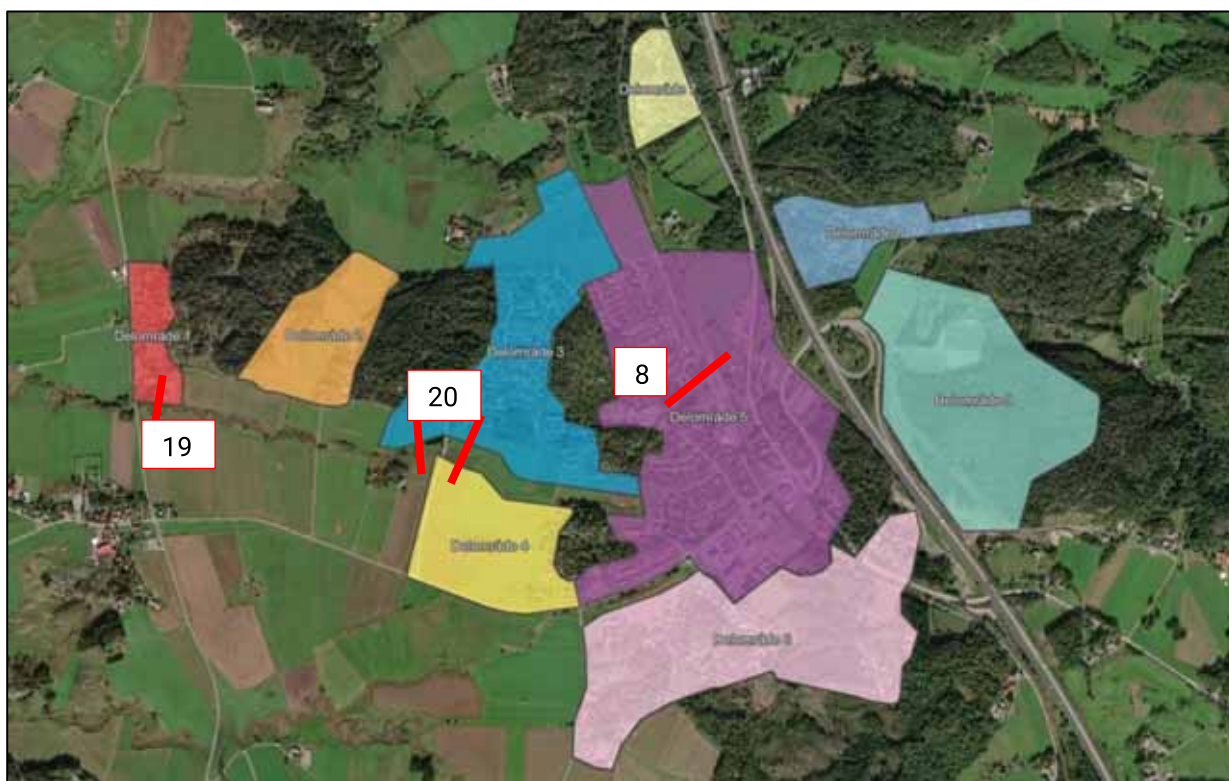
Karterade sprickgrupper inom undersökningsområdet presenteras i stereografisk projektion i bilaga.

10.2 Tidigare stabilitetsberäkningar

10.2.1 Geoteknik

Tidigare utförda stabilitetsberäkningar har utförts i ett fåtal tidigare geotekniska undersökningar.


Stabilitetsberäkningar har i tidigare undersökningar utförts inom Delområde 1, 3, 4 och 5. Lokalisering av stabilitetssektioner redovisas i Figur 10-3 nedan, där numreringen på tillhörande utredning visas. Se bilageförteckning för att para ihop numreringen med geoteknisk undersökning.



Figur 10-3 – Lokalisering av tidigare utförda stabilitetsberäkningar är översiktligt markerat med röda linjer, siffran hänvisar till utredningens nummer i referenslista – se bilageförteckning.

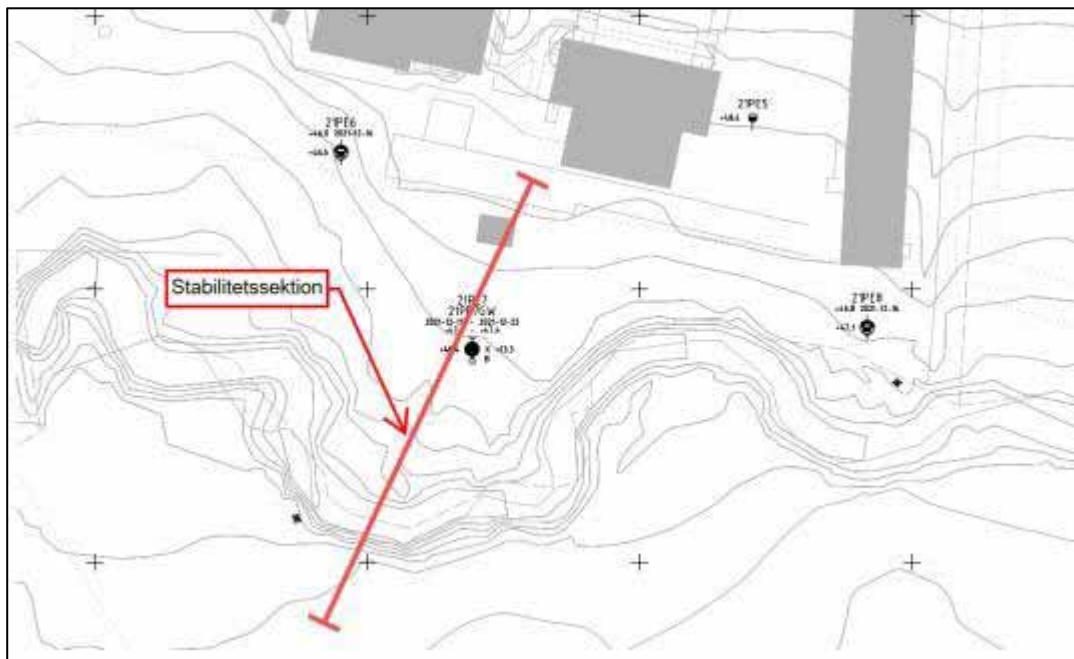
10.2.1.1 Delområde 1

En stabilitetssektion har beräknats vid delområdets södra gräns i riktning mot Vallby åns biflöde. Beräkningarna redovisas i handlingen *Tunge skola, Kode – Projekterings-PM/geoteknik*, upprättad av PE Teknik & Arkitektur AB, daterad 2021-12-31. Stabilitetsförhållandena beräknades för befintliga förhållanden och för nybyggnation. Beräkningarna är utförda med partialsäkerhetsfaktorer.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 24	AWER  GEOTEKNIK
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Beräkningarna visar att för befintliga förhållanden bedöms stabilitetsförhållandena inte som tillfredställande, inte heller erhåller nybyggnation och lovpliktiga laster godtycklig stabilitet. Då kvicklera hade påträffats i utredningen är kravet för tillfredställande stabilitet $\geq 1,1$ för både odränerad och kombinerad analys. För befintliga förhållanden beräknades 1,07 vid odränerad analys och 0,99 vid kombinerad analys. Risken för bakåtgripande skred lyfts också i utredningen där beräknat avstånd för skredutveckling från bäckens slänkrön är 30 m.

Utredningen rekommenderar en lastrestriktion inom 25 m från slänkrön för befintliga förhållanden och lovpliktiga laster. Se Figur 10-4 för beräknad stabilitetssektion och Figur 10-5 för beräknade säkerhetsfaktorer för respektive lastfall.



Figur 10-4 – Beräknad stabilitetssektion (PE, 2021).


Sektion	F_c	F_{komb}
Befintliga förhållanden	1,07 (1)	0,99 (2)
Lovpliktig last (10 kPa)	0,86 (3)	0,80 (4)
20 kPa	0,69 (5)	0,67 (6)

Figur 10-5 – Beräknade säkerhetsfaktorer (PE, 2021).

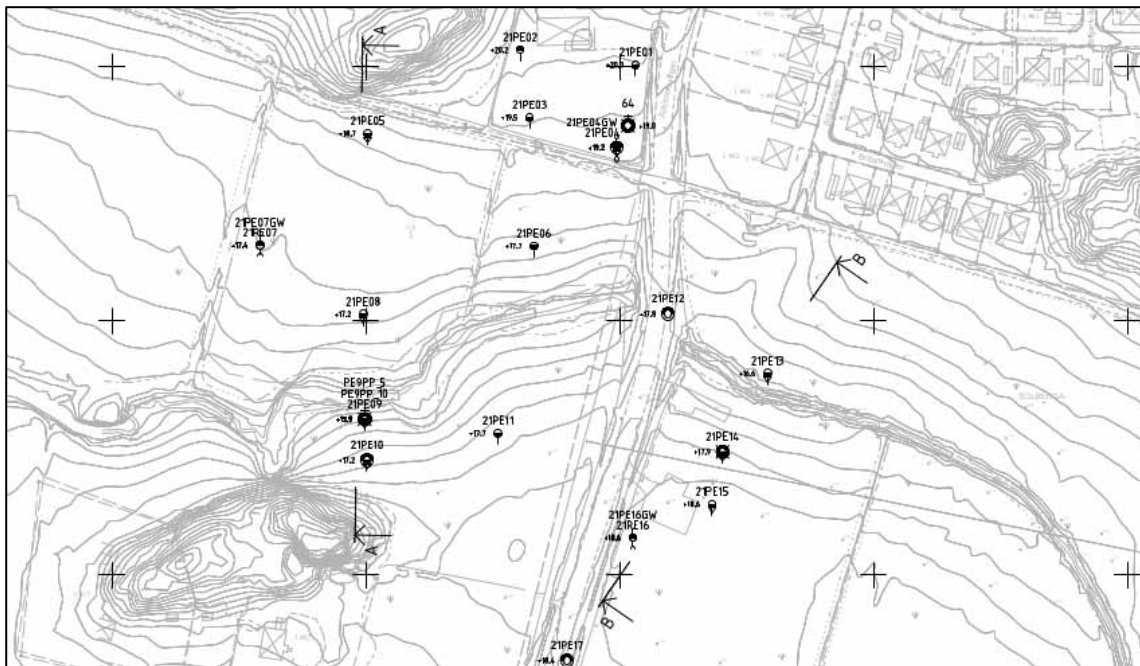
10.2.1.2 Delområde 3 & 4

Stabilitetsberäkningar har utförts mot Vallby åns biflöde som delar delområde 3 och 4. Beräkningarna har upprättats i handlingen *Solberga-Bräcke 1:12, 1:3, 1:4 m.fl., Kode – Projekterings-PM/geoteknik*, upprättad av PE Teknik & Arkitektur AB, daterad 2021-11-10. Stabilitetsberäkningar upprättades inför upprättande av detaljplan och innefattar lastfallen befintliga förhållanden, lovpliktiga laster (10 kPa) och trafiklast/20 kPa. Beräkningarna är utförda med partialsäkerhetsfaktorer.

I utredningen visar beräkningarna att för befintliga förhållanden bedöms stabilitetsförhållandena som tillfredställande. För nybyggnation och lovpliktiga laster bedöms stabilitetsförhållandena inte som tillfredställande. Förekomsten av kvicklera längs bäcken medför en erforderad säkerhetsfaktor på $\geq 1,1$ för både odränerad och kombinerad analys. Risken för bakåtgripande skred lyfts också i utredningen där beräknat avstånd för skredutveckling från slänkrön i sektion A-A är 30 m och 21 m i sektion B-B.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 25	AWER  GEOTEKNIK
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	


Utredningen rekommenderar lastrestriktioner för lovpliktiga laster och för trafiklast/20 kPa. Lovpliktiga laster begränsas till 2 – 3 m från släntkrön på södra sidan mot delområde 4 och trafiklast/20 kPa begränsas till 7 – 9 m mot delområde 4 och 10 m mot delområde 3. Se Figur 10-6 för beräknade stabilitetssektioner och Figur 10-7 för säkerhetsfaktorer.



Figur 10-6 – Beräknade stabilitetssektioner A-A & B-B (PE, 2021).

Sektion	F_c	F_{komb}
A-A, befintliga förhållanden, stabilitet mot söder	1,55 (1)	1,33 (2)
A-A, befintliga förhållanden, stabilitet mot norr	1,82 (3)	1,66 (4)
A-A, 10 kPa, stabilitet mot söder	1,17 (5)	1,06* (6)
A-A, 10 kPa, stabilitet mot norr	1,34 (7)	1,26 (8)
A-A, 10 kPa, åtgärd, stabilitet mot söder	1,21 (9)	1,11 (10)
A-A, 20 kPa, stabilitet mot söder	0,93* (11)	0,87* (12)
A-A, 20 kPa, stabilitet mot norr	1,06* (13)	0,99* (14)
A-A, Trafiklast, stabilitet mot söder	0,94* (15)	-
A-A, Trafiklast, stabilitet mot norr	1,08* (16)	-
A-A, Trafiklast, åtgärd, stabilitet mot söder	1,13 (17)	-
A-A, Trafiklast, åtgärd, stabilitet mot norr	1,12 (18)	-
B-B, befintliga förhållanden, stabilitet mot söder	3,05 (19)	1,91 (20)
B-B, befintliga förhållanden, stabilitet mot norr	1,92 (21)	1,15 (22)
B-B, 10 kPa, stabilitet mot söder	1,82 (23)	1,52 (24)
B-B, 10 kPa, stabilitet mot norr	1,34 (25)	0,98* (26)
B-B, 10 kPa, åtgärd, stabilitet mot norr	1,35 (27)	1,12 (28)
B-B, 20 kPa, stabilitet mot söder	1,28 (29)	1,11 (30)
B-B, 20 kPa, stabilitet mot norr	1,02* (31)	0,83* (32)
B-B, Trafiklast, stabilitet mot söder	1,32 (33)	-
B-B, Trafiklast, stabilitet mot norr	1,04* (34)	-
B-B, Trafiklast, åtgärd, stabilitet mot norr	1,12 (35)	-

Figur 10-7 – Beräknade säkerhetsfaktorer (PE, 2021).

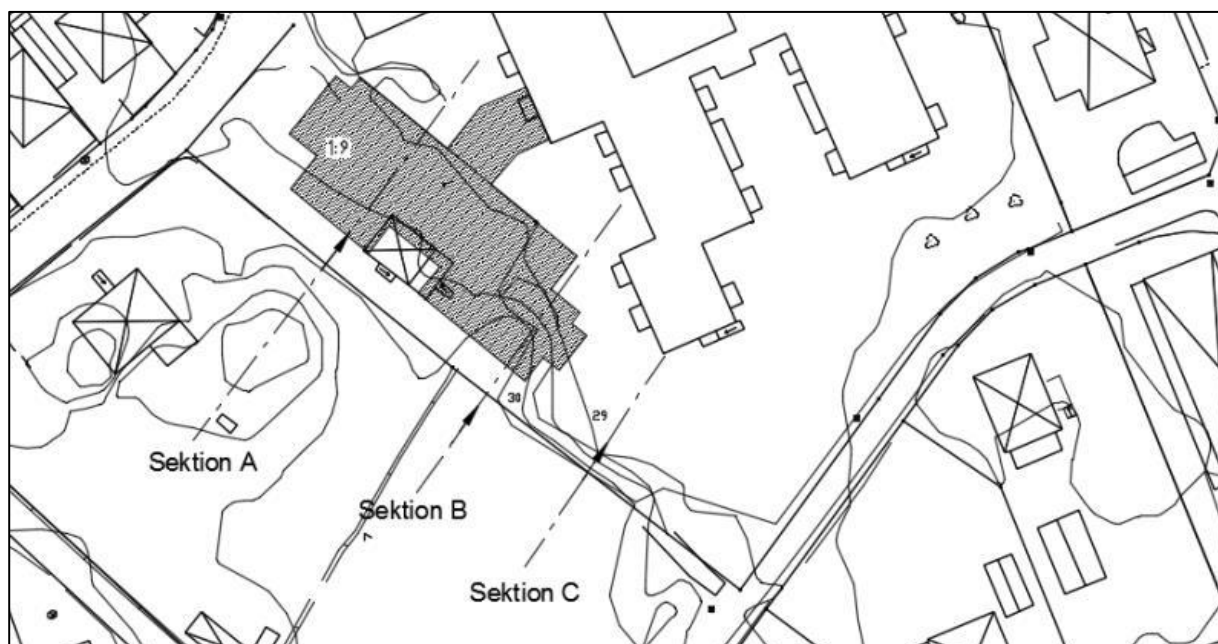
PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 26	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

10.2.1.3 Delområde 5

Stabilitetsberäkningar har utförts inom delområde 5 i samband med utredandet av förutsättningar inför detaljplan av fastigheterna innefattande Solhaga äldreboende. Beräkningarna redovisas i *Solhaga äldreboende – underlag inför detaljplan – PM Geoteknik*, upprättad av ÅF Infrastructure AB, daterad 2017-07-04. Beräkningarna är för totalstabilitet och har endast beaktats för kombinerad analys.

Utredningen säger att stabiliteten inom området bedöms under befintliga förhållanden vara tillfredställande med avseende på marklutning, djup till fast botten och jordlagerföljd. För planerade förhållanden i detaljplanen beräknas stabiliteten som tillfredsställande där laster från planerad utbyggnad bedöms ej påverka stabiliteten negativt.

Se Figur 10-8 för beräknade stabilitetssektioner och Figur 10-9 för säkerhetsfaktorer.




Figur 10-8 – Beräknade stabilitetssektioner benämnda Sektion A–C (ÅF, 2017).

Sektion	Fkomb	Krav Fkomb
Sektion A	7,4	1,4
Sektion B	7,3	1,4
Sektion C	6,1	1,4

Figur 10-9 – Beräknade säkerhetsfaktorer (ÅF, 2021).

10.2.2 Bergteknik

Inga stabilitetsberäkningar för totalstabilitet hos bergslänter eller eventuella blockutfall har utförts i tidigare undersökningar.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 27	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

10.3 Fältkartering

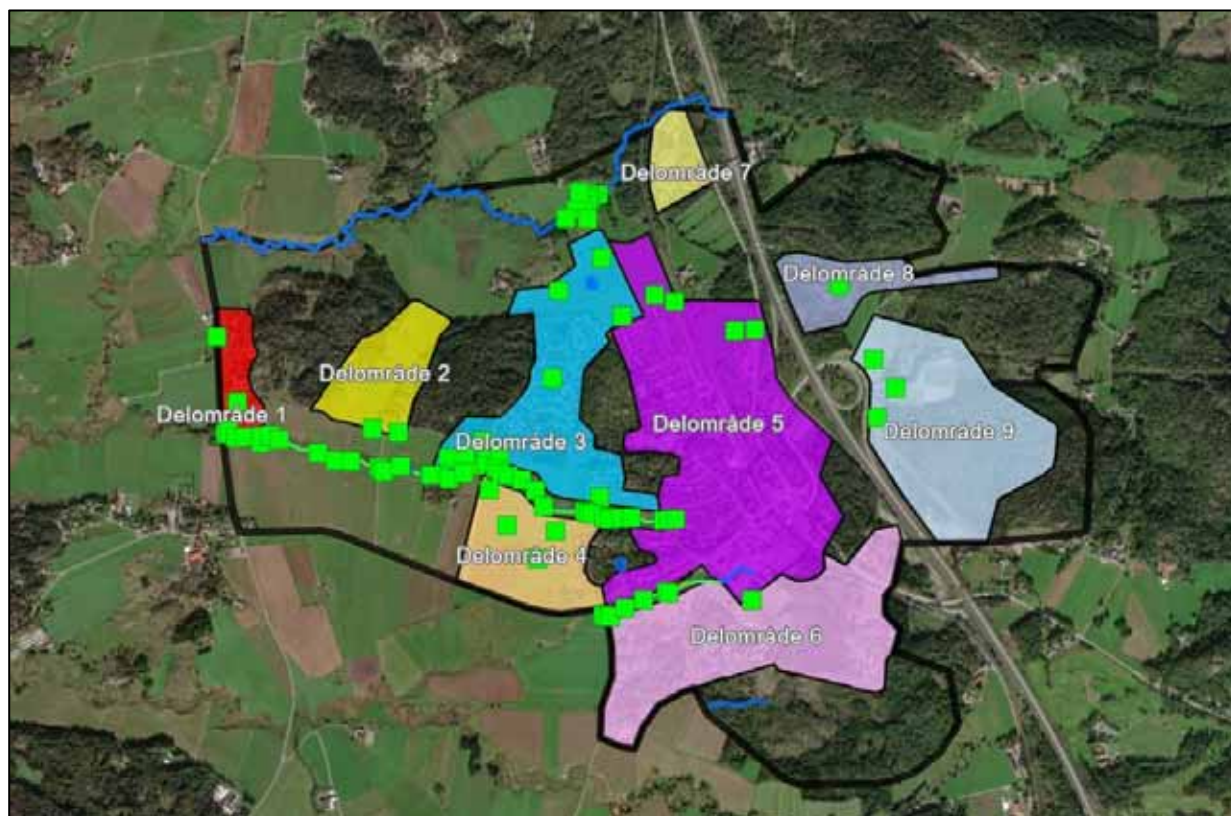
Förberedelse och fältplaneringen inkluderade producerandet av lager i kartor som sedan användes ute i fält samt vid slutförandet av de färdiga kartorna. För detta användes programmet GIS och data hämtades från SGU. Data från fält samlades in ifrån ca 150 observationspunkter inom eller i anslutning till FÖP Kode.

Fokus för fältkartering har varit för valda delområden enligt Figur 4-3.

Fältprotokoll bifogas till föreliggande PM i form av GIS-lager, se bilageförteckning.

10.3.1 Geoteknik

Geoteknisk fältkartering och okulärbesiktning utfördes mars 2022. Under fältkarteringen har tecken på rörelser i mark, befintlig erosion, vattenflöden och terräng beaktats och dokumenterats. I Figur 10-10 redovisas geotekniska observationspunkter. Respektive observationspunkt innehåller fotografi och/eller kommentar avseende geoteknisk observation.



Figur 10-10 – Geotekniska observationspunkter där fältkartering/anmärkning utförts.

Delområde 1 observerades generellt bestå av fastmark i form av kuperad terräng med ställvis berg i dagen, se Figur 10-11. Terrängen lutar i riktningarna nord, väst och syd ifrån bergknallen belägen i östra delområdet, där terrängen observeras övergå från fastmark till plan åkermark eller lösare mark. Beläget längs södra gränsen i delområdet vid Tunge skola föreligger en bäck som sträcker sig i västlig-östlig riktning. Erosion observerades längs bäcken i form av lokala skred och jord kring rötter hade eroderat bort, se Figur 10-12.




Figur 10-11 – Exempel på terräng i Delområde 1, fastmark övergår hastigt till planare lösare mark.



Figur 10-12 – Observerad erosion i form av lokalt skred längs bäcken, Delområde 1.

Terrängen för **Delområde 2** kan beskrivas som en dalgång där fastmark och berg i dagen är registrerat längs delområdets östra och västra gränser. I öster föreligger befintlig byggnation ovan observerad fast mark samt berg (se Figur 10-13) och i väster kunde en relativt flack bergslänt ses (se Figur 10-14). Mellan bergknallarna föreligger lösare mark i form av åkermark. Lösare mark bedöms även sträcka sig i nordlig och sydlig riktning ifrån bergknallarna. Inga tecken på rörelser i marken kunde observeras.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 29	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	



Figur 10-13 – Observerad fast mark kring befintlig byggnation.



Figur 10-14 – Åkermark i dalgången, bergslänt ses till vänster i bild.

Delområde 3 är till största del redan bebyggt med bostadshus med innefattande tomt. Befintlig byggnation är beläget i en dalgång som bedöms bestå av fastmark och ställvis berg i dagen. Okulärbesiktning i norra delområdet beskriver terrängen som kuperad med lokala bergknallar, se Figur 10-15. Strax norr om Delområde 3 lutar terrängen mot Vallby-ån som rinner i västlig-östlig riktning längs planområdets norra gräns. Befintlig erosion observerades längs ån i form av lokala skred och rötter vars omringande jord eroderats bort av vattenflöden, se Figur 10-16.



Figur 10-15 – Kuperad mark, norra Delområde 3.



Figur 10-16 – Befintlig erosion längs Vallby-ån, norr om Delområde 3.

Södra delen av **Delområde 3** definieras av plant åkerlandskap med svag lutning mot bäcken som är belägen mellan Delområde 3 och 4, se Figur 10-17 och Figur 10-18. Bäckens är klädd med vass i västra delen av Delområde 3, men sedimentation och små lokala skred kunde ses längs bäcken. Öster om Ädelstensvägen kan ett förmodat erosionskydd längs bäcken ses, se Figur 10-19.



Figur 10-17 – Plan åkermark, södra Delområde 3.



Figur 10-18 – Svag terränglutning mot bäcken, Delområde 3.



Figur 10-19 – Dokumenterad erosion och antaget erosionsskydd längs bäcken, Delområde 3 & 4.

Delområde 4 kan liksom södra delarna i delområde 3 beskrivas främst som plan åkermark, se Figur 10-20. En lokal bergknalle kan ses i mitten av delområdet och terrängen blir alltmer kuperad och fast i riktning mot delområdets östra gräns. Strax norr om delområdet rinner bäcken beskriven ovan vars slänter definieras av sten och berg längs östra bergknallen, ingen direkt erosion har noterats här, se Figur 10-21.



Figur 10-20 – Plan åkerlandskap i Delområde 4.



Figur 10-21 – Delområde 4, bild på bäck strax norr om bergknalle.

Delområde 5 innefattar idag majoriteten av Kode tätort, okulärbesiktning har utförts i norra och södra delarna, där exploatering planeras. Norra delområdet kan bäst beskrivas som plana åkermarker med förekomsten av knallar av fast mark, se Figur 10-22 och Figur 10-23. Inga tecken på rörelser i marken noterades i norra delområdet.



Figur 10-22 – Terräng kring norra Delområde 5, gränsen till Delområde 3.




Figur 10-23 – Plan terräng vid föreslagen planerad exploatering för idrottsverksamhet, Delområde 5.

Mellan delområde 5 och 6 strax söder om Hedsvägen rinner en bäck. Befintliga erosionskador kunde noteras längs bäcken där växtlighet stack ut samt lokala skred observerades, se Figur 10-24.



Figur 10-24 – Noterade erosionskador längs bäcken söder om Hedsvägen, Delområde 5 & 6.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 35	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Delområde 6 består främst av fast mark med lokala plana ytor i delområdets mitt och nordvästra gräns mot bäcken beskriven ovan, se Figur 10-25. Utöver erosion i bäcken kan inga rörelser i marken observeras under fältbesiktningen.



Figur 10-25 – Parti med plan mark i mitten av Delområde 6.

Hela **Delområde 7** och **Delområde 8** är belägna på kuperad mark som bedöms som fast, med förekomst av ytliga block och berg. Inga geotekniska anmärkningar har noterats.

Delområde 9 definieras främst av skogsbeklädd fastmark och bergknallar, se Figur 10-26. Kring delområdets nordvästra gräns mot Kodemotet är terrängen plan, men små lokala bergpartier kan ses omkring topografin, se Figur 10-27. Befintliga fotbollsplaner är belägna i en dalgång där topografin ökar i nivå i riktning mot skogsbeklädd mark.



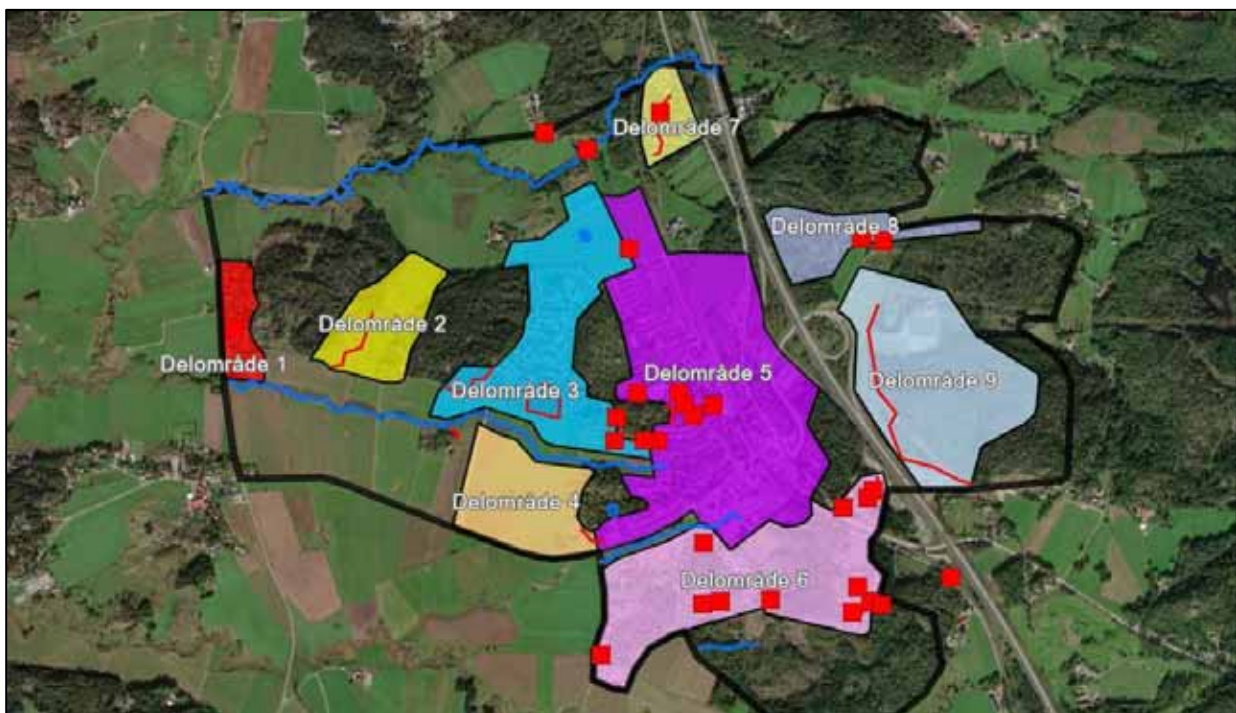
Figur 10-26 – Plan terräng med ställvis berg i dagen, Delområde 9.




Figur 10-27 – Bedömd fast terräng med svag lutning uppåt i riktning sydöst, Delområde 9.

10.3.2 Bergteknik

Bergteknisk fältkartering och okulärbesiktning utfördes mars 2022. Syftet var att kartlägga berg och identifiera områden med potentiell risk för blockutfall och ras. Inmätningar av stryknings- och stupningsriktningar har utförts med kompass. I Figur 10-28 redovisas bergtekniska observationspunkter. Respektive observationspunkt innehåller fotografi och/eller kommentar avseende bergteknisk observation.



Figur 10-28 – Bergtekniska observationspunkter där fältkartering/anmärkning utförts.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 37	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Bergförekomsten i **Delområde 1** kan beskrivas som begränsad där berg i dagen kan observeras längs delområdets östra gräns och ställvis omkring befintlig byggnation, se Figur 10-29. Berget är generellt av homogen bergart med flack lutning uppåt från väst mot öst.

Inget blockutfall observerades under fältbesöket.




Figur 10-29 – Bergförekomst i östra delen av Delområde 1.

Inom **Delområde 2** kan en flack bergslänt observeras längs delområdets västra gräns mot skogsområde, se Figur 10-30. Inga tecken på blockutfall eller rörelser kunde ses under fältbesöket.



Figur 10-30 – Berg förekommer inom skogsområdet i Delområde 2.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 38	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Påträffat berg inom **Delområde 3** sträcker sig främst längs delområdets västra och östra gränser mot skogsområdena, se Figur 10-31. Bergslänterna är till största del flacka och täckta med ett vegetationstäckte, men mot östra gränsen av delområde 5 har sprickigt och blockigt berg observerats, se Figur 10-32 till Figur 10-35.



Figur 10-31 – Berghäll vid gränsen av Delområde 3.



Figur 10-32 – Berghäll vid gränsen av Delområde 5 mot naturparti och Delområde 3.



Figur 10-33 – Berghällar i Delområde 3. Bilden till höger visar även stenmurar vid gränsen mot ängmark och naturområde.



Figur 10-34 – Berghäll i Delområde 3. Berget är homogent och dels sprickigt.



Figur 10-35 – Berghäll i Delområde 3, dels sprickigt och blockigt.

För **Delområde 4** har inga bergtekniska anmärkningar utförts.

Inom **Delområde 5** har berg i dagen påträffats längs områdets norra, västra och sydvästra gräns. Generellt beskrivs berget som homogent med flacka slänter, se Figur 10-36 till Figur 10-38, men vid gränsen mot delområde 3 har mer sprickigt och blockigt berg karterats, se Figur 10-39.



Figur 10-36 – Flack berghäll i Delområde 5 mot gränsen mot Delområde 3.



Figur 10-37 – Berghäll i Delområde 5. Bergmassan är homogen och har liten grad av uppsprickning.



Figur 10-38 – Berghäll i norra gränsen av Delområde 5 mot 3. Berget är homogent med flacka lutningar.



Figur 10-39 – Berghällar vid gränsen mot Delområde 3. Berget är homogent, dels täckt med vegetation och något blockigt.

Terrängen inom **Delområde 6** är till största del kuperad med förekommande berghällar. Karterat berg inom delområdet kan generellt beskrivas som flackt och homogent, se Figur 10-40, men kring mitten av delområdet har mer blockigt berg observerats, Figur 10-41. Vid delområdets sydöstra hörn så pågick sprängning och schaktarbete vid upprättandet av denna rapport, se Figur 10-42 och Figur 10-43.



Figur 10-40 – Berghäll i Delområde 6.



Figur 10-41 – Berghäll vid Delområde 6.



Figur 10-42 – Bergförekomst i södra delen av Delområdet 6. Spägning av berg och schaktarbete pågick i området under platsbesökets tillfälle.




Figur 10-43 – Bergförekomst i södra delen av Delområdet 6. Spägning av berg och schaktarbete pågick i området under platsbesökets tillfälle.

Inom **Delområde 7** är terrängen kuperad och fast där majoriteten av befintlig byggnation är belägen på berg i dagen. Berget är flackt, bergarten är homogen och täckt med tunt lager vegetation, se Figur 10-44.



Figur 10-44 – Berghäll i Delområde 7. Berg är homogen och täckt med vegetation.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 45	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Terrängen i **Delområde 8** är kuperad där berg i dagen kan ses omkring delområdet. Ställvis har sprickigt och blockigt berg observerats, se Figur 10-45, Figur 10-46 och Figur 10-47.



Figur 10-45 – Bergförekomst i Delområde 8. Bergmassan är homogen och har liten grad av uppsprickning.



Figur 10-46 – Bergförekomst i Delområde 8. Bergmassan är homogen och har liten grad av uppsprickning.




Figur 10-47 – Berg förekomst i Delområde 8.

Delområde 9 består främst av kuperad skogbeklädd mark. Berget bedöms ha samma egenskaper som i delområde 6. Se Figur 10-48.



Figur 10-48 – Berg förekomst förväntas i skogen med dels stora block i Delområde 9.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 47	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

10.4 Slutsatser stabilitetsförhållanden

10.4.1 Geoteknik

Baserat på stabilitetsklassningen så förekommer majoriteten av höjdskillnader och slänter längs bergsknallar och befintlig infrastruktur, där de geotekniska förutsättningarna översiktligt är goda. Däremot så finns det områden där jordprofilen består av kohesionsjord och ej är plan, i dessa områden föreligger skredrisk och bör utredas närmare. Kvikklara har påträffats längs Vallby-åns biflöde, vilket vid ett skred kan leda till stor omgivningspåverkan. Vidare har befintlig erosion längs vattendrag noterats, vilket kan vara tecken på pågående erosion som försämrar stabilitetsförhållandena vidare.

Nedan beskrivs geotekniska slutsatser avseende geotekniska stabilitetsförhållanden för respektive delområde.

Delområde 1

Tidigare utförda stabilitetsberäkningar visar att stabiliteten mot Vallby åns biflöde inte är tillfredställande. Vid utfört platsbesök kunde inga indikationer på pågående markrörelser observeras, men erosion pågår i biflödet. Inför eventuell exploatering som medför belastning mot Vallbyåns biflöde inom delområdet rekommenderas skredrisken utredas. Kvikklara har påträffats inom delområdet vars utbredning rekommenderas utredas i en skredutredning. Utredningen bör även undersöka geotekniska följden och konsekvensen avseende stabilitet från ökat vattenflöde i biflödet och ökade porttryck i jordprofilen.

Ett eventuellt skred kan få stor påverkan på befintliga anläggningar i området.

Delområde 2

Stabilitetsförhållanden inom delområde 2 bedöms som tillfredsställande för dagens terräng där inga tecken på markrörelser kunde observeras under fältkartering. Delområdet är beläget i en dalgång där fast mark bedöms definiera slänterna mot delområdets mitt.

Vid eventuell exploatering erfordras utredning om nya laster påverkar stabiliteten mot Vallby-åns biflöde, beläget ca 100 m söder om delområde 2.

Delområde 3

Tidigare utförda stabilitetsberäkningar mot Vallby-åns biflöde visar att stabiliteten för befintliga förhållanden är tillfredsställande, men för nyexploatering inte tillfredsställande. Inga tecken på markrörelser förutom erosion observerades kring södra delområde 3.


Inga tidigare stabilitetsberäkningar mot Vallby-ån i norra delområde 3 har utförts. Det observerades dock att en hel del erosion har skett längs ån och lokala skred utvecklats som sträcker sig upp mot slänten söderut.

I samband med vidare utredningar rekommenderas de geotekniska stabilitetsförhållandena utredas i mer detalj för befintliga- och planerade förhållanden. Som följd av exploatering kan skred utvecklas inom norra och södra delområdet. Kvikklara har påträffats längs Vallby åns biflöde och bör utredas i mer detalj i senare skede. Utredningarna ska också undersöka konsekvenserna av högre vattenflöde i vattendragen och utvecklingen av högre porttryck i jordprofilerna.

Delområde 4

Inom delområde 4 visar tidigare utförda stabilitetsberäkningar mot Vallby-åns biflöde att stabiliteten för befintliga förhållanden är tillfredsställande. Vid nyexploatering är det beräknat inte tillfredsställande. Erosion längs biflödet har observerats, men inga övriga markrörelser.

I samband med vidare utredningar rekommenderas de geotekniska stabilitetsförhållandena utredas i mer detalj för befintliga- och planerade förhållanden. Som följd av exploatering kan skred utvecklas mot Vallby-åns biflöde. Kvikklara har påträffats längs Vallby åns biflöde och bör utredas i mer detalj i senare skede. Utredningarna ska också undersöka konsekvenserna av högre vattenflöde i vattendragen och utvecklingen av högre porttryck i jordprofilerna.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 48	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Delområde 5

Delområde 5 definieras främst av Kode tätort där stabilitetsförhållandena inom tätorten för dagens terräng bedöms som tillfredsställande. Rörelser i marken har dock observerats i form av erosion längs vattendragen Vallby-ån och i Kollerödsbäckens biflöde mellan Delområde 5 och 6.

Inga tidigare stabilitetsberäkningar har utförts mot Kollerödsbäckens biflöde. Vid framtida exploatering utredningar ska de geotekniska stabilitetsförhållandena utredas i mer detalj för befintliga- och planerade förhållanden. Utredningarna ska också undersöka konsekvenserna av högre vattenflöde i vattendragen och utvecklingen av högre portryck i jordprofilerna.

Vid nybyggnation längs Bohusbanan eller E6:an ska stabiliteten utredas.

Delområde 6

Stabilitetsförhållanden inom delområde 6 bedöms som tillfredsställande för dagens terräng där inga tecken på markrörelser kunde observeras under fältkartering.

Vid eventuell exploatering erfordras utredning om nya laster påverkar stabiliteten mot Kollerödsbäckens biflöde, se ovan om delområde 5.

Delområde 7, 8 och 9

Jordlagerföljden och topografin bedöms inom delområde 7, 8 och 9 att bestå av fast mark. Stabilitetsförhållanden för befintlig terräng bedöms som tillfredsställande där inga pågående markrörelser har noterats under fältkartering.

Vid exploatering rekommenderas de geotekniska stabilitetsförhållandena utredas i mer detalj för både befintliga- och planerade förhållanden.

10.4.2 Bergteknik

Majoriteten av karterat berg bedöms erhålla goda stabilitetsförutsättningar. Det har observerats att inom några av delområdena förekommer lokala slänter med en geometri och/eller 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 rekommenderas att utföras i ett senare steg av en sakkunnig bergteknik.

Stereografisk projektion och rådata för uppmätta sprickgrupper redovisas i bilaga, se bilageförteckning.

Nedan beskrivs bergtekniska slutsatser avseende bergtekniska stabilitetsförhållanden för respektive delområde.

Delområde 1

Bergslänternas stabilitet inom delområdet bedöms utifrån befintliga förhållanden som tillfredsställande där berget är homogent och har flack lutning.

Ingen stereografisk projektering har utförts för delområdet.

Delområde 2


Påträffad bergslänt i delområdet är utifrån befintliga förhållanden flack och stabiliteten bedöms som tillfredsställande.

Ingen stereografisk projektion har utförts för delområdet.

Delområde 3

Generellt kan stabiliteten hos bergslänterna inom delområdet bedömas från befintliga förhållanden som tillfredsställande. Vid östra gränsen mot delområde 5 har en berghäll med sprickor och block karterats.

Två sprickgrupper inom delområdet har karterats och redovisas i stereografisk projektion.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 49	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Delområde 4

Majoriteten av bergslänterna inom delområde 4 kan utifrån dagens förhållanden bedömas som tillfredsställande.

Ingen stereografisk projektion har upprättats för delområdet.

Delområde 5

Inom delområde 5 kan bergslänternas stabilitet utifrån dagens förhållanden bedömas som tillfredsställande.

Två sprickgrupper strax norr om delområdet har karterats och redovisas i stereografisk projektion.

Delområde 6

Bergstabiliteten inom delområde 6 bedöms som tillfredsställande för befintliga förhållanden. Kring mitten av delområdet har bergslänter påträffats. Där det vid exploatering och vibrationsanstaltande arbeten kan det finnas risk för blockutfall och ras. Det rekommenderas att en detaljerad utredning utförs för befintliga och planerade förhållanden vid exploatering.

Två sprickgrupper inom delområdet har karterats och redovisas i stereografisk projektion.

Delområde 7

Stabilitetsförhållandena för bergkroppen inom delområde 7 bedöms som tillfredsställande med dagens förhållanden.

Tre sprickgrupper inom delområdet har karterats och redovisas i stereografisk projektion.

Delområde 8

För majoriteten av bergslänterna inom området 8 kan stabiliteten utifrån befintliga förhållanden bedömas som tillfredsställande. Ställvis förekommer bergslänter som bedöms som mindre säkra. Det rekommenderas att en detaljerad utredning utförs för befintliga och planerade förhållanden vid exploatering.

Två sprickgrupper inom delområdet har karterats och redovisas i stereografisk projektion.

Delområde 9

Stabilitetsförhållandena för bergpartiet inom delområde 9 bedöms som tillfredsställande med dagens förhållanden.

Tre sprickgrupper inom delområdet har karterats och redovisas i stereografisk projektion.

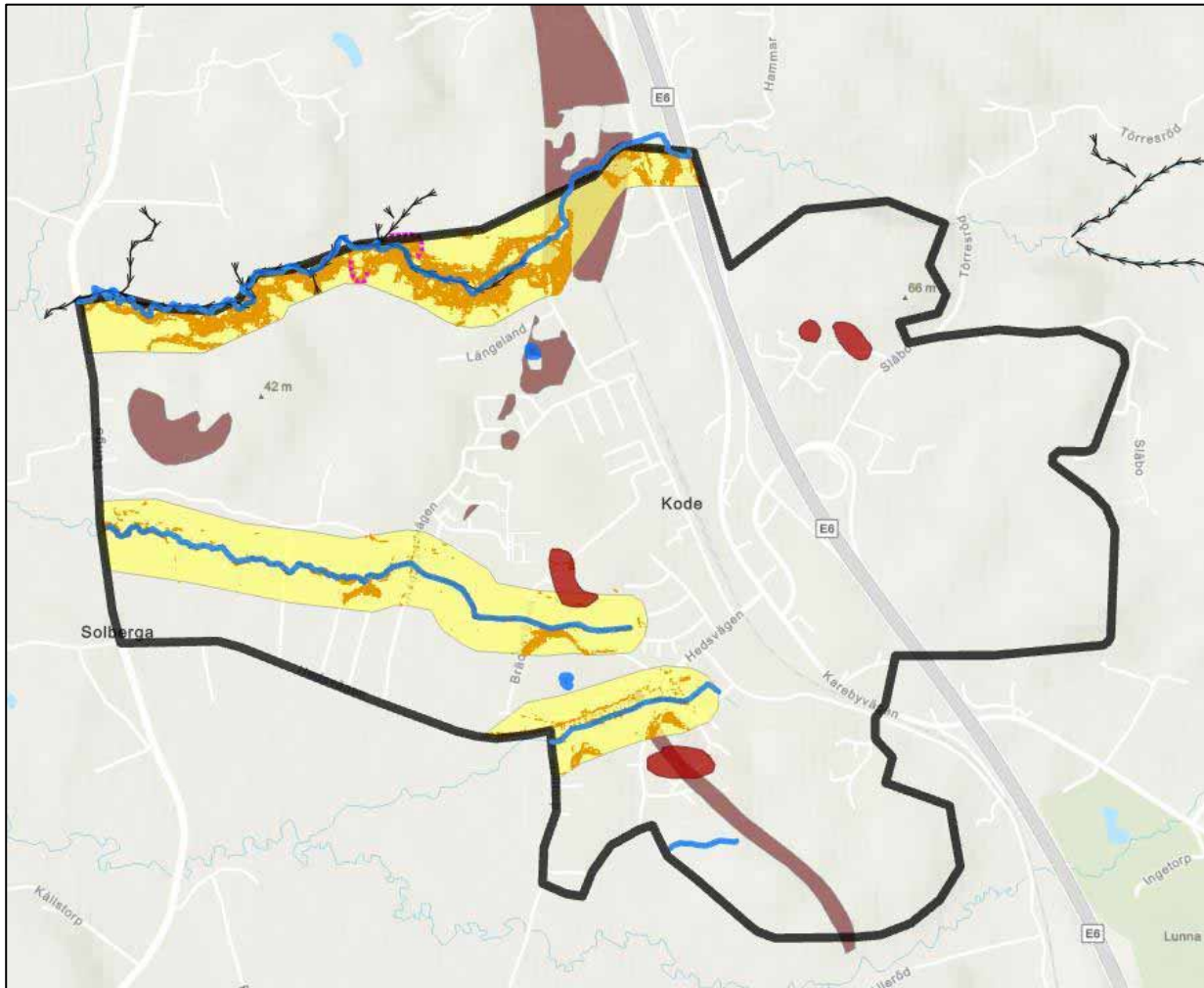
11 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Tidigare geotekniska utredningar bedömer leran inom utbredningen av FÖP Kode som huvudsakligen normal- till svagt överkonsoliderad. Konsolideringsförutsättningarna innebär att det finns en risk att långtidsbundna sättningar utvecklas i leran vid belastning från nybyggnation och uppfyllnader. Risken för differenssättningar vid varierande jorddjup ska utredas vid projektering av nybyggnation.

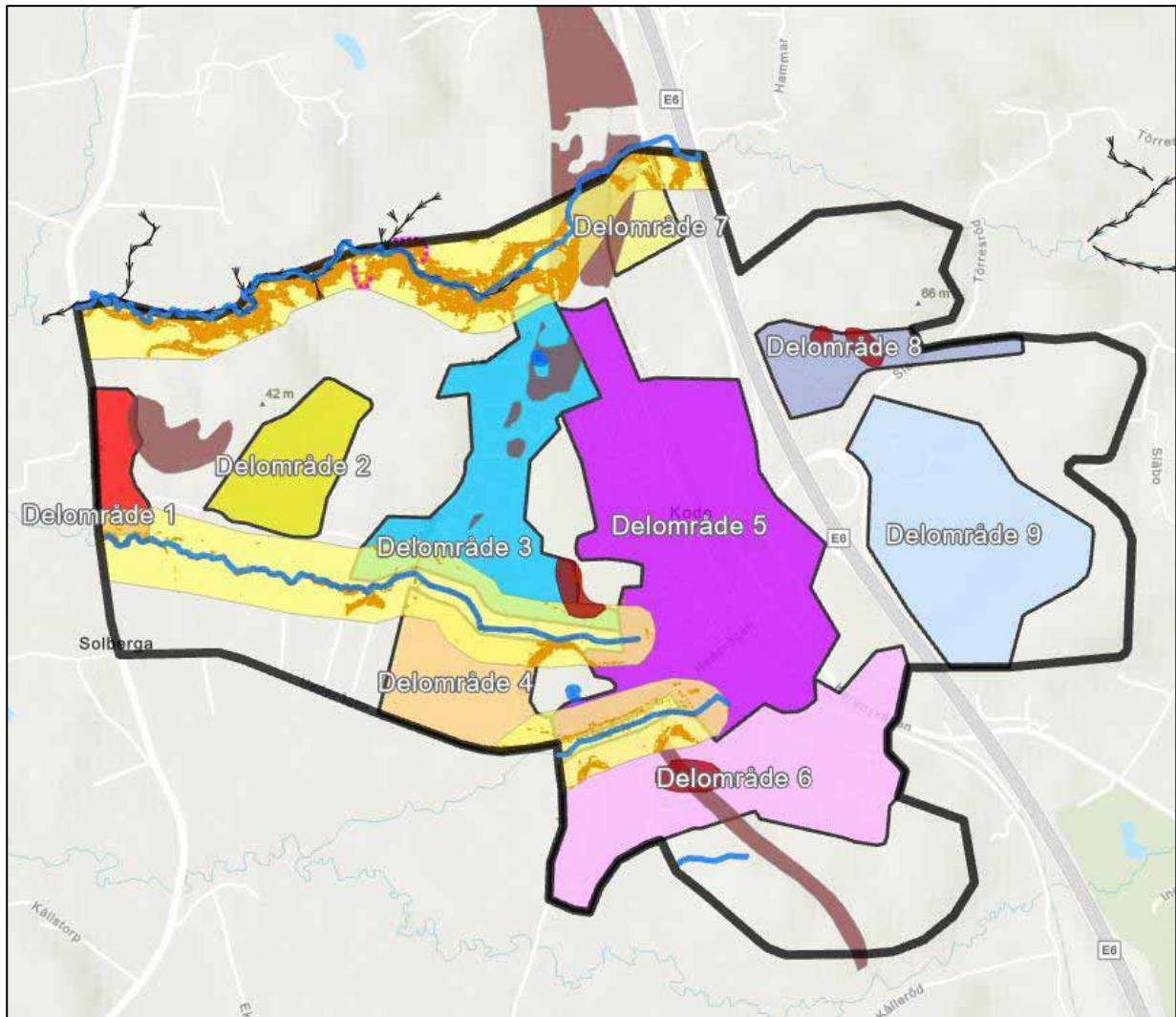
Sättningsförhållanden erfordras utredas närmare i senare skede men bedöms inte påverka möjligheterna till framtida exploatering. Grundläggning på lösa jordar såsom lera bedöms kunna utföras med stödpålning eller på plintar vid ringa jorddjup.

12 REKOMMENDATIONER


Slutsatser och rekommendationer avseende geotekniska- och bergtekniska förutsättningar inför exploatering i FÖP Kode har sammanställts och presenteras i grafisk karta. Se Figur 12-1 för identifierade riskområden inom planområdet och Figur 12-2 för riskområden i valda delområden. Se bilageförteckning för högupplösta figurer.



Figur 12-1 – Identifierade riskområden, se bilaga C för teckenförklaring.



Figur 12-2 – Identifierade riskområden överlappande delområden.

PM Geoteknik/Bergteknik Fördjupad översiktsplan (FÖP) Kode Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 52	
	Datum 2022-04-29	Sign LJ & AK	

Se Tabell 12-1 för översiktliga rekommendationer för respektive delområde.

Tabell 12-1 - Slutkommentarer och rekommendationer inom FÖP Kode.

Delområde	Stabilitet, geo	Sättning	Stabilitet, berg	Radon (riskklass)
1	Bör utredas mot Vallby-åns biflöde, kvicklera påträffats	Sättningsbenägen jord bedöms föreligga längs södra gränsen	Bedöms tillfredsställande	2, (3)
2	Bör utredas mot Vallby-åns biflöde	Sättningsbenägen jord bedöms föreligga i dalgången	Bedöms tillfredsställande	2
3	Bör utredas mot Vallby-ån och Vallby åns biflöde, kvicklera påträffats	Sättningsbenägen jord bedöms föreligga längs södra delområdet	Bör utredas vid gränsen mot Delområde 5	1, 2, (3)
4	Bör utredas mot Vallby-åns biflöde, kvicklera påträffats	Sättningsbenägen jord bedöms föreligga inom hela delområdet	Bedöms tillfredsställande	1, (2)
5	Bör utredas mot Kollerödsbäckens biflöde	Sättningsbenägen jord bedöms föreligga på obebyggd mark i norra delområdet	Bedöms tillfredsställande	1, 2
6	Bör utredas mot Kollerödsbäckens biflöde	Sättningsbenägen jord bedöms föreligga längs Kollerödsbäcken	Bör utredas vid mitten av delområde	1, 2, (3)
7	Bedöms tillfredsställande	Bedömd fastmark	Bedöms tillfredsställande	2, 3
8	Bedöms tillfredsställande	Bedömd fastmark	Bör utredas vid mitten av delområde	(1), 2
9	Bedöms tillfredsställande	Bedömd fastmark	Bedöms tillfredsställande	(1), 2

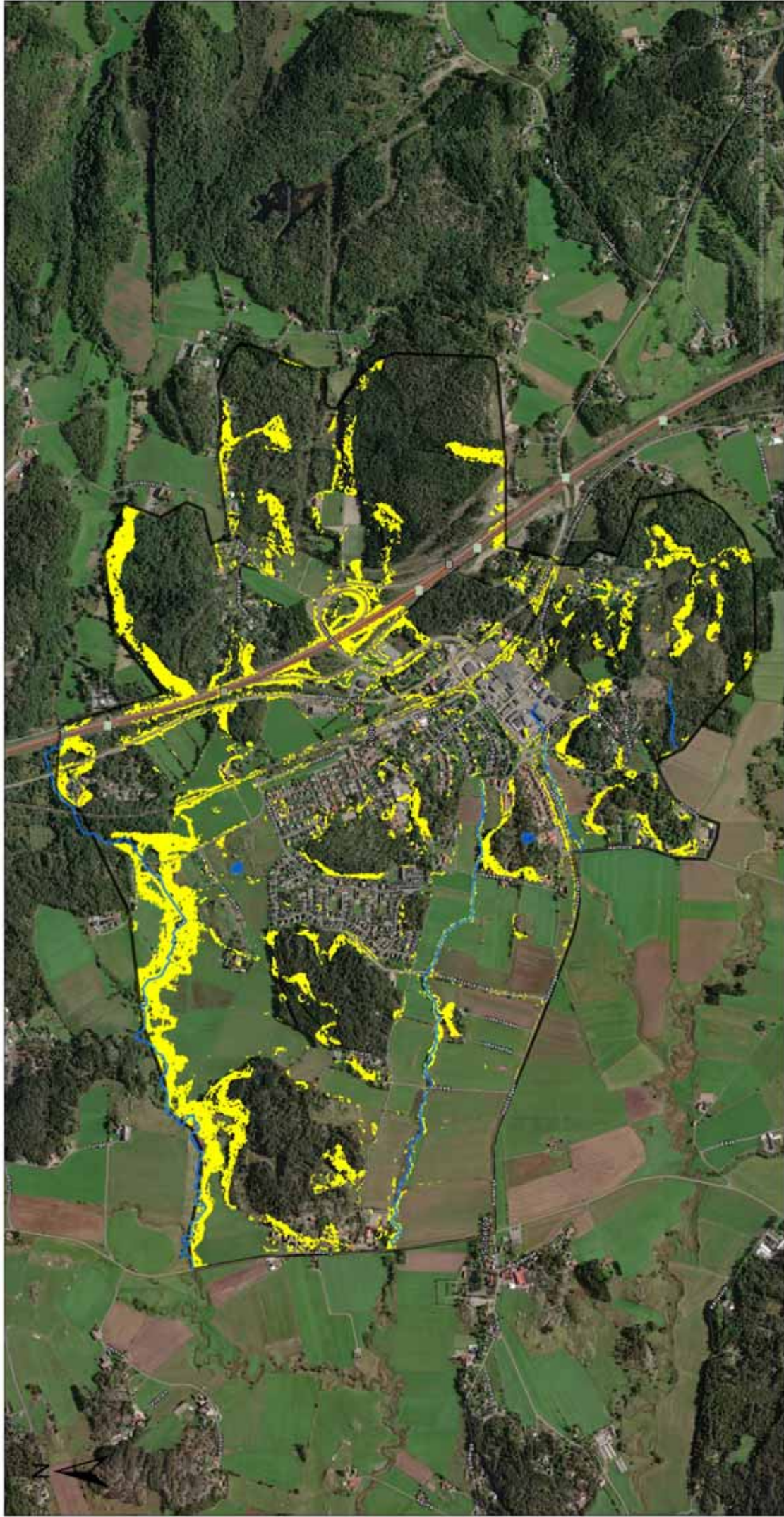
Bilaga A – Tidigare geotekniska undersökningar



UTREDNINGAR

Numrering	Rubrik	Konsult	Datum
1	Guntorp 1:4 – geoteknisk utredning för detaljplan	PE Teknik & Arkitektur AB	2020-02-28
2	Tunge skola – geoteknisk undersökning	Göteborgs förorter	1982-11-22
3	Småhusområde Kode, etapp 2 – PM Geo	Hofmanns Geotekniska AB	1975-05-26
4	Småhusområde Kode, etapp 1 – PM Geo	Hofmanns Geotekniska AB	1975-02-18
5 & 6	Kode Bräcke 1:1 - utlåtande	Göteborgs förorter	1972-04-17
7	Kode Bräcke 1:6 - utlåtande	-	-
8	Solhaga äldreboende – geoteknisk undersökning	ÅF Infrastructure AB	2017-07-04
9	Solberga Hammar 1:3 – geoteknisk undersökning	GF Konsult AB	2003-09-04
10	-	-	-
11	Guntorp 1:103 – 1:116 – PM Geo	Hofmanns Geotekniska AB	1976-09-15
12	Södra Guntorp – PM Geo	Tyréns AB	2008-05-23
13	Kode förskola – geoteknisk undersökning	Tyréns AB	2005-07-14
14	Halltorp, Kode – utlåtande	Göteborgs förorter	1985-09-30
15 & 16	Detaljplan östra halltorp, utlåtande	GF Konsult AB	1989-01-26
17 & 18	-	-	-
19	Tunge Skola, Kode – geoteknisk undersökning	PE Teknik & Arkitektur AB	2021-12-31
20	Kode detaljplan – geoteknisk undersökning	PE Teknik & Arkitektur AB	2021-11-10
21	Halltorp 2:4 detaljplan – geoteknisk undersökning	AFRY	2021-12-06

Bilaga B – Stabilitetsklassning, geoteknik



Legend
FQP Kode - Markavgränsningskarta
Flömsvatten
Stabilitetsklassning
Stabilitetsklassning av 110 (Stabilitet för jordbevattning)

SWEREF 99 12 00


2022-04-29

Upprättad av: Lukas Johansson

0 250 500 1 000 Meter

Bilaga C – Identifierade riskområden

Bilaga D – Bilageförteckning shp-filer

Bilaga D – Bilageförteckning shp-filer FÖP Kode, Kungälv kommun Uppdragsnummer: 948	Rev 00	Sida 1	AWER  GEOTEKNIK
	Datum 2022-04-29	Sign LJ	

BILAGEFÖRECKNING

Namn	Innehåll	Koordinatsystem
FÖP Kode – Fältprotokoll, geoteknik	Fältprotokoll för utförd fältkartering. Innehåller punkter & linjer med kommentarer samt bilder.	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Fältprotokoll, bergteknik	Fältprotokoll för utförd fältkartering. Innehåller punkter & linjer med kommentarer samt bilder.	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Delområden	Valda delområden.	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Stabilitetsklassning	Stabilitetsklassning I över FÖP Kode (släntlutning brantare än 1:10).	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Riskzon, vattendrag	Yta för vattendrag inom 100 m.	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Riskzon, stabilitetsklassning	Yta för stabilitetsklassning I inom 100 m till vattendrag. Förhöjd risk för skred.	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Riskzon, berg	Yta för identifierat behov av kompletterande bergteknisk- och geologisk undersökning vid exploatering.	SWEREF 99 12 00, RH 2000
FÖP Kode – Riskzon, radon	Yta för radon riskklass 3.	SWEREF 99 12 00, RH 2000