

BERGTEKNIK – NACKA STRAND DP6

Granskningskopia

2024-06-07

Uppdrag: 340306 Markundersökning Nacka Strand DP6
Titel på rapport: Bergteknik – Nacka Strand DP6
Status: Slutrapport
Datum: 2024-06-07

Medverkande

Beställare: Nacka 9 AB
Kontaktperson: Beatrice Robbe
Konsult: Tyréns Sverige AB
Handläggare: Kristoffer Ånäs, Anton Bergholm
Uppdragsansvarig: Leo Mille
Kvalitetsgranskare: Beatriz Machado

Revideringar

Revideringsdatum: 2024-06-14
Version: 1.1
Initialer KÅ

Uppdragsansvarig: Leo Mille

Datum: 2024-06-07

Handlingen granskad av: Beatriz Machado

Datum: 2024-05-27

Innehållsförteckning

PM	1
1 Objekt.....	4
2 Omfattning och syfte	4
2.1 Planerad byggnation	4
3 Utförda undersökningar och metod	6
4 Resultat.....	7
4.1 Observationer	7
4.1.1 Allmänt.....	7
4.1.2 Beskrivning av bergmassan	7
4.1.3 Brottmekanismer och kilanalys.....	9
5 Rekommendationer.....	11
5.1 Geometrisk utformning.....	11
5.2 Bergentreprenadarbeten	13
5.2.1 Bergschaktningsmetoder	13
5.2.2 Uttagsordning och uttagssekvens	14
5.2.3 Omgivningspåverkan	14
5.3 Släntlutningar.....	15
5.4 Grundläggningstryck	16
5.5 Blockutfall och bergras.....	17

1 Objekt

Tyréns har på uppdrag av Nacka 9 AB utfört en ingenjörsgelogisk utredning inom delar av fastigheterna Sicklaön 13:80, 13:81 och 13:139. Berört område ingår i stadsbyggnadsprojekt detaljplan 6 i östra Nacka strand och ägs av Genova och SBB.

2 Omfattning och syfte

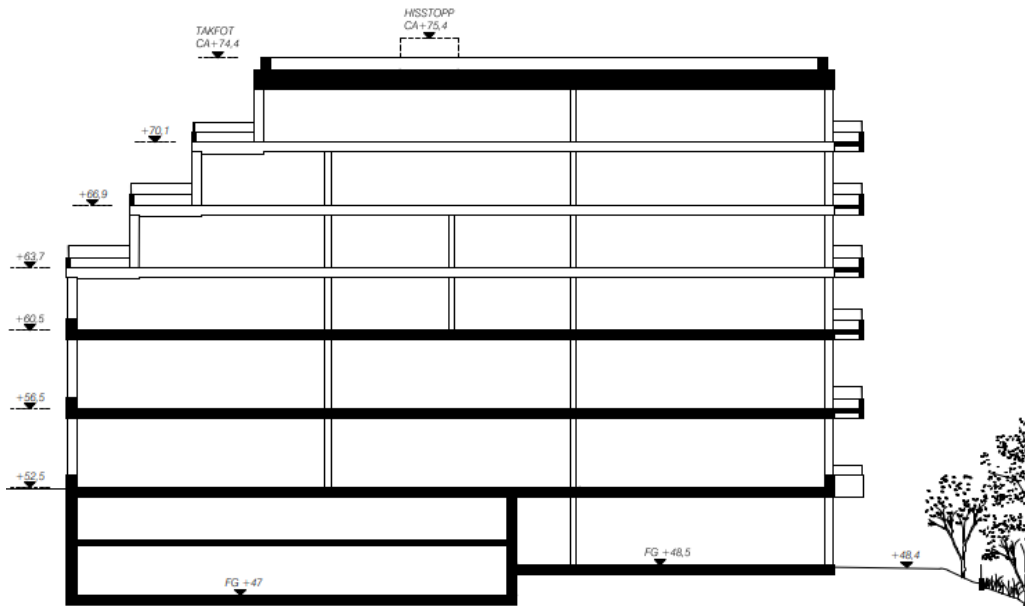
Detta PM omfattar ingenjörsgelogiska undersökningar utförda av Tyréns Sverige AB inom området för den planerade byggnationen. Syftet med utredningen är att redovisa geologiska och bergtekniska förutsättningar, lämpliga metoder för bergschakt och rekommendationer för släntlutningar, tillåtet grundläggningstryck på berg samt eventuella risker kopplat till blockutfall och berggras.

2.1 Planerad byggnation

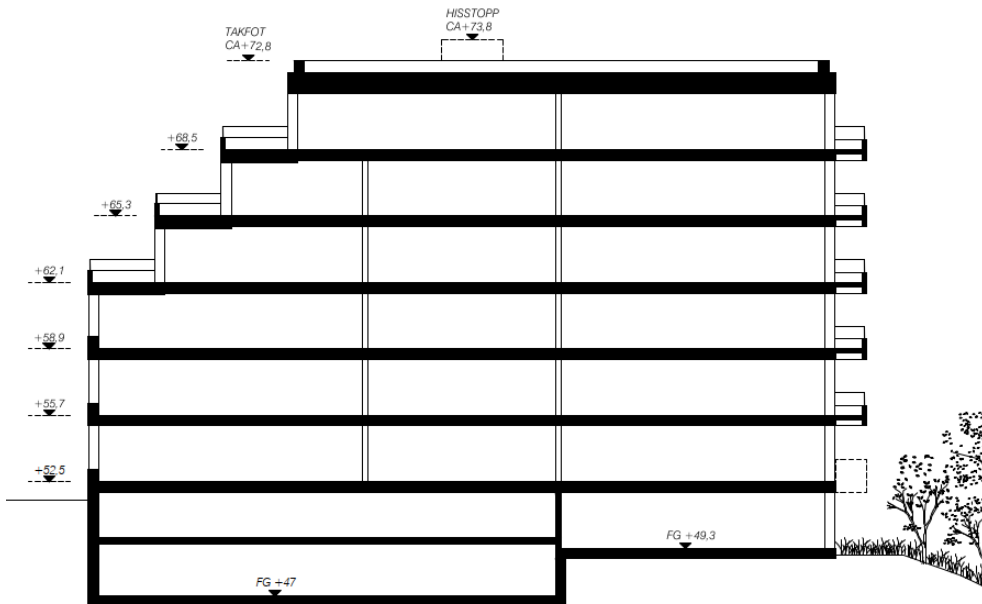
Planerad byggnation består av tre huskroppar (Figur 1). Nivå för färdigt golv är +47,0 och +48,5 för hus A (Figur 2), +47,0 och +49,3 för hus B (Figur 3) och +40,6 samt +47 för hus C (Figur 4). Planerad grundläggningsnivå antas vara drygt 1 m under angivna nivåer för färdigt golv. Preliminära slänthöjder i berg blir därmed maximalt cirka 5,5 m för hus A och samt cirka 6,4 m för hus C.



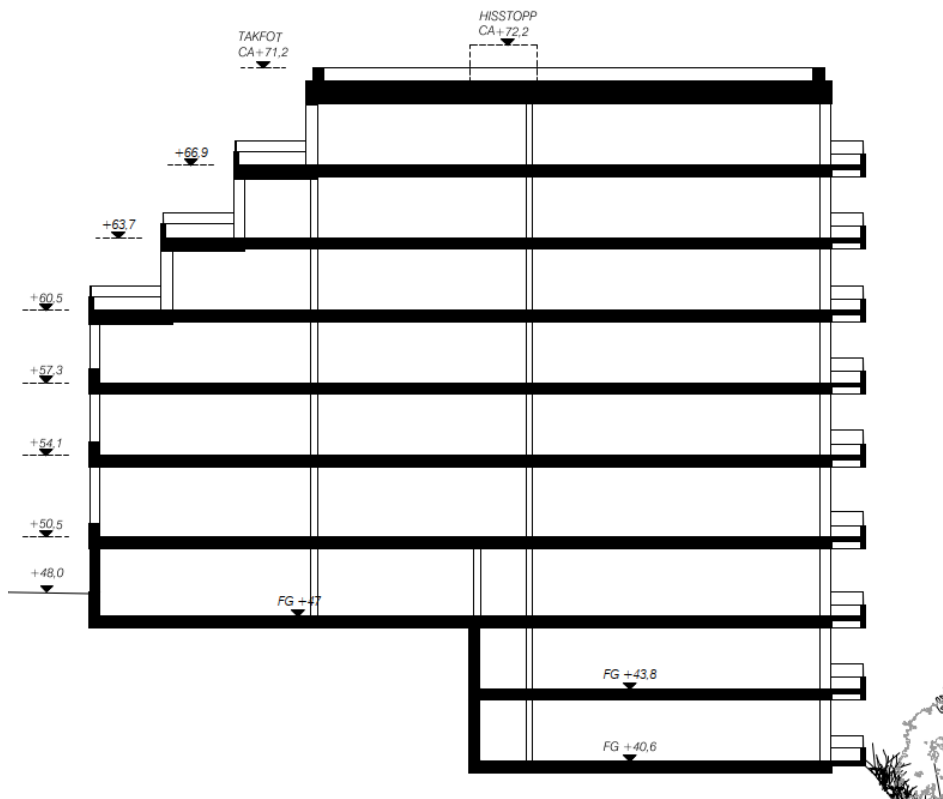
Figur 1: Planskiss över planerade byggnationer, skala 1:400.



Figur 2: Sektion hus A, skala 1:400.



Figur 3: Sektion hus B, skala 1:400.



Figur 4: Sektion hus C, skala 1:400.

3 Utförda undersökningar och metod

Ingenjörgeologisk kartering utfördes 2024-02-29 av Kristoffer Ånäs och Anton Bergholm. Vid karteringen noterades förekommande sprickplan och ingenjörgeologiska parametrar (sprickråhet, sprickomvandling, sprickfrekvens och antal sprickgrupper) enligt Q-systemet (Q-bas) i de fall det var möjligt. Strykning och stupning mättes med kompass enligt högerhandsregeln. Bergarter bestämdes okulärt i samband med karteringen.

4 Resultat

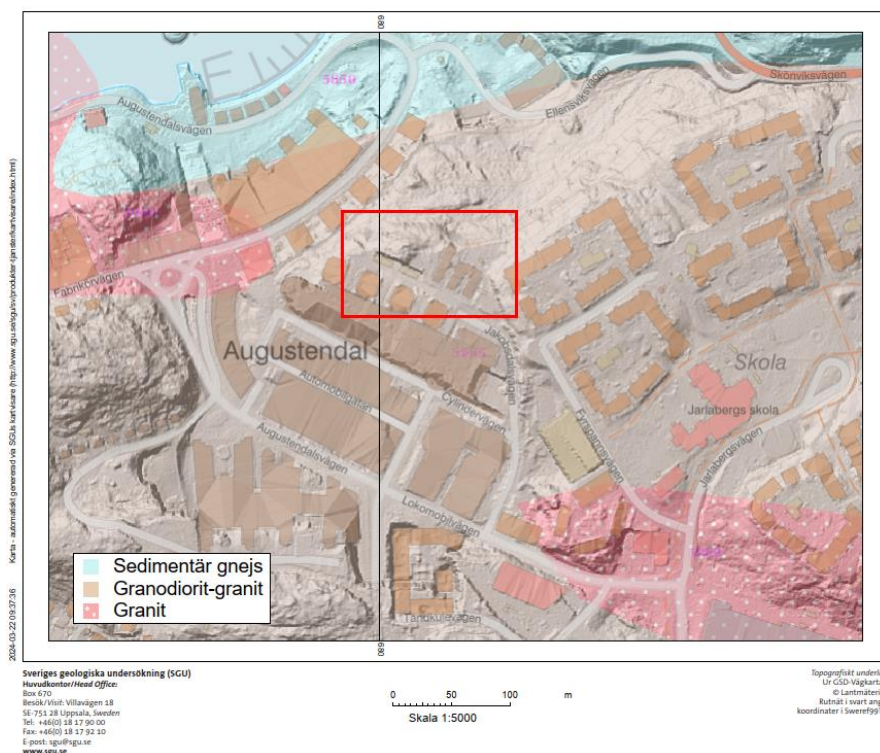
4.1 Observationer

4.1.1 Allmänt

Området består till stor del av rundslipade berghällar. Till väster om lekparken förekommer en bergsknalle som övergår till en bergskärning mot Jakobdalsvägen som är cirka 4 meter hög. Åt motsatt håll sluttar berget brant i nordlig riktning ner mot en skogsdunge. Ytterligare en bergskärning, cirka 1—2 m hög löper längs en gångväg vid flera bostadshus.

4.1.2 Beskrivning av bergmassan

Resultatet av den berggrundsgeologiska karteringen visar att berggrunden i området består av metagranitoida (granitoid gnejs) bergarter vilket överensstämmer med det kartmaterial som inhämtats från SGU (Figur 5). Ytterligare detaljer med avseende geologin går att läsa i *PM Sulfidberg Nacka Strand DP6*.

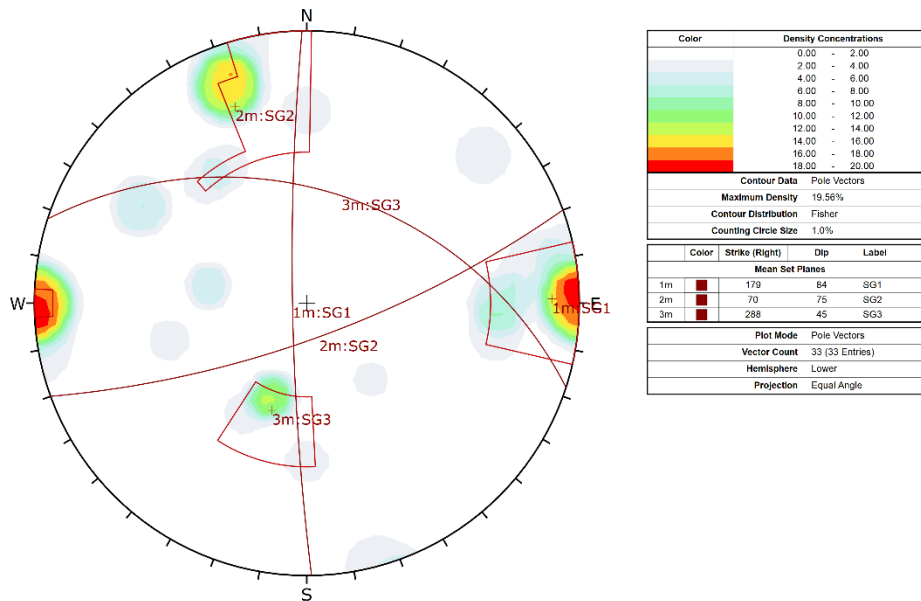


Figur 5: Utdrag från SGU:s kartvisare för berggrund 1:50 000 -- 1:250 000 med det aktuella området inringat i rött.

Bergmassan är generellt storblockig (blockstorlek 0,6 – 2 m) till mycket storblockig (blockstorlek >2 m) (Figur 6). Bergkvaliteten är bra till mycket bra vid ytan, med ett uppskattat Q-bas på cirka 40. Karterade sprickor har generellt en varierande uthållighet på cirka på 3 – 6 m. Insamlad sprickdata är något begränsad och kartering från enbart berg i dagen kan ge en skev bild av förekommande sprickgrupper, med en överrepresentation av subvertikala och subhorisontella sprickplan, vilket syns i Figur 7. Totalt identifierades 3 sprickgrupper som redovisas i ett poldensitetsdiagram (Figur 7). Merparten av sprickorna i området är subvertikala och stryker i sydlig riktning för sprickgrupp 1 och östlig riktning för sprickgrupp 2 (Tabell 1). Den tredje sprickgruppen är flackare och stryker i västlig riktning. Det gick inte att fastställa någon entydig foliationsriktning men kan erfarenhetsmässigt antas vara brant.



Figur 6: Till vänster: schaktad bergskärning vid Jakobdalsvägen, blockig till storblockig. Till höger: Naturlig bergskärning, mycket storblockig, sett från gångvägen i riktning mot söder.



Figur 7: Stereografisk projektion av karterade sprickor och tolkade sprickgrupper (SG1 – SG3). Sprickgrupp 1 och 2 är branta och stryker åt söder respektive öster. Sprickgrupp 3 är flackare och stryker åt väster.

Tabell 1: Strykning och stupning för tolkade sprickgrupper.

Sprickgrupp	Strykning (°)	Stupning (°)
1	179	84
2	70	75
3	288	45

4.1.3 Brottmekanismer

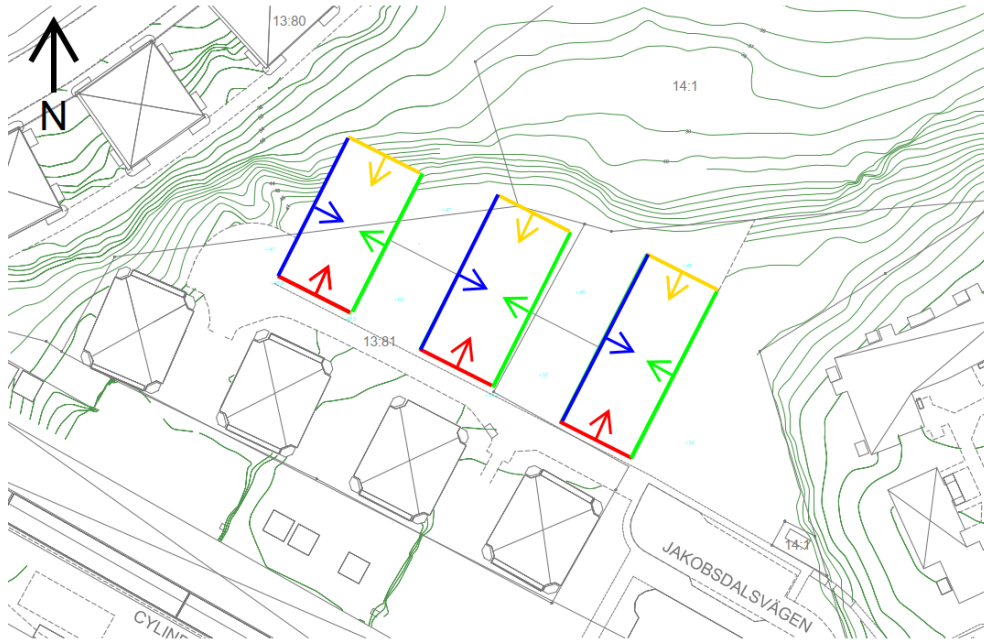
Analys av potentiella brottmekanismer för tilltänkta bergslänter (Figur 8), har gjorts i programmet Dips, resultatet presenteras i Tabell 2.

Sannolikheten för olika brottmekanismer utgår från karterade sprickplan, de teoretiska slänterna och dess lutning: Friktionsvinkeln för sprickplanen och för plant brott samt övertjälpningsbrott den laterala gränsen. Utifrån dessa parametrar kan en kritisk zon anges där sprickplan inom zonen har risk för att gå till brott. Angiven procent utgör andelen inom den kritiska zonen av det totala antalet uppmätta sprickor.

Vanliga strukturella brottmekanismer i berg som kan uppstå:

- Kilbrott, kan ske när två eller fler sprickytor med ogynnsam orientering skär varandra och deras skärningslinje mynnar i eller ovanför släntfoten.
- Överstjälpning, sprickplan som är orienterade ungefär parallellt med slänten med en brant stupning i riktning mot slänten.

- Plant brott, kan ske längs sprickplan som är orienterade ungefär parallellt med slänten med en flackare stupning än släntlutningen.



Figur 8: Principskiss i plan över planerade byggnader. Framtida bergslänter är markerade med färgerna röd, grön, blå och gul. Pilarna visar slänternas teoretiska stupningsriktning.

Tabell 2: Analys av sannolikhet för brott i schaktade bergslänter baserat på identifierade sprickgrupper i området jämfört med slänternas geometri. Friktionsvinkeln antogs vara 30° och den laterala gränsen 20°.

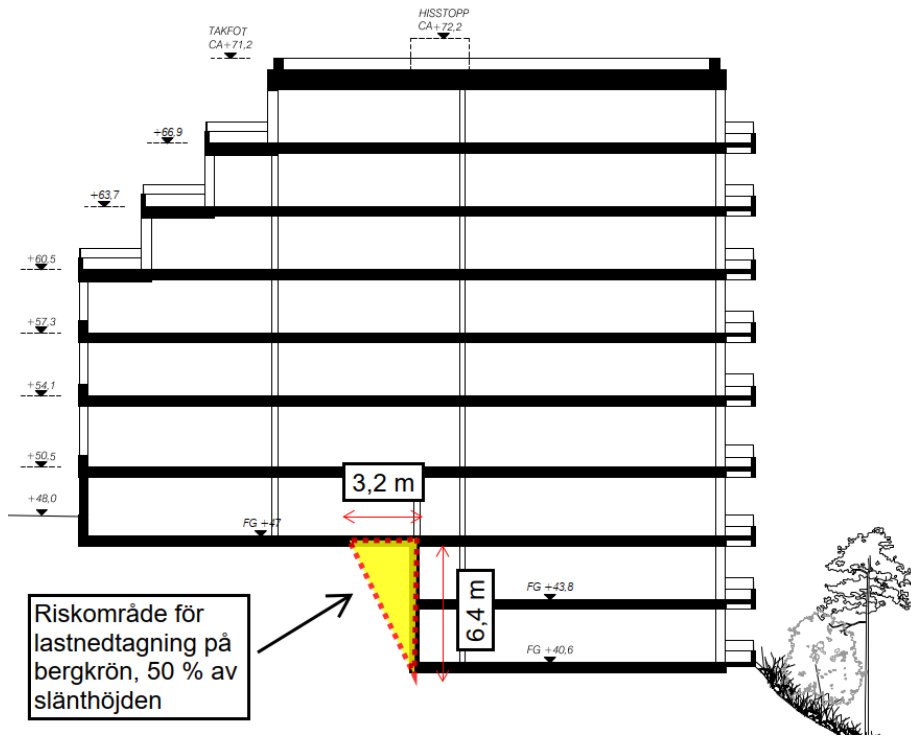
Teoretiska slänter	Brottmekanism	Släntlutning 5:1	Släntlutning 10:1
Röd slänt (Strykning = 295)	Plant brott	9 %	9 %
	Kilbrott	22,5 %	30 %
	Överstjälpling	9 %	9 %
Gul slänt (Strykning = 115)	Plant brott	0 %	0 %
	Kilbrott	23 %	32 %
	Överstjälpling	0 %	0 %
Grön slänt (Strykning = 210)	Plant brott	9 %	9 %
	Kilbrott	23,5 %	27 %
	Överstjälpling	6 %	6 %
Blå slänt (Strykning = 030)	Plant brott	15 %	15 %
	Kilbrott	34 %	45 %

	Överstjälkning	15 %	15 %
--	----------------	------	------

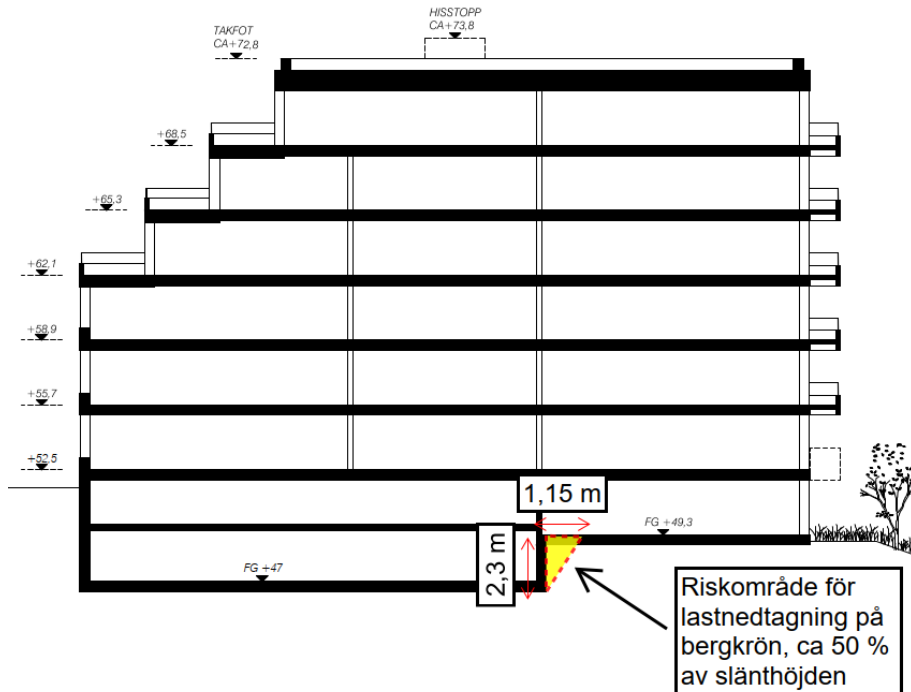
5 Rekommendationer

5.1 Geometrisk utformning

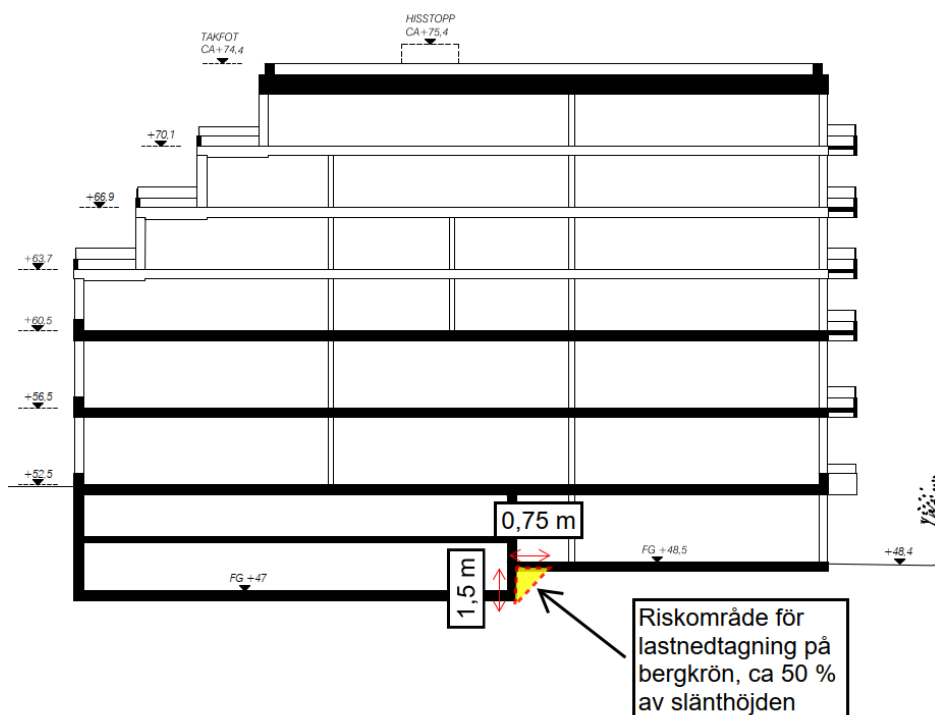
Enligt skiss över planerad byggnation för hus C (Figur 9) planeras grundläggning av byggnaden i två nivåer (FG +47,0 och FG +40,6), vilket skapar en slänt cirka 6,4 m hög. Risker kopplat till denna utformning är bland annat att det vid bergschaktarbeten kan vara svårt att skapa den teoretiska bergkonturen. Så kallad bakåtbrytning kan orsaka utfall i bergmassan så att bergskränet hamnar bakom teoretiskt läge. Vidare innebär utformningen att bergskränet utsätts för grundläggningslaster som kan överstiga bärigheten och orsaka stabilitetsproblem. Som regel bör lastnedtagning inte göras inom ett avstånd som motsvarar cirka 50 % av släntens höjd. Det vill säga om slänten är cirka 6,4 m hög bör grundläggningslaster undvikas inom 3,2 m från bergskränet. Den teoretiska bergkonturen motsvarar de som bildas vid nordöstligt stupande slänter (röda). Ett alternativ för att minska risken för bakåtbrytning samt bevara släntrönen är att installera förförstärkning. Risken förekommer även för hus B och A (Figur 11 och Figur 10) men i det fallet har berghyllan lägre höjd (cirka 1,5 respektive 2,3 m). Den teoretiska bergkonturen motsvarar slänter som bildas vid sydvästligt stupande slänter (gula). Om lastnedtagning förväntas göras inom ungefärligt riskområde enligt Figur 9 - Figur 11 rekommenderas att en bergmekanisk utvärdering görs.



Figur 9: Riskområde för lastnedtagning på bergskrän för hus C, markerat i gult.



Figur 10: Riskområde för lastnedtagning på bergskrän för hus B, markerat i gult.



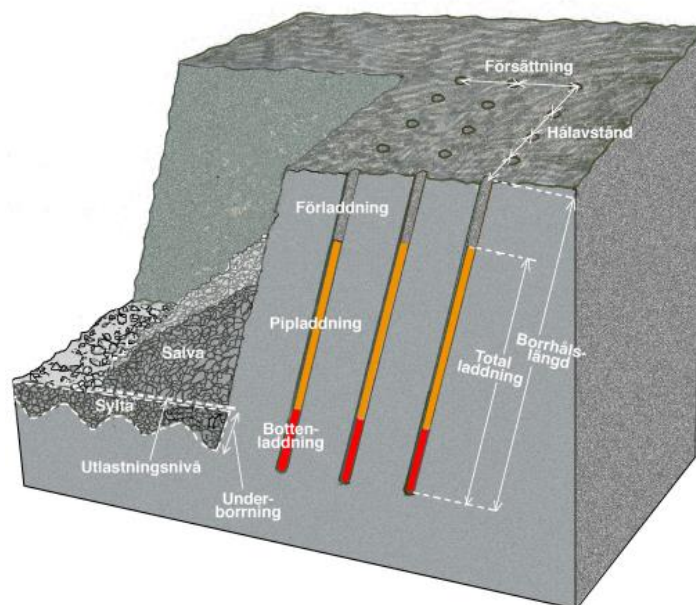
Figur 11: Riskområde för lastnedtagning på bergskrön för hus A, markerat i gult.

5.2 Bergentreprenadarbeten

Bergarbeten inom projektet kommer att utgöras av ovanjordsschakt, utlastning, bergskrotning och förstärkningsarbeten. Arbetena ska utföras med konventionella, beprövade metoder som uppfyller kravställning på den blivande anläggningen.

5.2.1 Bergschaktningsmetoder

Ovanjordssprängning eller öppen bergschakt sker normalt genom så kallad pallsprängning och kan definieras som sprängning av lodräta eller nästan lodräta hål mot en fri yta (Figur 12). Berguttaget kan göras med samtidig sprängning av hål i en eller flera rader. Sprängningen styrs dels av ställda krav på kvarvarande bergslänt och botten, dels av krav på omgivningspåverkan och vibrationer.



Figur 12: Principskiss för pallsprängning i öppet schakt. Figuren är hämtad från Råd inför öppen sprängning i bergtäkter, SBMI.

I de fall där extra höga krav ställs på kvarvarande bergslänter/släntröner eller där hårda vibrationsrestriktioner förekommer kan vajersågning av konturen utföras. Vajersågning är en vanligt förekommande metod där en sågvajer dras eller trycks genom berget beroende på val av metod, s.k. dragande eller tryckande sågning (blind-cut).

Försiktig sprängning är sannolikt den mest tids- och kostnadseffektiva metoden för losshållning. Det utesluter däremot inte att alternativa bergschaktsmetoder kan användas och bör beaktas i detaljprojekteringen.

5.2.2 Uttagsordning och uttagssekvens

När höjden på bergskärningarna överstiger 6 m bör maximalt 5 m av skärningen lastas ur innan syn av bergtekniskt sakkunnig som anvisar eventuell förstärkning på plats. Detta för att underlätta kartering och förstärkningsarbeten.

5.2.3 Omgivningspåverkan

Innan sprängning utförs täcks den laddade bergövertytan med sprängmattor för att förhindra stenkast i samband med sprängning.

I samband med projektering i nästa skede bör en riskanalys enligt SS 460 48 66:2011 tas fram. Rapporten redovisar bland annat gränsvärden för maximalt tillåtna vibrationer för närliggande byggnader och vägar. Alla

sprängningsarbeten ska därefter anpassas för att innehålla kraven i riskanalysen.

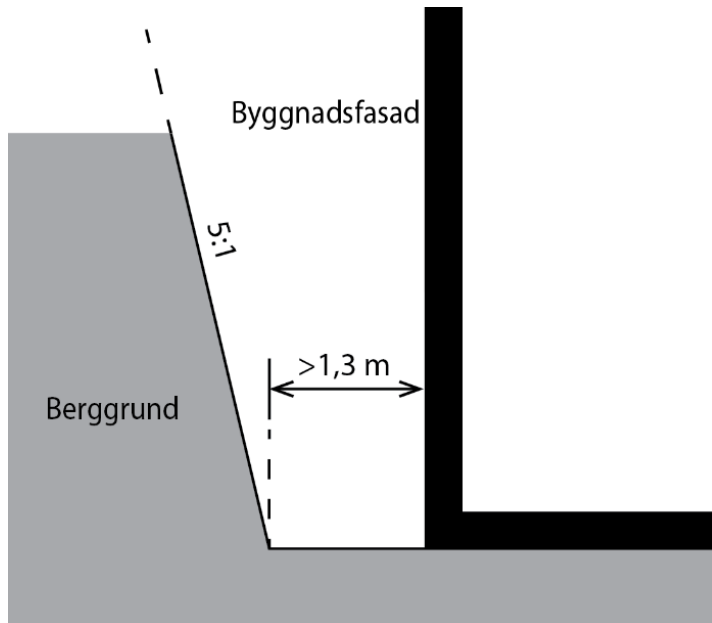
5.3 Släntlutningar

Den geometriska utformningen av bergslänter ska ske med hänsyn till generella principer för god bergmekanisk design, samt den riskacceptans och livslängd som råder i projektet. Bergslänterna måste därmed utformas på sådant sätt att risken för nedfallande berg är försumbar under hela släntens livslängd. I det här fallet är livslängden för slänten synonymt med livslängden för byggnationen.

Släntlutningarna 5:1 och 10:1 har analyserats i programmet Dips. Resultatet visar att en flackare 5:1 lutningen har likvärdig eller lägre sannolikhet för de olika brottmekanismerna jämfört med 10:1 (Tabell 2). Slänter som stupar i sydöstlig riktning (blåa) har högst sannolikhet för de olika brottmekanismerna.

En lutning på 5:1 rekommenderas för samtliga bergslänter. Om det finns utrymme är det även möjligt att ha en flackare lutning på slänten vilket ytterligare ökar stabiliteten. En brantare 10:1 lutning är möjlig om utrymmesbrist kräver det. Det kan dock innebära att en större mängd förstärkning blir nödvändig. Eftersom alla förutsättningar inte är kända ännu kan frågan fortsatt utredas i samband med detaljprojekteringen.

För att underlätta ett säkert och rimligt arbetsutrymme i samband med byggnation rekommenderas ett avstånd på minst 1,3 m mellan basen av bergslänten och den planerade byggnadsfasaden, Figur 13.



Figur 13: Ett minsta avstånd på 1,3 m rekommenderas mellan basen av bergslänten och den planerade byggnadsfasaden.

5.4 Grundläggningstryck

Baserat på den geologiska och bergtekniska fältundersökningen klassificeras berget som bergtyp 1 baserat på enkel undersökning, Tabell 3. Detta innebär att grundläggningslasten kan dimensioneras för ett grundtryck på maximalt 3 MPa om grundläggning sker direkt på fast berg givet att bergytan inte lutar mer 1:2, med undantag för identifierade riskområden vid hus A, B och C (Figur 9 - Figur 11) där ytterligare utvärdering av bergmekaniskt sakkunnig fordras. För fast lagrad bottenmorän ska dimensionerade grundtryck, q_b , sättas till högst 0,6 MPa. Godkänd grundläggningslast fordrar att förutsättningarna bekräftas av bergsakkunnig genom okulär syn av bergschaktbotten efter schakt.

Tabell 3: Dimensionerande grundtryck, q_b , för plattor på berg. Tabellen är baserad på tabell 38.13 i TSFS 2018:57.

Bergtyp	Enkel undersökning ¹	Avancerad undersökning ²
1	3 MPa	10 MPa
2	1 MPa	4 MPa
3	0,5 MPa	2 MPa

¹ Omfattar fastställande av bergart och kontroll av bergyta genom besiktning eller bergsondering.
² Innebär att bergets kvalitet verifieras av bergmekaniskt sakkunnig person genom inspektion av grundläggningsytan samt vid behov bedömning av representativa borkärnor och resultat av vattenförlustmätning.

5.5 Blockutfall och bergras

En förenklad riskbedömning med avseende på blocknedfall och bergras enligt Statens geotekniska instituts riktlinjer (SGI) har utförts. Identifierat riskområde för blockutfall redovisas i form av en översiktskarta i Figur 14 och bilder i Figur 15 och Figur 16. Bergslänten är naturlig förutom nedersta delen (cirka 1 m) som är schaktad. En del lösa block syns vid foten av slänten (Figur 16), dessa kan vara från utfall i slänten eller lämnats kvar från tidigare schaktarbeten i området. Sly som växer i slänten kan ha negativ inverkan på stabiliteten genom rotsprängning som utvidgar sprickor och lossgör block. Slänten bedöms dock som långsiktigt stabil utan åtgärder. Orsaken till att det bedöms som ett riskområde är att ett riskobjekt i form av bostadshuset befinner sig inom ett teoretiskt utfallsområde för slänten (cirka 30 grader från horisontalplanet). Planerade byggnationer inom ramen för denna undersökning ligger utanför det bedömda riskområdet och innebär ingen förvärring av risken. Övriga närliggande slänter utgör ingen risk då det inte förekommer riskobjekt inom teoretiskt utfallsområde.



Figur 14: Riskområde för bergutfall. Karta från Lantmäteriet.



Figur 15: Riskområde för blockutfall. Bild tagen från Google Maps.



Figur 16: Riskområde för blockutfall. Bild tagen från Google Maps. Lösa block (röd cirkel) som eventuellt kan ha lossnats och ansamlats vid släntens fot.