

Fröland industriområde

Uddevalla kommun

Detaljplan

PM/Geoteknik



Uppdragsansvarig: Emil Johansson

Handläggare: Emil Johansson

Granskning: Henrik Lundström

Uppdragsnr. 19062

Datum 2020-01-31

Revision ~~Rev A 2022-02-25,~~
~~Rev B 2023-10-24,~~
~~Rev C 2024-04-12,~~
Rev D 2024-11-15

Innehåll

Rev D	1	Uppdrag	3
	2	Syfte	4
Rev D	3	Underlag	4
	4	Styrande dokument	5
	5	Befintliga förhållanden	5
Rev D	5.1	Mark, vegetation och topografi	5
	5.2	Geotekniska förhållanden	6
	5.3	Geohydrologiska förhållanden	7
	6	Släntstabilitet	8
Rev D	6.1	Allmänt	8
	6.2	Valda parametrar	8
	6.3	Beräkningar, befintliga förhållanden	10
	6.4	Beräkningar, planerad väg, dim. portryck	10
Rev D	6.5	Beräkningar, släntstabilitetsförbättrande åtgärder	10
	6.6	Resultat/slutsats	11
	7	Grundläggning	12
	8	Ledningar	12
	9	Schaktning	12
	10	Infiltration	12
	11	Bergras och blocknedfall	12
	12	Markradon	13
	13	Kompletterande undersökningar i samband med projektering	13

Bilagor

	Bilaga 1:1	Plan, detaljplaneområde
Rev D	Bilaga 2:1	Plan, beräkningssektioner & områdesindelning skjuvhållfasthet
	Bilaga 3:1-3:4	Vald hållfasthet
	Bilaga 4:1-4:2	Konsolideringsförhållanden
	Bilaga 5:1-5:3	Dimensionerande portryck
	Bilaga 6:1-6:29	Stabilitetsberäkningar, befintliga förhållanden
	Bilaga 7:1-7:18	Stabilitetsberäkningar, planerad väg m. förhöjda portryck
Rev D	Bilaga 8:1-8:18	Stabilitetsberäkningar, stabilitetsförbättrande åtgärder
	Bilaga 9:1	Åtgärdsförslag - plan

1 Uppdrag

På uppdrag av Uddevalla kommun har Bohusgeo AB utfört en geoteknisk undersökning för en detaljplan omfattande ett industriområde på Fröland, Uddevalla. Detaljplanen berör fastigheter Fröland 3:25, Herrestad 4:5, Källdal 4:7 m.fl.

Revidering av PM har föranletts av justerad utbredning av plangräns, justerat läge för tillfartsväg samt att tidigare föreslagen åtgärd inte bedömts vara lämplig med hänsyn till utförd fiskeribiologisk bedömning.

Under projekteringsarbetet för tillfartsvägen i planområdets norra del ledde vägkonstruktionens slutliga utformning och placering till att stabilitetsförbättrande åtgärder även erfordrades i slänten norr om vägen. Som åtgärd föreslogs avschaktning och utfläckning av stora delar av slänten. Miljöinventering av området har påvisat förekomst av hasselsnok, varför dessa föreslagna åtgärder inte är möjliga att utföra. Ytterligare revision av PM har därför utförts, med syfte att redovisa en alternativ stabilitetsförbättrande åtgärd för slänten norr om vägen med lägre påverkan på hasselsnokens övervintringsområde, se Figur 1.

Efter att ytterligare synpunkter inkommit efter samråd med Länsstyrelsen och SGI har PM reviderats ytterligare en gång, där förtydliganden kring val av skjuvhållfasthet, kritisk säkerhetsfaktor i slänten norr om planerad väg samt känslighetsanalyser gällande bergnivåer inarbetats. Beräkningar för befintliga förhållanden har även uppdaterats med hänsyn till resonemanget kring skjuvhållfasthetens variation inom området.



Figur 1, Schematisk bild över hasselsnokens habitat, tillhandahållen av Uddevalla kommun 2023-10-13.

Rev D

Hösten 2024 inkom ytterligare synpunkter från SGI där undersökningens detaljeringsgrad i slänten norr om Brunegårdsvägen ifrågasattes. SGI ifrågasatte även Bohusgeos slutsats där stabiliteten i slänten bedömdes vara tillfredsställande. Med ledning av detta utfördes kompletterande undersökningar i slänten norr om Brunegårdsvägen med syfte att i mer detalj klarlägga jordlagerföljd och djup till berg. PM har reviderats för att inarbeta resultaten från denna undersökning. Då djup till berg bestämdes i samband med denna undersökning har tidigare utförda känslighetsanalyser m.h.t. bergnivån utgått, då de inte längre bedöms vara relevanta.

2 Syfte

Utredningens syfte är att för detaljplanen redovisa släntstabiliteten, översiktliga grundläggningsförhållanden och eventuell förekomst av markradon.

3 Underlag

Underlaget för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2020-01-31, reviderad 2024-11-15, uppdragsnummer 19062.
- fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo för projektering av förbindelseväg mellan Undavägen och Fröland redovisade i MUR daterad 2023-05-10, uppdragsnummer 23014.
- Plankarta, tillhandahållen av Uddevalla kommun 2023-10-24.
- PM Fiskeribiologisk bedömning av Frölandsbäcken, Uddevalla kommun, upprättat av EnviroPlanning AB, daterat 2021-04-29 (uppdragsnr: 3042-04)
- Beräknings-PM för stabilitetsberäkningar för justerad väglinje, upprättat av Bohusgeo AB, daterat 2021-10-12 (uppdragsnr: 19062).
- Skiss över utbredning av hasselnokens habitat, tillhandahållen av Uddevalla kommun, 2023-10-13.
- Modell över projekterad väg, tillhandahållen av MEXL 2023-03-27.

Rev D

4 Styrande dokument

Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

Tabell 1 Styrdokument

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1, SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Släntstabilitet	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 TKGeo
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008, rev 1

5 Befintliga förhållanden

Information om detaljplanens gränser m.m. redovisas i Bilaga 1. Inom detaljplaneområdet finns ett befintligt hus, ett flertal industrilokaler och ett flertal befintliga vägar.

5.1 Mark, vegetation och topografi

Undersökningsområdet innefattar den planerade tillfartsvägen i planområdets norra del, naturmarksområdet i nordöstra delen samt blivande och befintligt industriområde i östra samt södra delen, se Bilaga 1. Området avgränsas av befintligt industriområde, Undavägen i väster och Misterödsvägen i öster.

Markytans nivå varierar mellan ca +8 och ca +30. Den högst belägna delen återfinns inom fastmarksområdet i öster. Längs tillfartsvägen finns ett dike med en bottennivå på ca +6. Markytans lutning varierar mellan ca 1:2 och ca 1:40, varav de brantare partierna förekommer lokalt. Inom områdets nordöstra del går berget i dagen och i den södra delen ansluter detaljplanen till ett område med berg i dagen.

I slänten norr om Brunegårdsvägen har berg i dagen observerats på ett flertal ställen, bland annat strax norr om punkt 128A, se Figur 2 nedan. Ytterligare inmätning av berg i dagen utfördes i samband med de kompletterande undersökningarna som utfördes under hösten 2024.

Rev D

Rev D



Figur 2. Berg i dagen strax norr om punkt 128.

5.2 Geotekniska förhållanden

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 0,5 och ca 16 m. Ställvis har dock sonderingsdjupet uppgått till mellan ca 18 och ca 32 m. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager
- lera (saknas delvis)
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av **sand, finsand, silt, torrskorpesilt, torrskorpelera och grus**. Den översta delen av ytlagret är generellt humushaltig och fyllning förekommer bitvis. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 och ca 2,5 m. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 10 och ca 65 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lerans tjocklek varierar generellt mellan 0 och ca 13 m i sonderade punkter. I befintligt industriområde i södra delen har dock mäktigheter på mellan ca 17 och ca 30 m påträffats. Mäktigheten är i övrigt störst inom områdets lägre belägna delar och saknas generellt helt i områdets högre belägna delar. I många sonderingspunkter förekommer skikt av friktionsjord.

Leran är i regel siltig och vattenkvoten varierar kraftigt mellan ca 40 och 120 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 30 och ca 80 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar och på laboratorium genom konförsök och direkta skjuvförsök. Dessutom har en empirisk utvärdering med ledning av utförda CRS-försök utförts. Sammanställningar av skjuvhållfastheter redovisas i Bilaga 3. Den, med hänsyn till konflytgränsen, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till mellan ca 10 och ca 30 kPa. Inom delar av området är skjuvhållfasthets-tillväxten mot djupet låg.

Sensitiviteten har mätts i punkt 123 och 202 och varierar mellan ca 20 och ca 45 resp. ca 50 och ca 140. Leran bedöms vara mellan- till högsensitiv och ställvis kvick.

För att undersöka lerans sättningsegenskaper har kompressionsförsök typ CRS utförts i punkt 123 och 202, se Bilaga 4. Leran bedöms inte kunna påföras någon belastning utan risk för långtidssättningar.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned mellan 0 och ca 1 m och stoppat i den fast lagrade friktionsjorden eller med stopp mot sten, block eller berg. I punkt 103 och 204 påträffas ett friktionsjordlager mitt i lerlagret och det kan vara möjligt att närliggande punkter stoppat i detta lager och att det kan finnas lösare jordlager under sonderingsstopp i dessa punkter.

Bergnivån har inte bestämts.

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Portrycksnivån i leran har uppmätts i tre punkter (en till två nivåer per punkt) under perioden september 2019 - januari 2020 samt december 2021 - januari 2022. De uppmätta trycknivåerna redovisas i MUR 2020-01-31, reviderad 2024-04-12.

Portrycket har en ökning mot djupet med ca 12 kPa/m, dvs mer än för en hydrostatisk fördelning (10 kPa/m), vilket innebär att vattentrycket i friktionsjorden under leran är artesiskt under perioder med höga vattentryck.

6 Släntstabilitet

6.1 Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i 11 sektioner, se placering i Bilaga 2.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet GeoStudio Slope/W. Beräkningarna har utförts med cirkulärcylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad analys (komb). Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsanalys.

Den utförda undersökningen bedöms generellt motsvara detaljerad nivå enligt IEG R4:2010, men bedöms för de delar av sektioner A1, A, B och C som är belägna inom delområde a och b i planområdets norra del motsvara fördjupad nivå.

Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010 framgår av Tabell 2.

Tabell 2 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1,70-1,50$	$\geq 1,50-1,30$
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,70-1,50$	$\geq 1,50-1,40$
Fördjupad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1,40-1,30$	$\geq 1,30-1,20$
Fördjupad utredning, nyexploatering	$\geq 1,50-1,40$	$\geq 1,40-1,30$

Utvärdering av erforderlig säkerhetsfaktor redovisas i Bilaga 6, se val i Tabell 3.

Tabell 3 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}	F_ϕ
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,60$	$\geq 1,45$	$\geq 1,30$
Fördjupad utredning, nyexploatering	$\geq 1,45$	$\geq 1,35$	$\geq 1,30$

6.2 Valda parametrar

6.2.1 Skjuvhållfasthet

Undersökningsområdet har, för val av skjuvhållfasthet i beräkningsmodellerna, delats in i tre delområden, se Bilaga 2.

Delområdena, benämnda a, b och c, har valts med hänsyn till utvärderad skjuvhållfasthets samstämmighet inom delområdet, områdets topografi samt närheten till fastmarksområden eller områden med berg i dagen.

Valda skjuvhållfastheter redovisas i Bilaga 3 samt på beräkningarna i Bilaga 6 - Bilaga 8.

Rev D

ng\pm\rev d 2024-11-15\pm.docx\ej

Rev D

k:\2019\19062_fröland detaljplan\te
mall: normal.dotm

6.2.2 Portryck

Dimensionerande portrycksprofiler redovisas i Bilaga 5, samt i Bilaga 6 - Bilaga 8. I sektion A1, A, B och C har portryck motsvarande högsta uppmätta värden ansatts i beräkningen vid analys av befintliga förhållanden. Vid analys av enligt planförslaget planerad väg har dimensionerande portryck enligt Bilaga 5 ansatts, vilket innebär att en högre grundvattenyta (0-portrycksnivå) och att portrycket i underkant lera höjs med 10 kPa jämfört med högsta uppmätta portryck.

I övriga sektioner har hydrostatiskt portryck angetts från en grundvattenyta som ligger mellan ca 0,5 och ca 1 m under markytan. Grundvattenytan har anpassats till förekommande topografi.

6.2.3 Laster

Trafiklaster har valts till 20 kPa i enlighet med TK Geo 13. För GC-vägar har en last på 5 kPa ansatts. Vid kombinerad analys betraktas trafiklasten och lasten från GC-vägar som kortvarig och har valts till 0 kPa. Befintlig väg vid sektioner A1 - D används för närvarande endast för bussar.

I beräkningarna har partialkoefficienter ansatts så att laster som hamnar på mothållande sida i beräkningarna nollas, och därmed inte verkar mothållande.

6.2.4 Kulvertering av dike

I tidigare version av PM föreslogs kulvertering av Frölandsbäcken längs med befintlig väg som stabilitetsförbättrande åtgärd. Dock bedöms en sådan åtgärd innebära ”en kraftigt försämrad möjlighet för havsöring att nå reproduktionsområdet utefter Undavägen” enligt en av EnviroPlanning utförd fiskeribiologisk bedömning, daterad 2021-04-29. Alternativet bedöms därmed inte längre vara lämpligt.

6.3 Beräkningar, befintliga förhållanden

Beräknade säkerhetsfaktorer för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 4. Beräkningarna redovisas i Bilaga 6.

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden

Sektion\Analys	F _c	F _{komb}
Sektion A1	1,56	1,17
Sektion A	1,07	0,98
Sektion B	1,78	1,46
Sektion C	1,75	1,54
Sektion D	1,60	1,51
Sektion E	1,68	2,26
Sektion E1	1,64	1,60
Sektion F	2,18	1,51
Sektion G	2,17	1,85
Sektion H	4,11	3,04
Sektion I	2,41 (1,52*)	1,99

*Kritisk glidyta vid odränerad analys i sektion I går endast genom det fasta ytlagret och bedöms vara dränerad, varför erforderlig säkerhetsfaktor $F\phi > 1,30$. Glidytan med säkerhetsfaktor 2,41 är den glidyta med lägst säkerhetsfaktor för ett odränerat brott.

6.4 Beräkningar, planerad väg, dim. portryck

Beräknade säkerhetsfaktorer för planerad väg med förhöjda portryck i sektioner A1-C redovisas i Tabell 5. Beräkningarna redovisas i Bilaga 7.

Tabell 5. Beräknade säkerhetsfaktorer, planerad väg m. förhöjda portryck

Sektion	Söder om vägen		Norr om vägen	
	F _c	F _{komb}	F _c	F _{komb}
Sektion A1	1,34	1,03	-	-
Sektion A	1,41	0,98	0,91	0,92
Sektion B	1,71	1,28	1,33	1,04
Sektion C	1,48	1,30	1,19	1,00

6.5 Beräkningar, släntstabilitetsförbättrande åtgärder

Beräknade säkerhetsfaktorer för släntstabilitetsförbättrande åtgärder i form av avschaktning av slänt och dränering vid Frölandsbäcken, lättfyllning (LWA) under planerad väg, samt återställning till befintlig markyta norr om vägen har beräknats i sektion A1, A, B och C och redovisas i Tabell 6. Beräkningarna redovisas i Bilaga 8.

Rev D

Tabell 6. Beräknade säkerhetsfaktorer för släntstabilitetsförbättrande åtgärder

Sektion/Analys	Söder om vägen		Norr om vägen	
	F_c	F_{komb}	F_c	F_{komb}
Sektion A1 – lättfyllning under väg, dränering och avschaktning vid bäck	1,48	1,35	-	-
Sektion A, lättfyllning, avschaktning och dränering vid bäck, återställning av markyta norr om väg	1,47	1,39	2,04 (1,40)*	1,72 (1,40)*
Sektion B, dränering vid bäck, återställning av markyta norr om väg	1,71	1,41	1,65 (1,31)*	1,58 (1,31)*
Sektion C, dränering vid bäck, återställning av markyta norr om väg	1,48	1,38	1,51	1,45

*Den säkerhetsfaktor som redovisas inom parentes är för den kritiska glidyten då denna är dränerad och i sin helhet belägen inom friktionsjord, för vilken erforderlig säkerhetsfaktor $F_\phi \geq 1,30$ gäller. Säkerhetsfaktor utan parentes är den lägsta säkerhetsfaktor F_c och F_{komb} för glidytor med odränerat resp. kombinerat brott och som delvis går genom lera.

Föreslagna åtgärder redovisas i plan i Bilaga 9.

6.6 Resultat/slutsats

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara otillfredsställande i beräkningssektioner A1 och A och i övriga sektioner tillfredsställande.

I sektion A1, A, B och C har stabiliteten kontrollerats för projekterad väg och GC-väg, se plankarta i Bilaga 1, samt för förhöjt portryck i underkant lera. Beräkningarna visar att säkerhetsfaktorn för kritiska glidytor både norr och söder om vägen ej uppnår kraven och att någon form av stabilitetsförbättrande åtgärd erfordras för att stabiliteten ska bli tillfredsställande. Markytan mellan befintlig väg och Fröländsbäcken bör inte belastas med t.ex. upplag och dylikt.

Möjliga åtgärder har därför analyserats i sektioner A1, A, B och C. För glidytor som sträcker sig söder om vägen bedöms lättfyllning under väg, avschaktning av släntkrön vid bäckfåran samt avsänkning av ytlig grundvattenyta genom dränering, ge tillräckligt stabilitetsförbättrande effekt för sektion A1 och A. För sektion B och C nås erforderlig säkerhetsfaktor genom att endast sänka grundvattenytan genom dränering vid Fröländsbäcken. För glidytor norr om vägen föreslås att marken norr om vägområdet i sektion A, B och C återställs efter att det planerade täckta vägdiket anlagts, då detta ger erforderlig stabilitetsförbättrande effekt. Detta medger även att hasselnokens övervintringsområde, som är beläget norr om vägen, återställs. Föreslagna åtgärder redovisas i plan i Bilaga 9.

Rev D

Eftersom förhållandena i geometri, hållfasthet m.m. varierar inom området bör en generell begränsning av uppfyllnader och avschaktningar införas om inte ytterligare stabilitetsutredningar utförs: Höjdskillnader mellan uppfyllnader/avschaktningar och befintlig markyta bör inte överstiga 2 m. Den totala höjdskillnaden mellan närliggande kombinationer av uppfyllnader och avschaktningar bör inte heller överstiga 2 m.

7 Grundläggning

Inom stora delar av området förekommer lera. Utifrån sammanställda konsolideringsförhållanden i punkt 123 och 202, se Bilaga 4, bedöms inte leran kunna belastas ytterligare utan risk för långtidssättningar. Kompensationsgrundläggning eller pålning bedöms erfordras vid byggnation. Uppfyllnader över befintliga marknivåer bör också begränsas i möjligaste mån.

Innan byggnation bör kompletterande geotekniska undersökningar utföras i byggnadsläget för att säkerställa grundläggningsförutsättningarna.

8 Ledningar

För att inte orsaka grundvattensänkningar ska ledningar och ledningsschakter tätas med strömningsavskärande fyllningar.

9 Schaktning

Vid kortvariga schakter bedöms en släntlutning av 2:1 erfordras vid ett max schaktdjup av 1,5 m. För långvariga schakter bör stabiliteten kontrolleras.

Vid schakt under grundvattennivån, i samband med nederbörd eller vid riklig vattentillrinning kan flackare släntlutning och/eller erosionskydd erfordras.

Vid schaktningsarbeten bör speciellt beaktas att jorden delvis är mycket flytbenägen. Om arbetena utförs vid kall väderlek bör schaktbotten tjälkyddas.

10 Infiltration

För att bibehålla grundvattenbildningen och erhålla viss rening av dagvattnet bör infiltration övervägas. Förutsättningarna för infiltration bedöms som relativt gynnsamma, eftersom friktionsjord förekommer i de ytliga jordlagren.

11 Bergras och blocknedfall

Risk för bergras och blocknedfall utreds av Bergab och redovisas i separat handling

12 Markradon

Mätning med gammaspectrometer har utförts på berg i dagen och på markytan i utvalda undersökningspunkter. För berg i dagen varierar uppmätt radiumhalt mellan ca 35 och ca 175 Bq/kg. Med ledning av de uppmätta värdena kan berg i dagen inom området enligt BFR R85:1988 klassas som lågradon- till normalradonmark. Observera att klassningen kan ändras om berget sprängs ut.

Mätningarna på markytan ger generellt radiumhalter på mellan ca 25 och ca 40 Bq/kg. Med ledning av de uppmätta värdena bedöms marken inom området enligt BFR R85:1988 generellt klassas som lågradon- till normalradonmark.

I punkt 9501 har en radiumhalt på ca 120 Bq/kg uppmätts i påträffad fyllning. Uppfyllt område runt undersökningspunkten bedöms som högradonmark, men klassningen kan sannolikt ändras om fyllningen tas bort.

Byggnader bör generellt utföras radonskyddade. Vid grundläggning på fyllning klassad som högradon ska byggnader utföras radonsäkra.

13 Kompletterande undersökningar i samband med projektering

Om grundläggning utförs så att kontakt erhålls med berg eller grov friktionsjord närmast berget eller befintlig fyllning, bör kompletterande markradonmätningar utföras i samband entreprenadarbetena.

Detaljerade undersökningar rekommenderas vid nybyggnation inom hela området eftersom bland annat lermäktigheter och fyllningars beskaffenhet bedöms variera kraftigt.