

PM Geoteknik och bergteknik



Fastighetskontoret

Långströmsparken, geoteknisk och bergteknisk utredning

Göteborg 2011-10-24
Rev 1. 2012-01-13
Rev 2. 2013-02-19

Långströmsparken, geoteknisk och bergteknisk utredning

PM Geoteknik och bergteknik

Datum	2011-10-24
	Rev 2013-02-19
Uppdragsnummer	61461041934000000
Utgåva/Status	Slutlig. Rev 2.

SULTAN LENA
Uppdragsledare

ANGERVALL MALIN
Handläggare

ERIKSSON MAGNUS
Granskare

Ramboll Sverige AB
Box 5343, Vådursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 031-335 33 00
Fax 031-40 05 71
www.ramboll.se

Unr 61461041934000

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
2.	Tidigare geotekniska utredningar	1
3.	Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar	1
4.	Områdesbeskrivning	2
5.	Geotekniska förhållanden	3
5.1	Grundvattenförhållanden	3
6.	Stabilitet och sättningar	5
6.1	Stabilitet	5
6.2	Sättningar	5
7.	Bergteknisk utredning	6
7.1	Område 1	6
7.2	Område 2	6
7.3	Område 3	7
7.4	Område 4	7
7.5	Område 5	7
7.6	Område 6	9
7.7	Förutsättningar för bortsprängning av berg	9
7.7.1	Riskinventering	10
7.7.2	Föreskrifter	11
8.	Slutsatser och rekommendationer	11
8.1	Geoteknik	11
8.2	Bergteknik	12
9.	Revidering med komplementär information 2012-01-13	13

Bilagor

Bilaga 1	Beräkningssektion med last 60 kPa
Bilaga 2	Beräkningssektion med last 70 kPa
Bilaga 3	Vald skjuvhållfasthet för beräkningssektionen
Bilaga A	Skruvprotokoll

Ritningar

G01	Planritning och enstaka borrhål
-----	---------------------------------

LÅNGSTRÖMSPARKEN – GEOTEKNISK OCH BERGTEKNISK UTREDNING

PM Geoteknik och bergteknik

1. Inledning

Ramböll Sverige AB har på uppdrag av Fastighetskontoret, Göteborgs Stad, utfört en geoteknisk och bergteknisk utredning för detaljplaneområdet "Bostäder i södra Långströmsparken" Biskopsgården 830:844. Syftet med dessa utredningar har varit att utreda förutsättningarna för byggnation inom området. Resultaten skall ligga till grund för bestämmelserna i detaljplanen.

- *Efter att detta PM levererats i oktober 2011 har rasrisken i område 5 (7.5 och 8.2) åtgärdats, se kapitel 9. Ytterligare revidering gäller den planerade vägen (som beskrivs i 7.7) där denna sträckning inte längre är aktuell, se kapitel 9.*

2. Tidigare geotekniska utredningar

Två tidigare utredningar som utförts inom området har erhållits:

- "Geotekniska undersökningar för ledningsschakt i Svartedalen" (Ärendenr 12958.44) utförd av Göteborgs Stads Gatukontor, daterad 1966-07-01. Redovisas som och refereras till som undersökning A.
- "Utlåtande över geoteknisk undersökning för planerat barndaghem vid Hakefjordsgatan, Göteborg" (Arbetsnr 77.044:1) utförd av Civilingenjör Bo Alte AB, daterad 1977-06-03. Redovisas som och refereras till som undersökning B.

Undersökningsområdena redovisas på ritning G01. Rapporternas fältundersökningar ligger delvis till grund för bedömningen av fastmarksgränser, jordlagerföljder och jorddjup.

3. Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar

Geotekniska fältundersökningar utfördes under vecka 41, år 2010 av LMI Borrteknik AB och omfattade:

- Trycksondering i 3 punkter
- Vingsondering i 1 punkt
- Skruvprovtagning i 2 punkter
- CPT-sondering i 2 punkter
- Installation av grundvattenrör i 1 punkt
- Inmätning av samtliga undersökningspunkter

Ramböll har inför de geotekniska fältundersökningarna okulärbesiktigt området samt karterat in fastmarksgränser med hjälp av handhållen sonderingsutrustning i form av en muk (markundersökningskäpp) och med hjälp av de tidigare utförda geotekniska fältundersökningarna. Bedömd gräns för fastmark samt synligt berg i dagen redovisas på ritning G01.

Upptagna jordprover har undersökts i Rambölls geotekniska laboratorium i Göteborg. På de störda proven har jordartsklassificering och mätning av vattenkvoten utförts. Full rutinundersökning med bestämning av konflytgräns har utförts på lerprov i borrhål 2 och 3.

Laboratorieresultaten finns redovisade i bilaga A till denna PM.

Resultaten från samt läget för fältundersökningarna finns redovisade på ritning G01.

4. Områdesbeskrivning

Övergripande består planområdet som utretts till allra största delen av plan mark med två mindre höjdparter med berg i dagen i södra delen av området. Dessutom tangerar planområdet ett större höjdparti i östra delen där en infartsväg eventuellt planeras. Topografiskt varierar nivåerna från ca +43 till ca +46 inom hela området utom det större höjdpartiet där nivåerna går upp till ca +54. Den enda nämnvärda lutningen i området är en liten slänt i västra delen av området som lutar åt öster.

Planområdet avgränsas i alla vädersträck av en liten gångväg utom i sydöst där planområdet sträcker sig ut till Långströmsgatan. Den avgränsande gångbanan avslutar den lilla slänten i västra delen av området. Nedanför slänten finns en grusad fotbollsplan och sydöst om denna återfinns de två mindre höjdpartierna med berg i dagen. Mellan dessa och det större höjdpartiet i öster finns en plan gräsyta. Norr, söder och öster om grusplanen är marken bevuxen med träd och snårvegetation. En brant bergslänt löper i nord-sydlig riktning strax väster om detaljplaneområdet.

5. Geotekniska förhållanden

Större delen av planområdet består av mark som inte bedöms som fastmark. Jorden under vegetationstäckets bedöms (utifrån fältundersökningarna samt utredning A) huvudsakligen bestå av 2-15 m lera som vilar direkt på berg eller på friktionsjord på berg. Leran har de översta två metrarna utvecklats en torrskorpekaraktär alternativt överlagras i vissa delar av området av siltig sand eller sandig silt. Leran inom området har en uppmätt okorrigerad skjuvhållfasthet på 10-30 kPa ner till ca 7 meters djup. Under 7 meters djup ökar den till 20-70 kPa. I ytan samt på djupet har enstaka högre värden (ca 80kPa) uppmätts i torrskorpeleira eller i silt/sandlager. Lerans uppmätta konflytgräns ligger inom intervallet 40-70 % (siltig lera) ner till 7 meters djup. Under detta djup sjunker uppmätt konflytgräns ner mot 20% nere på 9 meters djup. Vattenkvoterna i lera ökar generellt från ca 20% till 60% på 5 meters djup och sjunker sedan med djupet till ca 20% på 8 meters djup och neråt.

Söder om planområdet (utredning B) är lerans okorrigerade skjuvhållfasthet uppmätt till ca 50 kPa. Lera har här vattenkvoter mellan 20-30 % och bedöms av Civilingenjör Bo Alte AB vara starkt överkonsoliderad.

Djupet till fast botten varierar inom planområdet från synligt berg i dagen till ca 15 m under markytan.

En sammanställning av skjuvhållfastheten i området med största lermäktigheterna visas i Diagram 1. Uppgifter om lerans skjuvhållfasthet är tagna från fältundersökningarna som är gjorda inom utredningen samt tidigare utredning A. Sammanställningen finns även som bilaga 3.

5.1 Grundvattenförhållanden

Grundvattenröret i bh 1 (se ritning G01) är mätt två gånger och grundvattennivån uppmättes då till 2,67 respektive 2,87 m under markytan.

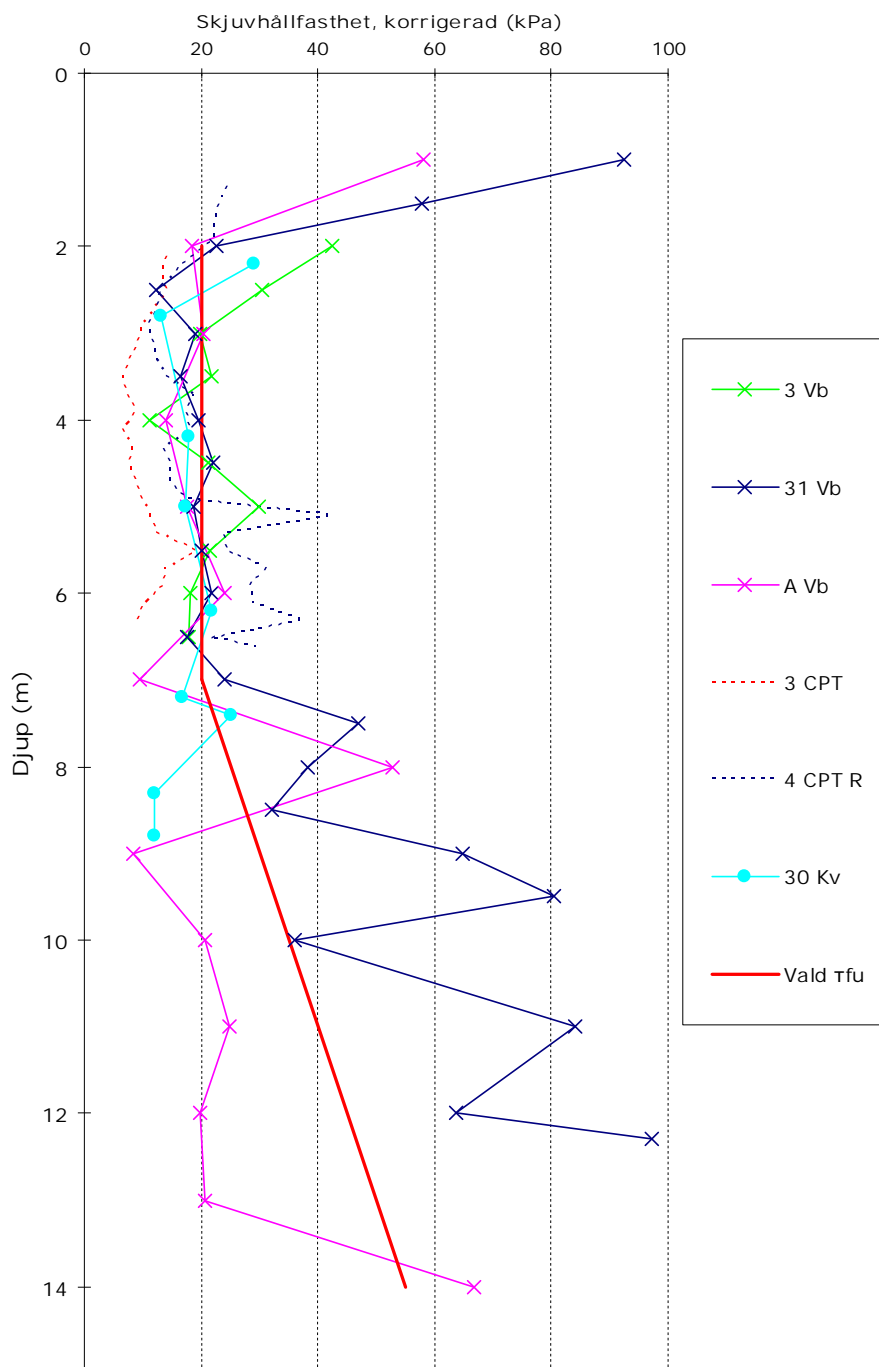


Diagram 1. Skjuvhållfasthetsammanställning samt vald skjuvhållfasthet.

6. Stabilitet och sättningar

6.1 Stabilitet

Då området är i princip helt plant bedöms stabilitetsförhållandena för befintliga förhållanden trots förekomsten av lera vara tillfredsställande. Enligt beräkning av stabiliteten i området med störst lermäktighet, d.v.s. "värsta fallet", kan marken här belastas med upp till motsvarande 60 kPa i form av uppfyllnadsmassor, hus eller annan last utan att stabilitetsbrott uppstår. Vid belastning med 70 kPa överskrids önskad säkerhetsfaktor enligt skredkommissionens Rapport 3:95. Beräkningsresultaten framgår av tabell 1 nedan samt i bilaga 1-2. Stabilitetsanalysen är utförd med programmet SLOPE/W Geostudio 2007.

Belastning	Fc	Bilaga
Markytan belastad med 60 kPa	1,83	1
Markytan belastad med 70 kPa	1,59	2

Tabell 1. Resultat av beräkningsanalys.

6.2 Sättningar

Området består till stor del av mark med en lermäktighet på uppemot ca 15 m. Leran är under torrskorpan lös och bedöms enligt empiriska antaganden huvudsakligen vara normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad. Sättningar kommer med största sannolikhet uppstå redan vid en liten belastning av nuvarande markyta. Kompletterande fältgeotekniska undersökningar samt en sättningsanalys krävs för att kunna bedöma sättningarnas storlek.

7. Bergteknisk utredning

Bergbesiktning har utförts i oktober 2010. Besiktningen av bergförhållanden, rasriskbedömning och översiktlig riskanalys inför sprängning har utförts inom detaljplaneområdet. Alla sprickor anges enligt högerhandsregeln.

Berggrunden i området består av granitisk gnejs med strökorn av kalifältspat (s.k. ögongnejs). I området dominerar tre spricksystem; $100\text{-}110^\circ/80\text{-}90^\circ$, $280^\circ/80\text{-}90^\circ$ samt $150^\circ/45\text{-}50^\circ$. Spricksystemen har relativt låg frekvens och skapar därför stora block i de fall spricksystemen skär varandra. Topografin i större delen av detaljplaneområdet är dock flack.

Blottat berg har beskrivits i sex områden, se ritning G01 och beskrivning av respektive område nedan.

7.1 Område 1

Område 1 (se ritning G01) har låg topografi och består av låga, mjuka hållar bevuxna med lav. Ingen åtgärd behövs.



Figur 1: rundade hållar i område 1. Ingen åtgärd.

7.2 Område 2

Område 2 (se ritning G01) har låg topografi och består av mjuka, runda hållar bevuxna med lav och mossa. Låg sprickfrekvens skapar få block. Lämnas utan åtgärd.



Figur 2: område 2 består av mjuka, runda hällar. Ingen åtgärd.

7.3 Område 3

Område 3 består av en plan berghäll (se ritning G01). Lämnas utan åtgärd.

7.4 Område 4

Område 4 utgör norra delen av en bergknalle (se ritning G01) och utgörs av fast berg med låg blockighet. De block som förekommer bedöms ligga stabilt. Lämnas utan åtgärd.

7.5 Område 5

Område 5 består av bergknallens sydöstra branta slänt, ovanför en förskola (se ritning G01). Denna ligger utanför detaljplanens område men har karterats för att utreda förhållandena inför en eventuell sprängning. Bergslänten är brant och har flera sprickplan, vilket ger stora block. Flera av dessa står instabilt på sprickytor som lutar ut från berget (se figur 3 och 4). Det rekommenderas att denna slänt åtgärdas, oavsett om det ska sprängas eller ej, eftersom det finns risk för blocknedfall. Eftersom slänten är så instabil bedöms också att risk för ras vid pålningsarbeten inte kan uteslutas. Rekommendationen är att slänten åtgärdas snarast.



Figur 3: område 5 uppvisar instabila block som bör tas bort eller säkras, oavsett om sprängning kommer att utföras eller ej. Nedanför dessa block sluttar berget brant ner mot förskolans gård.



Figur 4: översikt över den nedre delen av område 5. Instabila block som står på sprickytor som lutar ut från berget.

7.6 Område 6

Detaljplaneområdet gränsar till en brantare bergslänt (område 6, se ritning G01) i väst upp mot de centrala delarna av Biskopsgården. Denna slänt har inspekterats för att bedöma huruvida det finns risk att blockutfall kan ske ner mot detaljplaneområdet. Slänten är relativt brant, men bedöms stabil och utgör ingen risk för blocknedfall in mot detaljplaneområdet och kan därför också lämnas utan åtgärd (se figur 5).



Figur 5: bergslänten utanför detaljplaneområdets västra gräns. Utgör ingen risk för blocknedfall in mot detaljplaneområdet.

7.7 Förutsättningar för bortsprängning av berg

En tillfart planeras till området från Långströmsgatan. Förutsättningarna för bortsprängning av berg har utretts och en översiktlig riskanalys för sprängning samt bedömning av behov av säkring av bergslänter har utförts.

Den översiktliga riskanalysen innehåller en bedömning av omfattning på bergschaktarbeten, en riskinventering, hur arbetet bör uppföljas samt allmänna föreskrifter.

Den föreslagna sträckningen av ny tillfartsväg går tvärs över en av de högsta topparna av bergknallen. Denna är +52 m, vilket är 7 meter ovan omgivande markområde. Detta gör att en bergschakt lätt bli brant, vilket utgör en säkerhetsrisk, särskilt eftersom det bor mycket barn i området, och det gör också att bergslänten kommer att upplevas som hög och "hotande". Det rekommenderas därför att en tämligen flack släntlutning skapas. Detta leder dock till omfattande sprängarbeten och bortforsling av stora mängder bergmaterial. Bergslänten

kommer också att dominera området visuellt, eftersom en sprängd yta upplevs som mer dominerande än en naturligt rundad och vittrad bergyta.

Ett alternativ till föreslagen sträckning med stora bergtekniska fördelar vore att låta vägen mer följa nuvarande cykelbana och därmed följa bergets form. På så sätt behöver mindre omfattande sprängningsarbeten ske och en betydligt mindre brant bergschakt behöver utbildas. En sådan sträckning har dock inte utretts inom ramen för detta PM.

7.7.1 Riskinventering

Inom området förutsätts bostäder och förskolor grundlagda på lösa jordlager. Byggnaderna är autoklaver lättbetong och av bostadstyp. Det finns inga uppgifter om störningskänslig utrustning. Nedan beräknas baserat på dessa förutsättningar tillåtna vibrationsnivåer.

Baserat på Svensk standard SS 460 48 66 beräknas maximalt tillåten svängningshastighet på närmaste byggnad till $V_{10}=13,5$ mm/s baserat på följande parametervärden:

- $V_0=18$ mm/s
- $F_k=F_b \cdot F_m=1,0 \cdot 0,75=0,75$
- $F_d=1,0$
- $F_t=1,0$

Laddningsmängder ska därefter anpassas så att denna vibrationsnivå inte överträds. Vibrationsnivå gäller för avståndsfaktorn $F_d=10$ meter. Tillåten nivå för det verkliga avståndet erhålls genom att multiplicera V_{10} med verklig avståndsfaktor F_d .

Berget i sig består av granitisk ögongnejs och har dominerande sprickriktningar $100-110^\circ/80-90^\circ$, $280^\circ/80-90^\circ$ samt $150^\circ/45-50^\circ$. Dessa tre sprickset skapar block, och beroende på geometrin på berget blir dessa stabila eller instabila.

Bergets västra sida (västra delen av område 4) har moräntäcke en bit upp och blottat berg uppvisar en yta bestående av fast berg med relativt få block. Ingen åtgärd bedöms behövas utöver borttagning av enstaka lösa block i samband med sprängning.

Bergets östra sida (östra delen av område 4) har relativt flack sluttning ut mot vägen. Ingen åtgärd förutom borttagande av enstaka lösa block i samband med vibrationsarbeten.

Vid sprängning ombesörjs vibrationsmätning av beställaren för kontroll av vibrationsnivån. Syneförrättning utförs av beställare före och efter sprängning på byggnader närmare än 50 m från sprängplatsen. Sprängjournal ska föras av entreprenören för varje sprängning.

Bergets södra sida (område 5) består av en brant slänt som höjer sig ovanför en förskola. Denna sida av berget har stora block (se figur 3 och 4), som bedöms instabila (se beskrivning 7.5). Det rekommenderas att denna slänt rensas på lösa block, i vissa fall kan bultning användas för att säkra block. Några av blocken är så pass stora att de behöver klyvas innan de kan tas bort. Dessa åtgärder rekommenderas att utföras oavsett om sprängningsarbeten kommer att ske i området eller ej. Detta gäller särskilt eftersom förskolans gård befinner sig rakt nedanför den branta bergslänten.

Pga risk för skador på byggnader då åtgärder utförs på bergsslänten bör entreprenör anlitas för att ange lämplig skyddsutrustning under arbeten, t.ex. tillfälliga skydd för nedrasande block.

7.7.2 Föreskrifter

Ett flertal föreskrifter rör sprängningsarbeten, som ska planeras och genomföras på ett sådant sätt att närliggande byggnader, anläggningar och installationer inte skadas genom markvibrationer, luftstöt vågor etc. Arbetet ska bedrivas enligt gällande lagar, föreskrifter och anvisningar. Några av de viktigare är:

AFS 2010:1 (Arbetsmiljöverkets föreskrift om Berg- och gruvarbete)

AFS 2007:1 (Arbetsmiljöverkets föreskrift om Sprängarbete)

AFS 1993:3 (Arbetsmiljöverkets föreskrift om Byggnads- och anläggningsarbete med ändringstillägg 2007:11 och 2008:16)

SRVFS 2006:1 (Statens Räddningsverks föreskrifter)

SFS 1988:868 (Lag om brandfarliga och explosiva varor)

SFS 1988:1145 (Förordning om brandfarliga och explosiva varor)

8. Slutsatser och rekommendationer

8.1 Geoteknik

För befintliga förhållanden bedöms stabilitetsförhållandena med avseende på geoteknik vara tillfredsställande.

Vid byggnation på lermark kan marken belastas med upp till 60 kPa i form av t.ex. uppfyllnad eller hus utan att risken för stabilitetsbrott blir otillfredsställande. I övrigt behövs inga restriktioner avseende stabilitet.

Om byggnation ska ske inom området som består främst av lera kommer sannolikt långtidssättningar utvecklas p.g.a. tillskottslasten. Före byggnation av sättningkänsliga byggnader/anläggningar på lera behöver i projekteringskedet kompletterande fältgeotekniska undersökningar samt en sättninganalys utföras för att kunna bedöma sättningarnas storlek. Inom det aktuella området kommer grundläggning av sättningkänsliga byggnader/anläggningar troligtvis erfordra lastkompensation eller plintar/pålar beroende på lermäktigheten, dess variationer och lerans sättningsegenskaper.

Inom området finns en VA-ledning som kan vara sättningkänslig. Vid belastning av marken ovanpå denna ledning finns det en risk att skadliga sättningar utvecklas som kan påverka ledningen och eventuellt kan åtgärder för att undvika detta, t.ex. lastkompensation komma att behövas. Detta bör tas hänsyn till i projekteringskedet.

Schaktning under befintlig grundvattenyta (dränering, VA-schakter etc.) bör utföras på sådant sätt att en grundvattensänkning inte sker då detta kan medföra långtidsbundna sättningar.

Befintliga grundvattenrör bör fortsättningsvis mätas kontinuerligt inför exploatering av området för ökad kännedomen om grundvattensituationen i området. För vidare utredning av sättningsförhållandena rekommenderas att det utöver laboratorieförsök av lerans sättningsparametrar även installeras portrycksmätare i leran.

8.2 Bergteknik

Detaljplaneområdet består delvis av mjuka, låga kullar som är helt stabila och kan lämnas utan åtgärd (område 1, 2, och 3). Område 4 och 5 utgör en bergknalle i den östra delen av området. Område 4, den norra delen av bergknallen, behöver ingen annan åtgärd än losstagande av enskilda lösa block i samband med vibrationsarbeten. Område 5 däremot, den södra delen av bergknallen, har lösa block som behöver åtgärdas snarast, oavsett om sprängning ska ske eller ej i området. Eftersom slänten är så instabil bedöms också att risk för ras vid pålningsarbeten inte kan uteslutas (se dock kapitel 9).

Detaljplaneområdet gränsar också till en brantare bergslänt i väst (område 6) upp mot de centrala delarna av Biskopsgården. Denna slänt utgör ingen risk för blocknedfall in mot detaljplaneområdet och kan därför också lämnas utan åtgärd.

Risakanalys sprängning

I områdets östra del finns en bergknalle som utretts avseende förutsättningar för sprängning inför byggnation av en ny infartsväg i området (område 4 och 5). Riskanalysen gällande sprängningsarbeten på visar att endast mycket låga vibrationsnivåer kan tillåtas. Beräknat V_{10} är 13,5 mm/s och då avstånden till de närmaste husen är kort kommer losstagningen av berget att bli komplicerad.

Område 4 som utgör den norra delen av bergknallen behöver ingen åtgärd utom losstagande av enskilda lösa block i samband med sprängning. Område 5, som utgör södra delen av bergknallen, behöver åtgärdas. Slänten har instabila, stora block som behöver tas bort alternativt säkras. Detta bör ske oavsett om sprängning ska utföras eller ej, särskilt eftersom slänten vetter mot en förskola.

9. Revidering med komplementär information 2012-01-13

Efter att rapporten levererades 2011-10-24 har slänten i område 5 åtgärdats (PM 2011-12-27 Dnr 0281/10 "Långströmsparken, åtgärder i slänt i anslutning till förskola") av Park och naturförvaltningen. Slänten har rensats på block och bergsdelar har bultats. Bultningen kommer att besiktigas 1 gång per år. De rasrisker som beskrivs i rapporten (7.5 och 8.2) föreligger alltså inte längre.

Kapitel 7.7 "Förutsättningar för bortsprängning av berg" beskriver en sträckning av en planerad ny infartsväg till området. Denna sträckning av vägen är inte längre aktuell, vilket meddelades vid ett möte på Fastighetskontoret den 24 oktober.

Revidering 2013-02-19 avser ett förtydligande gällande att borttagning av enstaka lösa block i område 4 gäller vid vibrations- och sprängningsarbeten.