

Skäret skola

Skäret, Uddevalla
Nybyggnad skola

PM/Geoteknik



Uppdragsansvarig: Mats Falck

Handläggare: Emil Johansson

Granskning: Mats Falck

Uppdrag: 20104

Datum: 2021-02-19

Revision:

Innehåll

1	Uppdrag	3
2	Syfte.....	3
3	Underlag	3
4	Styrande dokument	3
5	Planerad byggnation	4
6	Befintliga förhållanden.....	5
6.1	Mark, vegetation och topografi	5
6.2	Geotekniska förhållanden.....	6
6.3	Geohydrologiska förhållanden.....	8
7	Släntstabilitet.....	9
7.1	Allmänt.....	9
7.2	Valda parametrar	10
7.3	Resultat och slutsatser.....	10
8	Grundläggning, sättningar och nivåsättning.....	12
9	Ledningar och grundvattensänkning	12
10	Markradon	13
11	Bergras och blocknedfall	13
12	Kompletterande utredningar vid projektering	13

Bilagor

Bilaga 1	Illustrationsskiss över planområde
Bilaga 2:1-2:2	Skjuvhållfasthet och konsolideringsförhållanden
Bilaga 3:1-3:4	Portrycksprofiler
Bilaga 4:1-4:15	Stabilitetsberäkningar
Bilaga 5	Markradonklassning

Ritning

G501	Plan, föreslagen åtgärd
------	-------------------------

1 Uppdrag

På uppdrag av Uddevalla kommun har Bohusgeo AB utfört en geoteknisk undersökning för detaljplan avseende ny skola inom fastigheten Forshälla-Röd 2:12 m.fl. i Skäret, Uddevalla.

2 Syfte

Utredningen syftar till att utreda stabilitetsförhållanden inom detaljplaneområdet och ge grundläggningsrekommendationer för planerade byggnader, bedöma risk för bergras och blocknedfall samt utreda förekomsten av markradon inom området.

3 Underlag

Underlaget för denna PM utgörs av:

- fält- och laboratoriearbeten utförda av oss för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR/Geo 2021-02-19.
- Illustrationsskiss över områdets utformning, daterad 2020-08-31 och tillhandahållen av Uddevalla kommun.
- Bergteknisk undersökning för detaljplan Skäret, daterad 2020-11-03, upprättad av Bergab.

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 13
Markradon	Radonboken T6:2004

5 Planerad byggnation

Nivåsättning och exakt placering av byggnader har vid tillfället för utredningen inte funnits att tillgå. Enligt av Uddevalla kommun tillhandahållen illustrationsskiss planeras en större huvudbyggnad om ca 60 x 150 m samt en idrottshall om ca 30 x 50 m, se Figur 1 nedan samt Bilaga 1.

Nivåskillnaderna inom byggnadsläget är stora, upp till ca 8 m, vilket kommer kräva omfattande terrasseringsar. Byggnaden kommer sannolikt behöva utföras i flera etage med souterängplan eller källare.



Figur 1. Illustrationsskiss över planområdet.

Strax öster om huvudbyggnaden planeras parkeringsytor och i väster skolgårdsytor. Enligt skissen finns även ett förslag på en skolodling i planområdets sydöstra del. Inom övriga delar av området planeras ytor för naturlek.

6 Befintliga förhållanden

6.1 Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 200 x 350 m och utgörs i huvudsak av skogsmark. I områdets södra del förekommer åkermark. Undersökningsområdet innefattar även delar av Skärets Bryggväg och Lidvägen, samt en grusplan i anslutning till Skärets Bryggväg.

Området avgränsas av intilliggande villatomter i väster och norr, av åkermarken direkt öster om Skärets Bryggväg och av åkermarken söder om Lidvägen, se Figur 2 nedan.

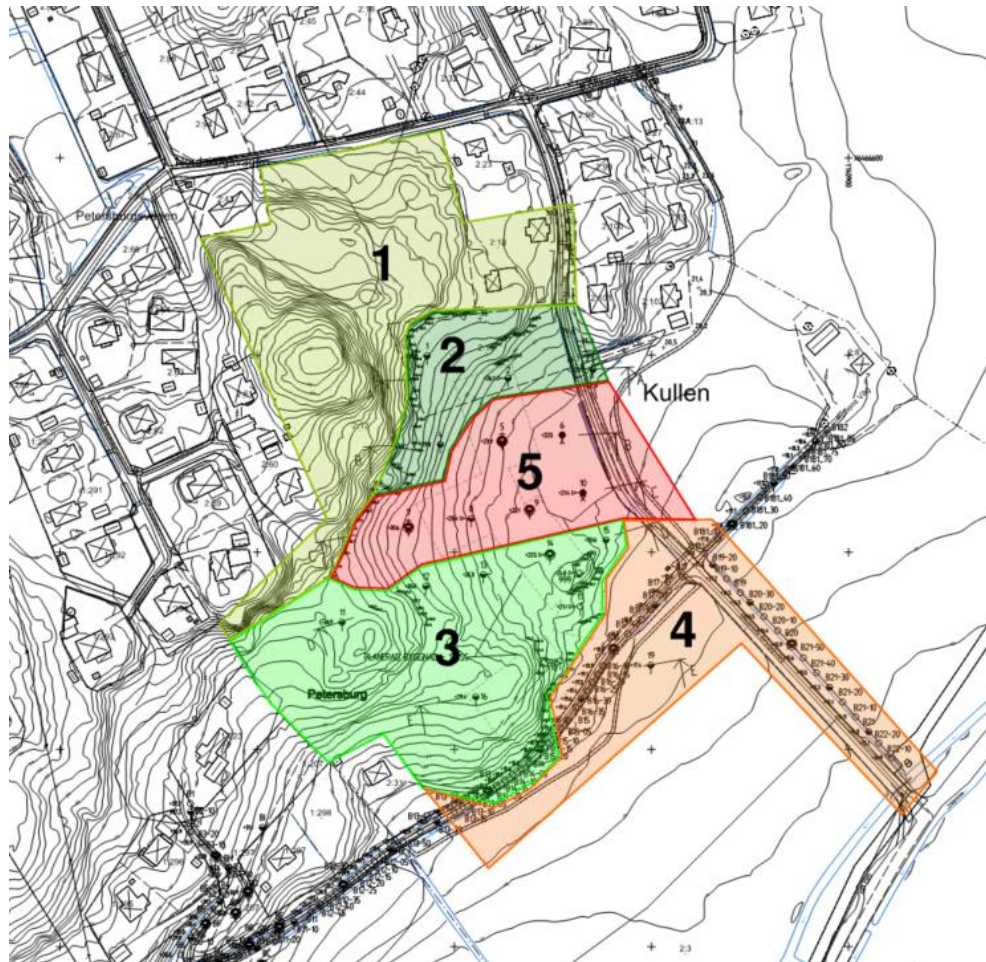


Figur 2. Ungefärlig utbredning av detaljplaneområdet, markerat med röd linje (Bildkälla: CC OpenStreetMaps)

Markytans nivå varierar kraftigt inom området, från ca +17 vid åkermarken i söder till ca +60 i bergpartiet i nordväst, se MUR/Geo. Generellt sluttar markytan åt öster och sydöst, men mindre lokala slänter förekommer inom området.

6.2 Geotekniska förhållanden

Delar av området utgörs av fastmarkspartier, se delområde 1-3 i Figur 3 nedan. Inom övriga delar av området förekommer lera och silt, se delområde 4-5.



Figur 3. Delområden.

Områden med fastmark

Delområde 1 har vid platsbesök bedömts till stor del utgöras av berg i dagen och relativt plana fastmarkspartier.

Inom delområde 2 varierar jorddjupet mellan ca 1 och ca 3,5 m i punkt 1-4. Jordlagren utgörs av **sand** och **sandig silt** ovan ett fast lager av **friktingsjord** som vilar på **berg**.

Inom delområde 3 varierar jorddjupet mellan ca 0,5 och ca 4 m, vid punkt 11-16. Enligt provtagningarna utgörs jordlagren av **sandig silt** och **siltig sand** ovan fast lagrad **friktingsjord** som vilar på **berg**.

Ställvis förekommer berg i dagen inom de tre delområdena och inmätning av övergång mellan berg och jord (bergfot) har utförts inom utvalda delar, vilken redovisas i MUR/Geo.

Områden med lera och silt

Delområdena 4 och 5 har jordlagerföljd med i huvudsak följande uppbyggnad:

- fast ytlager (delvis fyllning)
- siltig lera/lerig silt
- friktionsjord på berg

Inom **delområde 4**, sydöst om Lidvägen, varierar jorddjupet mellan ca 6 och ca 9 m. Det fasta ytlagret utgörs av **finsandig silt** och **siltig finsand** med en mäktighet på mellan ca 1,5 och ca 2 m. Det fasta ytlagret följs av ett lager **siltig lera** och **lerig silt**. Jordlagermäktigheten är större än ca 5 m och de tidigare utförda sonderingarna har avbrutits på 7 m djup. Ställvis genomskärs lerlagret av ett ca 1,5 till 3 m mäktigt friktionsjordsskikt på ca 4 till 5 m djup. De sonderingar som erhållit stopp mot berg eller block har stoppat i ett ca 1 m mäktigt **friktionsjordslager** som vilar på berg.

Inom **delområde 5** utgörs det fasta ytlagret omväxlande av **sandig silt** och **siltig sand** med en tjocklek på mellan ca 0,5 och 1 m som överlagrar ett ca 0,7 till 1 m tjockt lager **siltig torrskorpelera**. Lokalt inom läget för den befintliga grusplanen, finns ett ca 1 till ca 1,5 m mäktigt fyllningslager bestående av i huvudsak **grus** och **sprängsten** som lagts på det fasta ytlagret. Vattenkvoten i torrskorpeleran har i huvudsak uppmätts till mellan ca 20 och ca 40 %.

Det fasta ytlagret överlagrar **siltig lera** med en mäktighet på mellan ca 0,5 och ca 4 m. Vattenkvot och konflytgräns har i huvudsak uppmätts till mellan ca 40 och ca 55 % respektive ca 40 och ca 50 %. Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom CPT-sonderingar och i laboratorium genom konförsök. Dessutom har en empirisk utvärdering med ledning av utförda CRS-försök utförts. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Bilaga 2. Den med hänsyn till konflytgränsen och överkonsolideringsgraden korrigerade skjuvhållfastheten varierar under det fasta ytlagret mellan ca 20 och ca 30 kPa.

Lerans sättningsegenskaper har utvärderats utifrån utförda CRS-försök. Lerans konsolideringsförhållanden redovisas i Bilaga 2. Kompressionsmodulen har i regel utvärderats till mellan ca 1600 och ca 3000 kPa. Leran bedöms vara överkonsoliderad med ca 50 à 60 kPa och ha en överkonsolideringsgrad (OCR) på mellan ca 1,7 och ca 2,0. Lerans sensitivitet varierar mellan ca 28 och ca 36, vilket innebär att leran klassas som mellansensitiv till högsensitiv.

Mäktigheten på **friktionsjorden** som underlagrar leran bedöms variera mellan ca 0,5 och ca 1,5 m. Friktionsjorden vilar på berg.

6.3 Geohydrologiska förhållanden

Portrycket har uppmätts i två punkter, 5 och 7. Båda punkterna är belägna i slänten väster om Skärets Bryggväg.

Uppmätt trycknivå i punkt 5, belägen i nedre delen av slänten, varierar mellan ca +21,8 och ca +22,0. Detta motsvarar en fri grundvattenyta belägen 1,5 à 2 m under markytan.

I punkt 7, som är belägen i övre delen av slänten, varierar uppmätt trycknivå mellan ca +31,4 och ca +32,1. Detta motsvarar en fri grundvattenyta 1 à 1,5 m över markytan. Det artesiska trycket bedöms bero på tillförsel av grundvatten från det intilliggande högre bergpartiet till den nedre delen av akviferen. Det uppmätta artesiska trycket i släntens övre del (punkt 7) bedöms vara lokalt. Vår bedömning är att det generellt inte kommer bildas höga tryck inom släntens övre del, utan övertryck kommer dräneras ut genom de permeabla jordlagren inom de angränsande fastmarkpartierna.

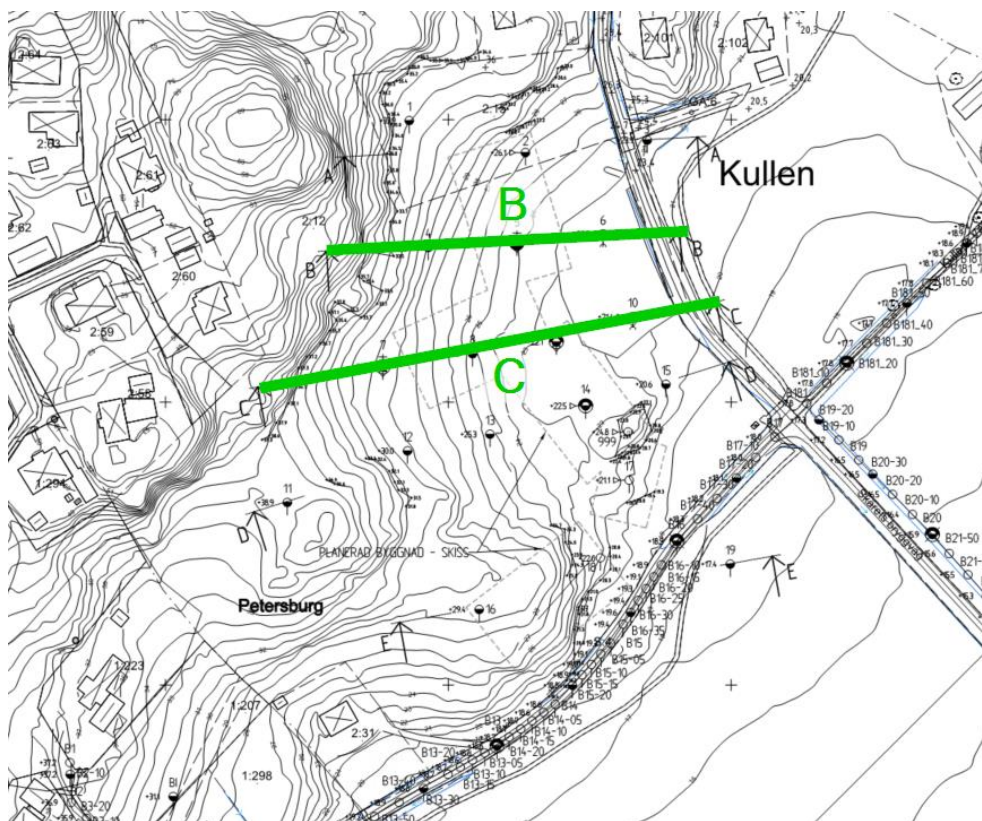
Med ledning av portrycksmätningarna bedöms generellt att den övre grundvattenytan (nollportrycksnivån) är belägen mellan markytan och 1 à 1,5 m under markytan i slänten. Portrycket bedöms ha en hydrostatisk tryckökning mot djupet.

7 Släntstabilitet

7.1 Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i två sektioner (B och C), se Figur 4 nedan. Utförda beräkningar redovisas i Bilaga 4. Stabilitetsberäkningar har utförts med programvaran GeoStudio 2018 R2 version 9.1.2.17441.

Beräkningarna har utförts med cirkulärcylindriska glidytor och med odränerad och kombinerad analys. Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsanalys.



Figur 4. Beräkningssektioner markerade med grönt streck.

Den utförda undersökningen bedöms motsvara detaljerad nivå enligt Skredkommissionens rapport 3:95 och IEG R4:2010. Erforderlig säkerhetsfaktor för odränerad resp. kombinerad analys enligt IEG R4:2010 framgår av Tabell 2.

Tabell 2. Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, Nyexploatering, Planläggning	$\geq 1.7-1.5$	$\geq 1.5-1.4$

För att välja erforderlig säkerhetsfaktor har en värdering gjorts utifrån en sammanställning av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden enligt tabell 4.1a-4.1i IEG Rapport 4:2010. Sammanställningen redovisas i Bilaga 4. Vald erforderlig säkerhetsfaktor framgår av Tabell 3.

Tabell 3. Utvärderad erforderlig säkerhetsfaktor

	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, Nyexploatering, Planläggning	≥ 1.60	≥ 1.45

I de fall glidyten enbart går genom friktionsjord bedöms erforderlig säkerhetsfaktor för kombinerad analys vara tillräcklig, då inget odränerat brott sker.

7.2 Valda parametrar

7.2.1 Skjuvhållfasthet

Den valda skjuvhållfastheten framgår i Bilaga 2 och de valda jordlagerparametrarna i beräkningssektionerna framgår av Bilaga 4.

7.2.2 Portryck

Portrycket har modellerats med hydrostatisk tryckfördelning från en övre grundvattenyta i markytan i slänternas övre och mellersta del och ca 1 m under markytan i dess nedre del. Dimensionerande portryck har därmed generellt valts 1 till 1,5 m högre än högsta uppmätta värden, vilket framgår av Bilaga 3.

I punkt 7 har ett artesiskt tryck motsvarande en fri grundvattenyta på 1 à 1,5 m över markytan uppmätts. Detta bedöms vara en lokal företeelse och har inkluderats i beräkningarna i sektion C. Dimensionerade portryck har ansatts motsvarande en fri grundvattenyta belägen 2,5 m över markytan, dvs 1 m högre än motsvarande grundvattenyta för högsta uppmätta portryck.

7.2.3 Laster

Utifrån illustrationsskissen i Bilaga 1 bedöms skola och idrottshall utgöras av byggnader i flera plan. Med hänsyn till nivåskillnaderna inom området antas byggnaderna behöva utföras som souterrängbyggnader eller i flera etager. Eftersom byggnadernas utformning och nivåställning ej färdigställts har en antagen utbredd last på 20 kPa från byggnaderna ansatts på markytan i beräkningarna.

För planerade parkeringsytor har en last på 10 kPa antagits och trafiklast ansatts enligt TK Geo 13 till 20 kPa.

7.3 Resultat och slutsatser

Beräkningsresultat presenteras i Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Beräkningsresultat

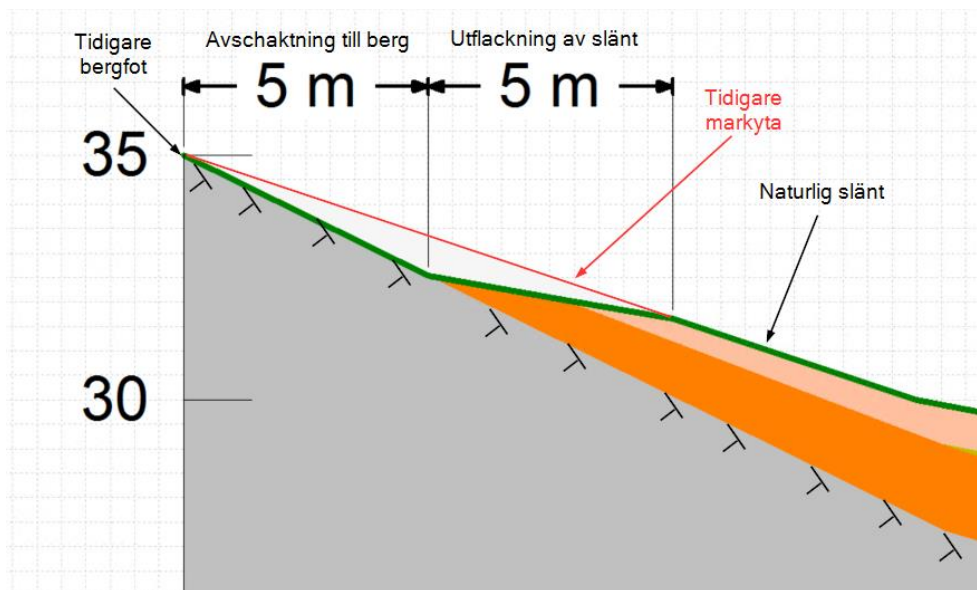
Beräkningssektion	F_c	F_{komb}
B - 1. Befintliga förhållanden - övre delen	1,21	1,21

B - 2. Befintliga förhållande - nedre delen	2,15	1,97
B - 3. Enligt planskiss + avschaktning	1,52	1,52
C - 1. Befintliga förhållanden - övre delen	1,51	1,51
C - 2. Befintliga förhållande - nedre delen	2,95	2,29
C - 3. Enligt planskiss	1,88	1,51

Analyserna visar att släntstabiliteten för befintliga förhållanden i huvudsak är tillfredsställande i båda sektioner.

Undantaget är i släntens övre del i sektion B, strax nedanför övergången mellan berg- och jordslänt. För att säkerställa erforderlig släntstabilitet i denna del av slänten föreslås att en avschaktning av bakslänten utförs. Eftersom brottet här är helt dränerat (ingen förekomst av kohesionsjord) bedöms erforderlig säkerhetsfaktor vara $F \geq 1,45$.

Föreslaget område där avschaktning erfordras illustreras på ritning G501. Avschaktning utförs ned till berg ca 5 m från bergfot, och därefter utförs en utflackning av slänten ytterligare ca 5 m ut, se Figur 5.



Figur 5. Schematisk figur över avschaktning av bakslänt.

Även vid påförande av laster om 20 kPa inom byggnadsläget enligt illustrationsskiss (se Bilaga 1) uppnås erforderlig säkerhetsfaktor i slänten. Laster från den tänkta skolbyggnaden har påförts på markytan, vilket bedöms vara konservativt vid antagandet om en plan grundläggningsnivå på mellan ca +22 och ca +23. Skolbyggnaden och tillhörande parkering bedöms därmed kunna placeras enligt illustrationsskiss med hänsyn till stabiliteten i området.

En mer utförlig analys av stabiliteten erfordras i detaljprojekteringen, då mer information om nivåställning för planerade byggnader och omkringliggande behöver tas fram. Detta för att säkerställa att stabiliteten är tillfredsställande för eventuella schakter och fyllningar i samband med uppförandet av byggnaderna och i permanentstadiet efter att området färdigställts.

8 Grundläggning, sättningar och nivåättning

Grundläggnings- och sättningsförhållandena varierar stort mellan områden med fastmark/berg och områden med lera. Förutsättningarna för ytlig grundläggning med grundplattor i mark bedöms dock som goda under förutsättning att tillräckligt jämna grundläggningsförhållanden kan åstadkommas. De stora höjdskillnaderna kan innebära begränsningar för grundläggningen. Sannolikt kommer terrassering med jord- och bergschakt och fyllning erfordras i området, vilket kan påverka val av grundläggningsmetod.

Leran bedöms vara överkonsoliderad med 50 à 60 kPa för rådande effektivtryck vilket innebär möjlighet att påföra leran viss last utan att oacceptabla långtidssättningar uppstår.

Inom området för befintlig grusplan har en ca 1 till 1,5 m mäktig fyllning av grus och/eller sprängsten tidigare lagts på leran. Fyllningen utgör en last på ca 20 till 30 kPa, vilket leder till att möjlig ytterligare belastning som kan påföras leran minskar till maximalt 20 à 30 kPa.

Inga detaljer om planerade byggnaders utformning har funnits att tillgå vid tidpunkten för denna PM. Baserat på illustrationsskissen (se Bilaga 1) antas att planerad skolbyggnad kommer behöva uppföras i flera våningsplan som souterrängbyggnad eller i etage. Skolbyggnaden är belägen delvis i fastmarksområdet och delvis i ett av områdena med förekomst av sättningsbenägen lera, vilket försvårar en ytlig grundläggning. Sannolikt kommer byggnaden behöva grundläggas delvis på stödpålar om den uppförs enligt preliminärt förslag.

Idrottshallen är belägen i ett fastmarksområde och bedöms kunna grundläggas med platta på mark eller på avsprängt berg.

Generellt rekommenderas att stor vikt läggs i ett tidigt skede av planering/projekteringen på nivåättningen av marken och anpassningen av byggnaderna till områdets topografiska och geotekniska förutsättningar.

Vid detaljprojektering av planerade byggnader erfordras en mer detaljerad undersökning och utredning av grundläggningsförhållandena i läget för respektive byggnad.

9 Ledningar och grundvattensänkning

För att inte orsaka grundvattensänkning bör tätning av ledningar och ledningsschakt utföras om schaktdjup större än 1,0 m erfordras. Strömningsavskärande fyllningar av bentonitblandad sand rekommenderas.

För att motverka grundvattensänkning rekommenderas att infiltration av dagvatten i tex. rörgravsmagasin utförs kring byggnader och vid hårdgjorda ytor.

10 Markradon

Mätningar med gammaskpektrometer har utförts i 6 punkter inom detaljplaneområdet. Mätningarna är generellt utförda på markytan, undantaget en punkt utförd på berg i dagen. Provningspunkter och mätvärden framgår av bilaga 5 i MUR/Geo. Erhållna värden för radiumhalt (Ra-226) i mätpunkterna uppgår till mellan ca 10 och ca 50 Bq/kg. Intervallet för normalradonmark enligt Radonboken T6:2004 är enligt följande:

Lera	80 till 100 Bq/kg
Silt	50 till 70 Bq/kg
Grus, sand	25 till 50 Bq/kg
Berg	60 till 200 Bq/kg

I bilaga 5 i denna PM redovisas en sammanställning och bedömning/klassning av jorden i mätpunkterna. Mätningarna visar att jordlagren omväxlande kan klassas som lågradonmark och normalradonmark. Vår bedömning är att marken bör klassas som normalradonmark. Planerade byggnader bör därmed utföras radonskyddande.

Generellt gäller även att bergkross eller grus som tillförs området i samband med grundläggningsarbeten mm kan medföra risk för ökat markradon och behov av radonskyddsåtgärder.

Om det i planerad byggnad ställs högre krav på radon i inomhusluften än vad Boverket anger, tex. vid s.k. ”miljöbyggande”, kan behov av radonskyddande åtgärder förekomma. Mot bakgrund av detta ska en värdering av byggnadens skydd mot markradon utföras i samband med projektering och byggande.

11 Berggras och blocknedfall

Risk för berggras och blocknedfall har undersökts av Bergab och redovisas i *Detaljplan Skäret, Forshälla-Röd 2:12 m.fl. - Bergteknisk utredning* daterad 2020-11-03 (uppdragsnr UG20171).

12 Kompletterande utredningar vid projektering

För att säkerställa tillfredsställande stabilitet vid exploatering av området erfordras en mer utförlig analys av stabiliteten då mer information om nivå-sättning för och utformning av planerade byggnader och omkringliggande mark finns att tillgå.

Generellt rekommenderas att stor vikt läggs i ett tidigt skede i planering/projektering av nivå-sättning av marken och anpassning av byggnaderna till områdets topografiska och geotekniska förutsättningar.

Kompletterande portrycksmätning rekommenderas inom släntens övre del, i området kring punkt 7.