
RAPPORT

RÖDKULLEN PANORAMA AB

Detaljerad utredning av stabilitets- och avrinningsförhållanden i Rödkullen, Jämtlands län

UPPDRAGSNUMMER 5473098000



RAPPORT

2017-11-30

SWECO ENERGIDE AB
STRÖMNINGSTEKNIK OCH DAMMAR

DANIEL SJÖSTEDT
PIERRE-LOUIS LIGIER
GRANSKNING : PER ÖHRNER

Innehållsförteckning

1	Uppdragets syfte och omfattning	3
2	Bakgrund	4
2.1	Allmänt	4
2.2	Planerad bebyggelse	5
2.3	Erosion och slamströmmar	5
3	Fältundersökningar	6
3.1	Tidigare undersökningar	6
3.2	Omfattning av utförda fältundersökningar	6
3.3	Inventering	6
3.4	Resultat	7
4	Allmän beskrivning	8
4.1	Områdets geologi och topografi	8
4.1.1	Delområde 1	10
4.1.2	Delområde 2, övre del av moränsluttning	11
4.1.3	Delområde 3, mellersta del av moränsluttning	12
4.1.4	Delområde 4, nedre del av moränsluttning med raviner med vegetation	13
4.2	Områdets nederbörd och hydrologi	14
4.3	Beskrivning av Buustabäcken	17
4.4	Beskrivning av Västra och Östra Högenbäcken	17
4.5	Beskrivning av Englandsbäcken	18
4.6	Beskrivning av Bergebäcken	19
5	Ras och skred	21
5.1	Stabilitetsberäkningar	21
5.2	Ovan planerade exploateringsområden	22
5.3	Nedan/inom planerade exploateringsområden	23
5.4	Beräkningar	24
5.4.1	Beräkningsmodell	24
5.4.2	Jordmodell och grundvatten	24
5.5	Resultat	26
5.5.1	Ovanför planerade exploateringsområden	26
5.5.2	Nedan/inom planerade exploateringsområden	26
5.6	Känslighetsanalys	27
5.6.1	Englandsbäcken	27
5.6.2	Sektion D	28

5.6.3	Sektion E	28
6	Slamströmmar	29
6.1	Allmänt	29
6.2	Historik	30
6.2.1	Allmänt	30
6.2.2	Högflödessituation 2010	31
6.3	Beräkningar	32
6.3.1	Dimensionerande flöden och flödesvägar	32
6.3.2	Beräkning av transportkapacitet	35
6.3.3	Beräkning av tillgänglig mängd jordmaterial längs bäckarna	37
6.4	Resultat	37
6.4.1	Transportkapacitet i konfigurationen före exploatering	37
6.4.2	Påverkan av exploatering på transportkapaciteten	39
6.4.3	Tillgänglig mängd jordmaterial längs bäckarna	39
6.5	Bedömningar om risken för slamström	42
7	Erosion av naturlig mark	44
7.1	Metodik	44
7.2	Resultat	45
8	Rekommendationer för åtgärder och förstärkning	47
9	Referenser	49

Bilagor

- Bilaga 1 Markteknisk undersökningsrapport (MUR)
- Bilaga 2 Stabilitetsberäkningar ovan området
- Bilaga 3 Stabilitetsberäkningar inom området, slänter och raviner
- Bilaga 4 Begränsningslinjer avseende skredrisk för planområdet
- Bilaga 5 Kartor bottenskjuvspänning

1 Uppdragets syfte och omfattning

På uppdrag av Panorama AB har Sweco utfört en detaljerad ras och skredutredning med tyngdpunkt på benägenheten för moränskred och slamströmmar inom Rödkullens skidområde i Åre. Syftet med utredningen är att klarlägga områdets förutsättningar för moränskred och slamströmmar, stabilitetsförhållanden, avrinnings- och dräneringsförhållanden samt att utreda behovet av preventiva åtgärder. Utredningen syftar även till att ta fram restriktioner mot förändring av befintliga avrinnings- och dräneringsförhållanden inom området och strategier/styrning av framtida bygglovsgivning.

Det bör noteras att Sweco har också utfört en avrinningsutredning vars resultat används även inom syftet av denna rapport, "Detaljerad utredning av avrinningsförhållandena vid Rödkullen" (2017-11-14).

Tidigare utredningar inom området har arbetats in i aktuell utredning. Detta gäller följande utredningar:

- Översiktlig geoteknisk undersökning, Rödkulleprojektet i Åre, Sweco Östersund, 2012-09-28.
- Översiktlig dagvattenutredning för Rödkulleprojektet. Flödesförutsättningar och förslag till LOD-åtgärder. Sweco Östersund, 2012-12-21.
- Skrivbordsstudie Rödkullen. Sweco Östersund, 2014-11-21.

Delar av utredningen har utförts i fält. Dels genom kartering av området, inventering av spår efter skred och slamströmmar samt genom geotekniska undersökningar med borrhandsvagn.

Föreliggande rapport ska utgöra del i detaljplanen för Rödkullens fritidsområde Östra Ullådalen, område 1 till 7.

Uppdragsorganisation hos Sweco är:

- Handläggning: Daniel Sjöstedt, Fredrik Johansson och Carl Hellblom
- Uppdragsledning: Pierre-Louis Ligier
- Granskning: Per Öhrner
- Tekniskt stöd: Karin Lundström, SGI (Statens geotekniska institut)

Fotografier är tagna av Fredrik Johansson, Carl Hellblom eller Daniel Sjöstedt om inget annat anges.

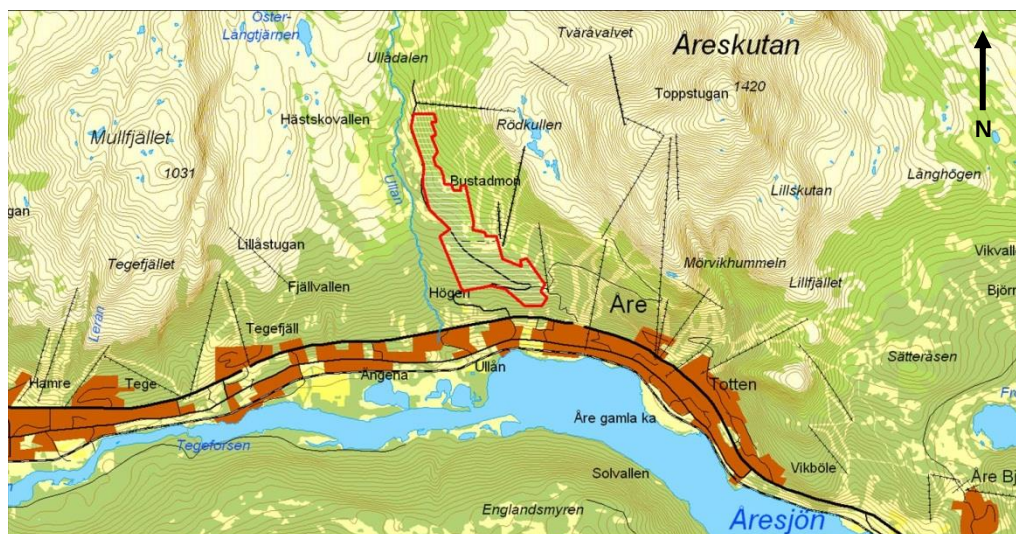
2 Bakgrund

2.1 Allmänt

Aktuellt planområde ligger i Ullådalen mellan Åreskutan och Mullfjället, cirka 4 km nordväst om Åre centrum. Området är cirka 115 ha stort och sträcker sig utefter Rödkullen på Ullådalens östra sida. Områdets sträckning är i nord-sydlig riktning med sin början strax norr om Ullådalsvägens serpentinekurva och avslut söder om skidnedfarten Ullådraget.

I området finns idag en del befintlig bebyggelse, däribland Rautjoxa värdshus och Buustamons fjällgård men även en del privata fritidsbostäder. Det flesta av fritidsbostäderna är belägna i Buustamo-området. Ovanför och runtomkring projektområdet ligger skidnedfarter och liftar, bland annat Ullådalstugan med Ullådraget och Långsvängen samt Rödkulleliftarna med Rödbacken och Rödbrenten. Därutöver ligger även Bräckeiparken med dess nedfarter strax öster om projektområdet, se Figur 2-1.

Inom Rödkulleområdet planeras ett nytt större exploateringsområde. Förutom den befintliga bebyggelsen planeras det för ny bebyggelse av fritidshuskaraktär av varierande typ (en- och tvåbostadshus samt flerbostadsvillor). I områdets centrala del, vid Rödkullens centrum, planeras också för större byggnader med flera lägenheter och servicebyggnader samt parkering.



Figur 2-1. Orienteringskarta med planprogrammet markerat i rött (karta från Åre kommun)

2.2 Planerad bebyggelse

Bebyggelse som planeras inom området är framförallt fritidshusbyggnader av en- eller tvåbostadshus eller flerbostadsvillor. I de centrala delarna kring Rödskullens centrum planeras högre flerbostadshus.

Enligt den geotekniska undersökning som utförts (Sweco 2012) kan planerade byggnader grundläggas på konventionella sätt utan grundförstärkning. Dock rekommenderas, på grund av områdets karaktär och närheten till berg, att schaktarbeten begränsas vilket lett till att den mesta bebyggelsen planeras att grundläggas på pålar/plintar som borrar till berg.

2.3 Erosion och slamströmmar

Slamströmmar är vanligt förekommande i den svenska fjällvärlden, i huvudsak där bäckar eller åar rinner längs branta sluttningar eller i ravinformationer, men förekommer också utanför fjällvärlden. Slamströmmar kan även uppstå i branta moränslänter.

I Åredalen är erosion en naturlig företeelse. Incidenter som ras, skred och slamströmmar sker med jämna mellanrum. Ett flertal stora skred med efterföljande slamströmmar inträffade 2010 där flera vägar och järnvägen skadades och delvis spolades bort. Skredmassor deponerades på vägar och andra ytor, bland annat i Åre by. Även byggnader skadades och översvämmades.

En annan större händelse är slamströmmen i Ånn som inträffade den 30 juli 2006. En nära 8 m hög järnvägsbank och en lika hög vägbank för E14 strax väster om Ånn i Åre kommun spolades bort vid ett kraftigt regn. Inga personer skadades, men kostnader för återställning och konsekvenser för fordons- och tågtrafiken blev betydande. Det kraftiga regnet medförde att bäcken uppströms E14 drog med sig jord, sten, block och träd och skapade därmed stor förödelse längs sin väg ner mot väg- och järnvägsbanken.

3 Fältundersökningar

3.1 Tidigare undersökningar

Geotekniska fältundersökningar har utförts för planområdet under 2012, dessa undersökningar omfattade större delen av det tänkta planområdet och fokuserade i huvudsak på geotekniska förhållanden för byggnation och grundläggning.

Resultaten från den utredningen har dock legat som grund till bedömningar som gjorts i denna rapport. Rapporten som helhet finns bilagd som bilaga 5, *Översiktlig geoteknisk undersökning, Rödkulleprojektet i Åre, Sweco 2012-09-28*.

3.2 Omfattning av utförda fältundersökningar

En fältkartering av aktuellt område har utförts av Rickard Olofsson, Carl Hellblom och Fredrik Johansson, Sweco, 2015. Syftet med karteringen var att få en uppfattning om områdets förutsättningar för ras och skred samt för att skaffa underlag till kommande detaljerade geotekniska undersökningar. En kompletterande inventering av förutsättningarna för slamströmmar har även utförts under sommaren 2016 av Daniel Sjöstedt, Sweco.

De geotekniska undersökningarna syftade till att undersöka jordarter, jorddjup, jordens beskaffenhet och geohydrologiska förhållanden. Eftersom det sedan tidigare har utförts undersökningar inom planområdet har dessa undersökningar utförts ovan och nedan aktuellt planområde.

3.3 Inventering

Samtliga bäckar och dess avrinningsområde har karterats för att skaffa underlag för bestämning av förutsättningarna för skred och slamströmmar samt den volym jordmassor som kan transporteras med en eventuell slamström vid högvattenflöde. Följande bäckar har studerats mer i detalj (se Figur 4-8 Identifierade bäckar (källa: fältinventering Sweco Environment AB).Figur 4-8):

- Buustabäcken
- Västra Högenbäcken (nedre del av Buustabäcken)
- Östra Högenbäcken (nedre del av Buustabäcken)
- Englandsbäcken
- Bergebäcken

Förutom bäckarna och deras avrinningsområden har följande områden studerats i fält

- Skidvägen till Rödkullen
- Samtliga backar i området

Inventeringen har utförts utifrån metoder i "Stability and run-off conditions – Guidelines for detailed investigation of slopes and torrents in till and coarse-grained sediments", SGI

Report 68 och "Översiktlig kartering av stabilitets- och avrinningsförhållanden i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord", Räddningsverket 2007.

Topografiska förhållanden har studerats utifrån kriterier i Figur 3-1 enligt (Räddningsverket, 2007). Enligt föreslagen metod finns förutsättningar för initialscred eller slamström i plana slänter där marklutningen är brantare än 17°. En karta med lutningsklasser redovisas i Bilaga 1 (MUR).

Förutsättningar för initialscred eller slamström i plan slänt	Lutning $>17^{\circ}$
Förutsättningar för transport och avlagring av grovkornig och finkornig jord genom progressivt skred, jordlavin och slamström	$10^{\circ} < \text{lutning} < 17^{\circ}$
Förutsättningar för avlagring av vattentransporterat material främst grus, sand, silt, ler	$2^{\circ} < \text{lutning} < 10^{\circ}$
Plan mark inom bedömt område.	$0^{\circ} < \text{lutning} < 2^{\circ}$

Figur 3-1. Kriterier för bedömning av topografiska förutsättningar för skred och slamströmmar (Räddningsverket, 2007)

3.4 Resultat

Observationer under karteringen finns redovisade i tillhörande markteknisk undersökningsrapport (MUR) daterad 2015-02-27 reviderad 2017-06-14.

Geotekniska undersökningar har utförts med borrhandsvagn och resultat av dessa finns redovisade i Markteknisk Undersökningsrapport (MUR), daterad 2015-02-27 reviderad 2017-06-14.

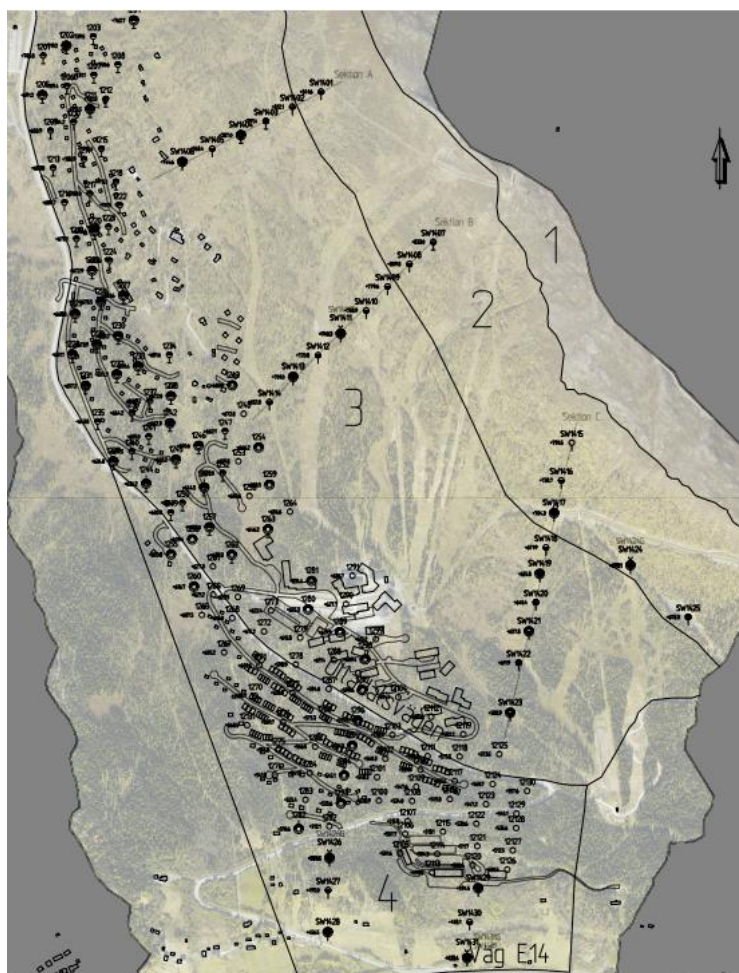
4 Allmän beskrivning

Allmänna beskrivningar av området och bäckarna inom området har tagits fram från geotekniska undersökningar, fältinventering, topografiska kartor, flygbilder och jordartskartor.

4.1 Områdets geologi och topografi

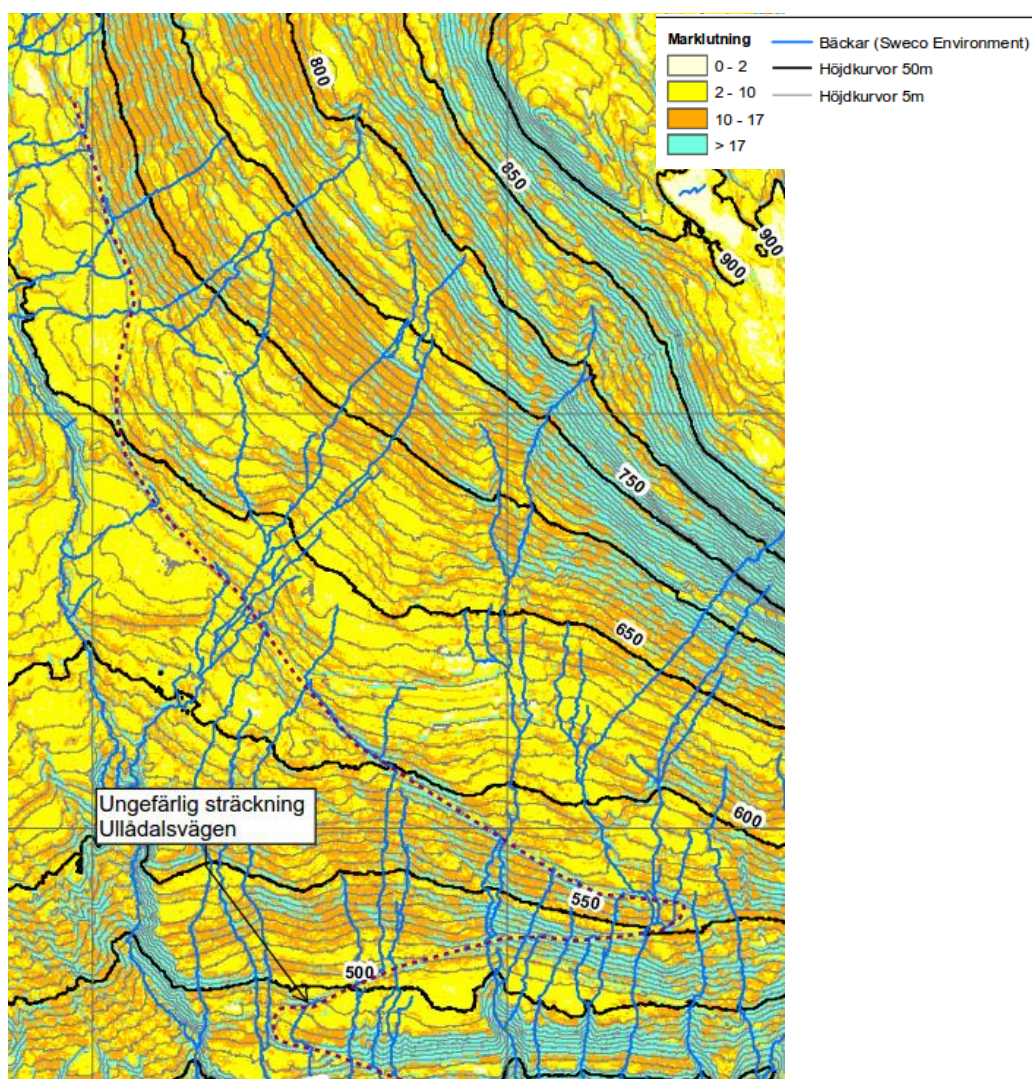
Enligt SGU:s jordartskarta består området främst av finkornig morän. Inom planområdet består marken till stor del av omväxlande morän och berg. Ovanför planområdet påträffas partier med torv samt partier med omväxlande torv och morän.

För en generell beskrivning av områdets geologi utifrån kartor och fältbesök har det delats in i 4 områden med liknande karaktär, se Figur 4-1. I figuren framgår även en sammanställning av de geotekniska undersökningspunkter som totalt utförts inom området.



Figur 4-1. Översikt över delområden i beskrivning av områdets geologi

En översiktsbild över lutningsförhållandena inom området kan ses i Figur 4-2 och är kopplade till beskrivningarna av delområdena som visas i Figur 4-1. Lutningsintervallen som presenteras har hämtats från *Översiktlig kartering av stabilitets- och avrinningsförhållanden i raviner och slänter i morän och grov seimentjord, Räddningsverket 2007*, se även Figur 3-1.



Figur 4-2. Lutningsförhållanden inom området, lutningsintervall från Räddningsverket 2007

4.1.1 Delområde 1

Område 1 utgörs främst av kalfjäll med en del branta partier. Markytan varierar i nivå mellan ca +810 och +935. De högsta nivåerna finns i norra delen av området vilket faller mot sydväst. Lutningen ligger i huvudsak mellan 2-10°, ställvis finns brantare områden där lutningen är mer än 17°.

Området består av berg i dagen eller ytnära berg, inga nämnvärda jorddjup finns.

Där vegetation finns i området består den i huvudsak av gräs, mossor och lav. Uppskattningsvis täcks 50 % av områdets yta av vegetation, i övriga delar går berget i dagen.



Figur 4-3. Delområde 1

4.1.2 Delområde 2, övre del av moränsluttning

Område 2 utgörs främst av fjällbjörkskog i relativt brant sluttning. Markytan varierar i nivå mellan ca +650 och +810. Områdets markyta lutar i huvudsak mer än 17°, de allra brantaste partierna finns i södra delen.

Vegetationen består främst av björk, fjällbjörk, buskar och gräs. I pisterna växer i huvudsak gräs och sly.

Utförda geotekniska undersökningar visar på att marken främst består av morän med olika sammansättningar av silt, sand och grus. Moränen bedöms i huvudsak ha mycket låg till låg relativ fasthet ned till ca 1 m djup, därunder är den medelhög till hög.

Sonderingsstopp har inträffat ca 0,5-2,5 m under befintlig markyta. I huvudsak har sonderingarna drivits till stopp mot block eller berg.

Kontroll av grundvattennivå är utförd i en punkt (SW1424G) i områdets sydöstra del. Vid mätningstillfällena har nivån legat ca 1 m under befintlig markyta.



Figur 4-4. Delområde 2

4.1.3 Delområde 3, mellersta del av moränsluttning

Område 3 utgörs främst av skog och pister i flackare sluttning än i område 2. Huvudsaklig del av markytan i området lutar mindre än 17°, mindre utbredda enstaka brantare partier som lutar mer än 17° finns. Markytan varierar mellan ca +550 till +830 i nivå.

Vegetationen i området består främst av björk, fjällbjörk, gran, buskar och gräs. Ställvis finns även områden med grunda myrar. I pisterna växer i huvudsak gräs och sly.

Huvudsaklig del av området täcks av ett upp till ca 1 m organiskt ytskikt av främst mullhaltig jord, växtdelar och torv. Under ytskiktet finns främst morän av sandig och siltig typ. Jorden bedöms ha mycket låg till låg relativ fasthet ned till mellan 0,1-2,0 m under befintlig markyta. Därunder är den relativa fastheten medelhög till hög.

Utförda sonderingar har i huvudsak drivits till stopp mot block eller berg. Stoppen har inträffat ca 0,5-7,5 m under befintlig markyta. De största jorrdjupen finns i områdets nedre del, strax öst om Ullådalsvägen.

Grundvattennivåer är mätta i en punkt (SW1411G) i områdets mellersta del. Uppmätta nivåer ligger ca 0,3 m under befintlig markyta.



Figur 4-5. Delområde 3

4.1.4 Delområde 4, nedre del av moränsluttning med raviner med vegetation

Område 4 utgörs i huvudsak av skog och ängsmark. Närmare 50 % av området består av branta sluttningar med en lutning på mer än 17°. Markytan varierar i nivå mellan ca +415 och +630.

Genom områdets mellersta del går Engelsbäcken i nord-sydlig riktning. I nedre halvan av området går bäcken i en djup ravin.

Områdets vegetation består främst av björk, gran, buskar och gräs.

Ytskiktet är upp till ca 1,3 m mäktigt och består främst av vegetation, mulljord som ställvis är siltig/sandig och torv. Ytskiktet underlagras främst av morän som är lerig, siltig och/eller sandig. Moränen har mycket låg till låg relativ fasthet ned till ca 1-2 m under befintlig markyta, därunder är den medelhög till hög.

Utförda undersökningar har stoppat eller avslutats ca 0,2-15,5 m under befintlig markyta. De största jorddjupen har påträffats i södra delen av området, ca 300 m norr om väg E14.

Grundvattennivåer är mätta i två undersökningspunkter (SW1426G och SW1431G). Vid måttillfällena har nivåerna legat ca 0,5-1,8 m under befintlig markyta.

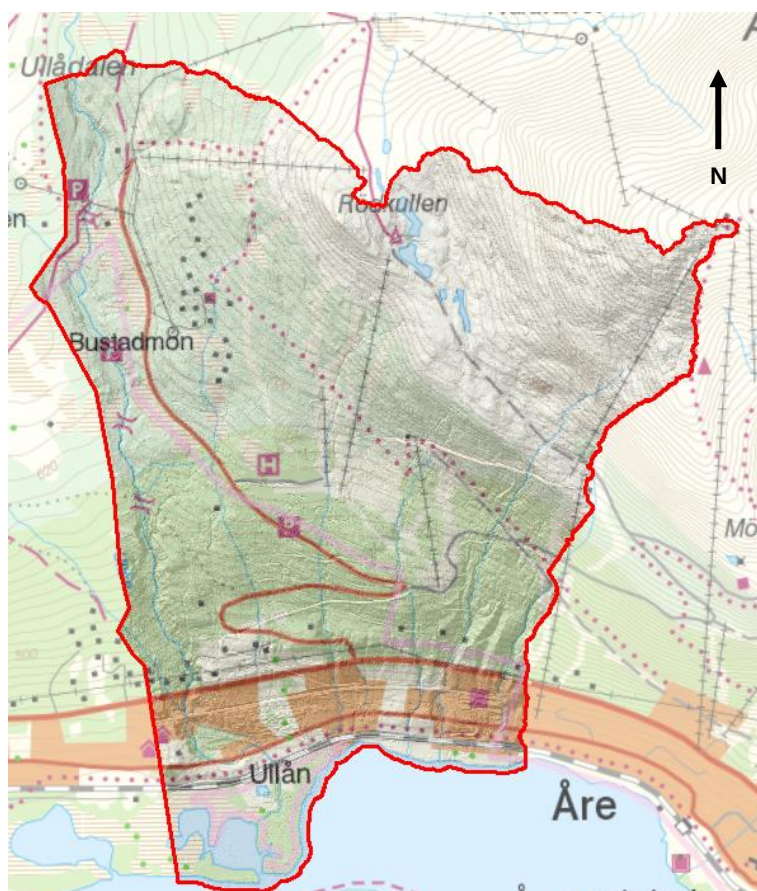


Figur 4-6. Delområde 4

4.2 Områdets nederbörd och hydrologi

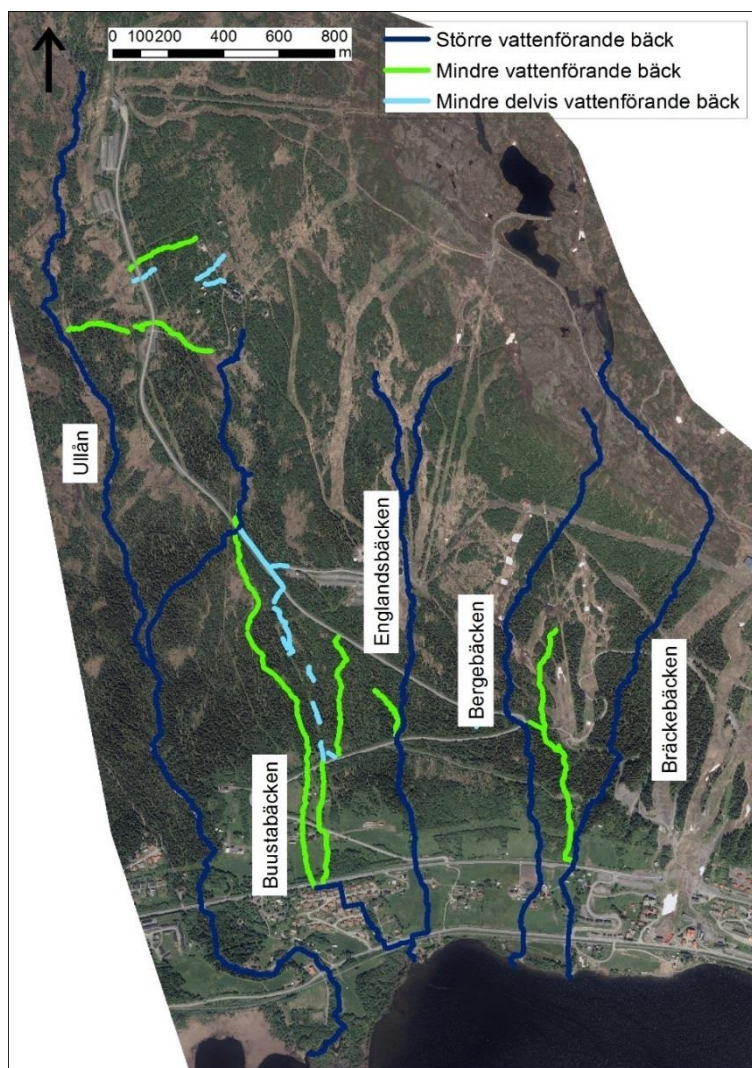
En detaljerad utredning av avrinningsförhållanden inom projektområdet utförs separat. Denna utredning baseras på en s.k. skyfallsmodell. En skyfallsmodell är en tvådimensionell hydraulisk modell som beskriver marktopografin med högupplösning på vilken simuleras avrinning på grund av nederbörd och infiltration i de olika markanvändningsområdena.

Modellområdet sträcker sig över Ullåns vänstra strand mellan Åresjön upp till Åreskutan, se Figur 4-7. Det totala modellområdet täcker ca 8,9 km² vilket motsvarar ungefär Ullåns avrinningsområde på vänstra stranden utmed projektet.



Figur 4-7. Begränsning av avrinningsområdet för avrinningsutredningen.

Följande översiktskarta har tagits fram som komplement till beskrivning av bäckarna och kan användas som orientering till beskrivningarna under kapitel 4.3-4.6.



Figur 4-8 Identifierade bäckar (källa: fältinventering Sweco Environment AB).

Enligt tidigare påpekat i studier av Statens Geotekniska Institut (SGI, 2004) utförs nederbördsuppmätningar i Åre sedan 1943 och i Duved sedan 1880 och med vissa luckor i tidsperioderna. Årsnederbörden är 950 mm i Åre och 755 mm i Duved. Mätningarna, som utförs av SMHI, är dock begränsade till dygnsnederbörd.

Användning av nederbördsstatistik baserat på dygnsvärden brukar utföras främst inom avrinningsområden med avrinningstider av minst ca ett dygn. Bäckarnas avrinningstider fram till detaljplanområdena är dock betydligt kortare med avrinningstider i storleksordning en halvtimme och mindre. Detta innebär att nederbördsstatistik bör baseras på nederbördsuppmätningar med korta varaktigheter.

SMHI har börjat installera mätstationer som mäter nederbörd varje 15:e minuter under 90-talet. Det finns tre sådana stationer runt Åre:

- Korsvattnet A (öppnades 1995, 717 möh, 54 km NNE om Rödkullen)
- Börtnan A (öppnades 1995, 467 möh, 84 km SE om Rödkullen)
- Föllinge A (öppnades 1995, 362 möh, 83 km ENE om Rödkullen)
- Storlien-Storvallen A (öppnades 2009, 583 möh, 48 km WNW om Rödkullen)

Dessa stationer ligger dock för långt från Rödkullen för att kunna antas representera nederbörd vid projektområde där nederbörd bedöms kunna ha en annan karaktär med hänsyn till fjällkedjan som ligger i väst. Dessa mätstationer har i bästa fall 22 år av mätdata vilket innebär att säker statistik är begränsad till återkomsttider upp till ca 60-70 år.

Eftersom nederbördsstatistik med korta varaktigheter inte kan framräknas från närliggande mätstationer har dimensionerande nederbörd motsvarande dagens klimat definierats med hjälp av Dahlströms formel från år 2010 som rekommenderas för dimensionering och analys av avloppssystem (Svenskt Vatten, 2011). Formeln ger nederbördsintensiteter för olika varaktigheter och återkomsttider. Det bör noteras att liknande metodik använts av SGI vid utredning av stabilitets- och avrinningsförhållanden i Mörviksravinen i Åre (SGI, 2004).

I avrinningsutredningen har följande scenarier undersökts:

- Framtida 5-årsregn utan infiltration och med snösmältning.
- Framtida 10-årsregn med infiltration.
- Framtida 100-årsregn med infiltration.

Enligt rekommendationer från Länsstyrelsen och SMHI har en faktor på 1,5 använts för 5-respektive 10-årsregnet och 1,6 har använts för 100-årsregnet jämfört med dagens klimat.

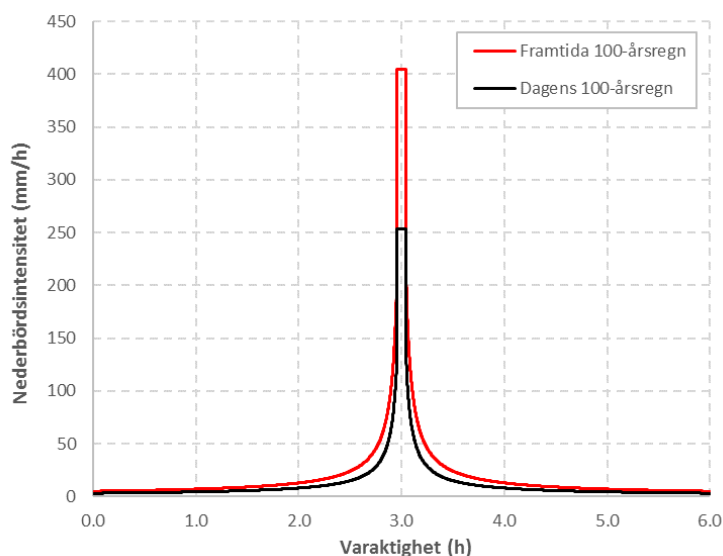
Dimensionerande varaktighet har valts till sex timmar.

För mer information hänvisas till rapporten "Detaljerad utredning av avrinningsförhållandena vid Rödkullen".

För skred, ras och slamströmsutredning har resultat från avrinningsmodellen använts vid följande regnscenarier:

- Dagens 100-årsregn med infiltration (84,5 mm under 6 timmar).
- Framtida 100-årsregn med infiltration (135,3 mm under 6 timmar).

Nederbördens tidfördelning har definierats som ett s.k. CDS-regn (Chicago Design Storm), se (Svenskt Vatten, 2011). Dimensionerande nederbörd som använts i skred, ras och slamströmutredningen redovisas i Figur 4-9.



Figur 4-9. Dimensionerande nederbörd som använts i skred, ras och slamströmutredningen.

4.3 Beskrivning av Buustabäcken

Buustabäcken börjar som flertalet mindre bäckar inom västra delen av delområde 3. Bäckarna har relativt låg lutning inom det som berörs av planerat område. Flertalet av de mindre bäckar som sedan bildar Buustabäcken rinner upp inom västra delen av skidområdet och avvattnar delar av detta.

Förutom området där bäckarna rinner upp ser förhållandena relativt lika ut ner till passagen under Ullådalsvägen. Bottenlutningen är relativt flack, 5-10°, bäckfåran är 0,5-1,0 m bred och ca 0,5 m djup, bäcken är till stor del nederoderad till det ytligt liggande berget.

Inga spår efter slamströmmar finns längs bäckarna, inte heller tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken. Viss bottenerosion förekommer.

4.4 Beskrivning av Västra och Östra Högenbäcken

Dessa anges på översiktskarta i Figur 4-8 som Buustabäcken, olika namngivningar förekommer. Beskrivningen gäller således för Buustabäcken nedanför att bäcken passerat övre delen av Ullådalsvägen.

Västra och Östra Högenbäcken börjar i markerna söder om den övre delen av Ullådalsvägen. Västra Högenbäcken verkar ha sitt ursprung i ett mindre myr-/blötmarksområde medans Östra Högenbäckens början är mer diffus.

Båda bäckarna rinner relativt grunt, fåran är generellt sett 0,5 m eller grundare, och på berg ända ner till ca 100 m innan de möter mellandelen av Ullådalsvägen då bäckbotten utgörs av grus och sten. Bottenlutningen överstiger aldrig 17° och kan generellt sägas

ligga under 10° med undantag för enstaka korta och något brantare partier. Omkringliggande mark lutar generellt mindre 10° eller strax över 10°, kortare partier där bäckarna går i små ravinbildningar lutar omkringliggande mark mer än 17°.

När bäckarna passerat E14 är de genom ett dike tvingade till en 90 gradig sväng och rinner först en sträcka längs E14 österut innan de rinner ner i kulvertering under delar av det bostadsområde som byggts här. Hela anpassningen verkar vara gjord för att omdirigera bäcken och skydda bostadsområdet.

Inga spår efter slamströmmar finns längs bäckarna, endast mindre tecken på pågående erosion finns. Inga slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken har identifierats.

4.5 Beskrivning av Engelsbäcken

Avrinningsområdet för Engelsbäcken börjar relativt högt upp i området och finns i huvudsak inom område två enligt tidigare beskrivning. Den fältinventering som utfördes påbörjades vid liftstationen Rödkullen. Vid liftstationen Rödkullen har Engelsbäcken kulverterats under liftområdet, ca 150 m, vid ingången till kulverten är det en plåttrumma på ca 500-600 mm och vid utloppet är kulverten en plåttrumma på ca 800 mm.

Förhållandena i bäcken ser relativt lika ut ner till passagen under Ullådalsvägen. Bottenlutningen är relativt flack, 5-10°, bäckfåran är 0,5-1,0 m bred och ca 0,5 m djup, bäcken är nederoderad till ytligt berg. Vid en punkt finns tecken på att erosion uppstått nyligen vilken skapats av en lokal uppdämning av bäcken som orsakats av vindfällan över bäcken. I övrigt finns endast få tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken, vilket är ganska naturligt med tanke på bäckens ringa djup och det ytliga berget. Inga tecken eller spår i naturen tyder på tidigare förekomst av slamströmmar på denna sträcka.

Bäcken passerar under övre delen av Ullådalsvägen genom en plåttrumma (φ 800 mm). Efter vägen och fram till den nedre passagen av Ullådalsvägen blir bäckbotten brantare och ligger generellt över 10° med brantare partier där lutningen överstiger 17°. Bäcken är fortsatt nederoderad till berg, mindre tydligt på vissa sträckor på grund av en hög andel sten och block i bäckfåran. I övrigt finns mycket få tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken, vilket är ganska naturligt med tanke på bäckens ringa djup och det ytliga berget. Inga tecken eller spår i naturen tyder på tidigare förekomst av slamströmmar på denna sträcka.

Efter den nedre delen av Ullådalsvägen går bäcken in i en mer utpräglad ravin-bildning där den kraftigt skär genom det omkringliggande landskapet. Ravinens djup under de omkringliggande slänterna är i början efter Ullådalsvägen ca 3-4 m och blir successivt djupare för att innan bäcken rinner ut vid odlingsmarkerna, ca 100-150 m ovanför avfarten på Ullådalsvägen och E14, vara upp emot 20 m djup. Slänterna och området närmast bäcken är i detta område bevuxna med skog och till viss del även buskar och sly. Slänterna är branta och lutningen är generellt sett 1:1,5-2. Inom vissa delsträckor är slänterna brantare än 1:1, där dessa lutningar förekommer finns ofta lokal erosion vid bäcken och även mindre ytliga släpp i slänten upp till ca 3-4 m ovanför bäcken. Även här

har bäcken i huvudsak eroderats ner till berg eller rinner på vad som bedöms som ett tunnare ytligt skikt av sten och block på berg. Stenarna bedöms vara rester efter att mer finkornig jord eroderats bort och stenarna och blocken blivit kvar. Denna bedömning görs utifrån stenarnas relativt jämna fördelning i bäckens längdriktning samt den varierande storleken på ingående stenar och block, vilket gör det mindre troligt att stenarna härstammar från avlagring vid slamströmsaktivitet.

Där den kraftigare ravinbildningen slutar tar odlingsmark vid och här är bäcken nedskuren ca 1,5-2,0 m under den omgivande marken, bottenlutningen är ca 10° eller flackare. Under sträckan fram till avfarten för Ullådalsvägen är slänterna slybevuxna och själva aktiva bäckfåran är ca 0,3-0,4 m djup. Botten och sidorna på själva bäckfåran består av grus, sten och block. Trummorna under avfarten och E14 är ϕ ca 1500 mm och det är en höjdskillnad på ca 0,6 m mellan dessa, där trumman under E14 ligger lägre. Efter E14 fortsätter bäcken ner genom odlingslandskapet och är här något mindre nedskuren, ca 1,0 m där själva den aktiva delen av bäckfåran är ca 0,3-0,4 m. Sten och block är frameroderade i bäckbotten och sidorna, bottenlutningen är flackare än uppströms E14. Stenarna bedöms vara rester efter att mer finkornig jord eroderats bort och stenarna och blocken blivit kvar. Denna bedömning görs utifrån stenarnas relativt jämna fördelning i bäckens längdriktning samt den varierande storleken på ingående stenar och block, vilket gör det mindre troligt att stenarna härstammar från avlagring vid slamströmsaktivitet.

Vid inventering har inga tydliga spår efter slamströmmar upptäckts längs bäcken, på ett fåtal ställen finns tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken.

4.6 Beskrivning av Bergebäcken

Avrinningsområdet för Bergebäcken börjar relativt högt upp i området och finns i huvudsak inom område två enligt tidigare beskrivning. Den fältinventering som utfördes påbörjades vid liftstationen Rödkullen. Bergebäcken rinner öster om liftstationen Rödkullen och rinner då genom ett flackt myrområde.

Förhållandena i bäcken ser relativt lika ut ner till passagen under Ullådalsvägen. Bottenlutningen är relativt flack, 5-10°, bäckfåran är mindre än 0,5 m bred och ca 0,3-0,5 m djup, bäcken är i stor utsträckning nederoderad till ytligt berg. I övrigt bedöms att där bäcken inte eroderats ner till berg är jorrdjupet mycket litet. På sträckan ner till Ullådalsvägen finns en mindre ravinbildning och denna är som mest 2 m djup och successivt nederoderad under ca 40-50 m, bäcken är nederoderad till berg i hela ravinen. Ingen aktiv erosion synlig och slänterna är träd- och vegetationsbevuxna. I övrigt finns inga eller mycket få tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken, vilket är ganska naturligt med tanke på bäckens ringa djup och det ytliga berget. Inga tecken eller spår i naturen tyder på tidigare förekomst av slamströmmar. Bäcken passerar Ullådalsvägen i 2 trummor som ligger relativt nära varandra då passagen ligger där vägen gör en sväng i totalt 180°. Bäcken gör även en skarp sväng i innerkurvan mellan vägarna. Efter den nedre trumman ansluter ett vägdike.

Efter vägen och fram till passagen av grusvägen som leder till de tomter som ligger längst sydöst i området blir bäckbotten brantare och ligger generellt över 10 ° med brantare partier där lutningen överstiger 17 °. Bäckens är fortsatt nederoderad till berg, mindre tydligt på vissa sträckor på grund av en hög andel sten och block i bäckfåran. I övrigt finns inga eller mycket få tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken, vilket är ganska naturligt med tanke på bäckens ringa djup och det ytliga berget. I ett läge finns ett mindre område där ytlaget (ca 0,2-0,3 m) på berg verkar kunna glida på underlaget och kan ses som mindre stabilt i dagsläget. Det finns inga tydliga tecken eller spår i naturen som tyder på tidigare förekomst av slamströmmar.

Efter passagen av grusvägen som leder till de tomter som ligger längst sydöst i området blir den omgivande marken betydligt brantare och bäcken går, likt Englandsbäcken, in i en mer utpräglad ravin-bildning där den kraftigt skär genom det omkringliggande landskapet. Ravinens djup under de omkringliggande slänterna är i början efter grusvägen ca 3-4 m och blir successivt djupare för att innan bäcken rinner ut vid odlingsmarkerna, ca 100-150 m ovanför avfarten på Ullådalsvägen och E14, vara upp emot 10 m. Slänterna och området närmast bäcken är hela vägen bevuxna med skog och till viss del även buskar och sly. Slänterna är branta och lutningen är generellt sett 1:1,5-2. Inom vissa delsträckor är slänterna brantare än 1:1. Även här har bäcken i huvudsak eroderats ner till berg eller rinner på vad som bedöms som ett tunnare ytligt skikt av sten och block på berg. Stenarna bedöms, precis som i Englandsbäcken, vara rester efter att mer finkornig jord eroderats bort och stenarna och blocken blivit kvar. Denna bedömning görs utifrån stenarnas relativt jämna fördelning i bäckens längdriktning samt den varierande storleken på ingående stenar och block, vilket gör det mindre troligt att stenarna härstammar från avlagring vid slamströmsaktivitet.

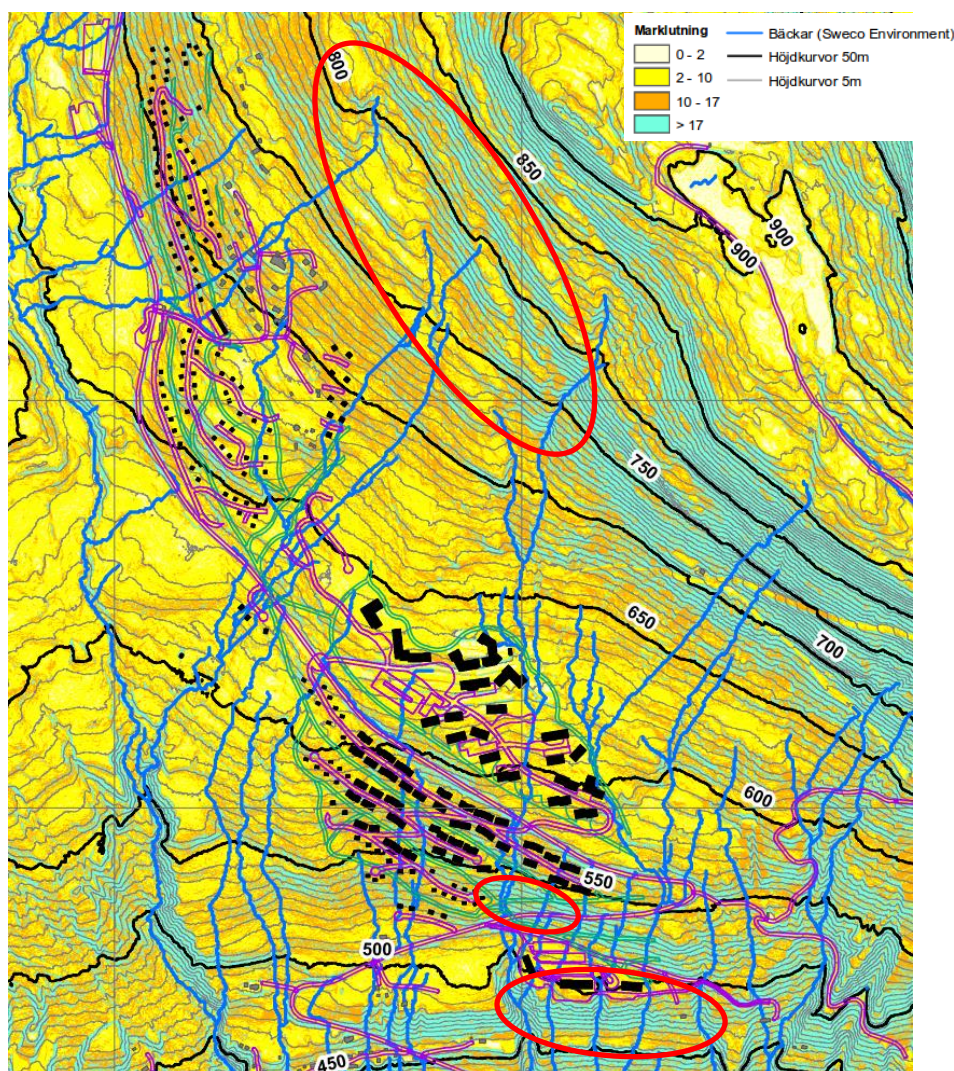
Där ravinbildningen slutar tar odlingsmark vid och här är bäcken nedskuren ca 1,5-2,0 m under den omgivande marken, bottenlutningen är ca 10° eller lägre. På vissa delar är slänterna mycket branta med en lutning som troligen överstiger 1:1, viss erosion är synlig i slänterna. Under sträckan fram till E14 är slänterna slybevuxna och den aktiva bäckfåran är ca 0,3-0,4 m djup. Botten och sidorna på själva bäckfåran består av grus, sten och block. Trumman under E14 är ϕ ca 1200 mm och igensatt med en 0,1 m hög plåt i nederkant av öppningen, troligen för att hindra sten och grus att följa med in i trumman. Efter E14 fortsätter bäcken ner genom odlingslandskap och bebyggelse och är här något mindre nedskuren, ca 1,0 m där själva den aktiva delen av bäckfåran är ca 0,3-0,4 m. Sten och block förekommer i bäckbotten och sidorna, bottenlutningen är flackare än uppströms E14.

Vid inventering har inga tydliga spår efter slamströmmar upptäckts längs bäcken, på ett fåtal ställen finns tecken på pågående erosion eller slänter som genom erosion eller ras/skred kan bidra med löst material till bäcken.

5 Ras och skred

5.1 Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts för potentiella glidytor som kan påverka planområdet från ovanförliggande områden men även för glidytor inom planområdet och i anslutning till lokala branter och raviner. Stabilitetsberäkningar för sidoslänther i raviner har utförts i samband med slamströmsutredningen då jordskred kan fungera som "triggers" för slamströmmar eller ge tillskott i form av löst jordmaterial till en slamström. Områdena som valts ut för beräkning med stabilitetssektioner synliggörs i Figur 5-1. Områdena och senare beräkningssektionerna har valts ut från de aktuella lutningsförhållandena som delats in i lutningskategorier (Räddningsverket, 2007) samt från utförd fältinventering.



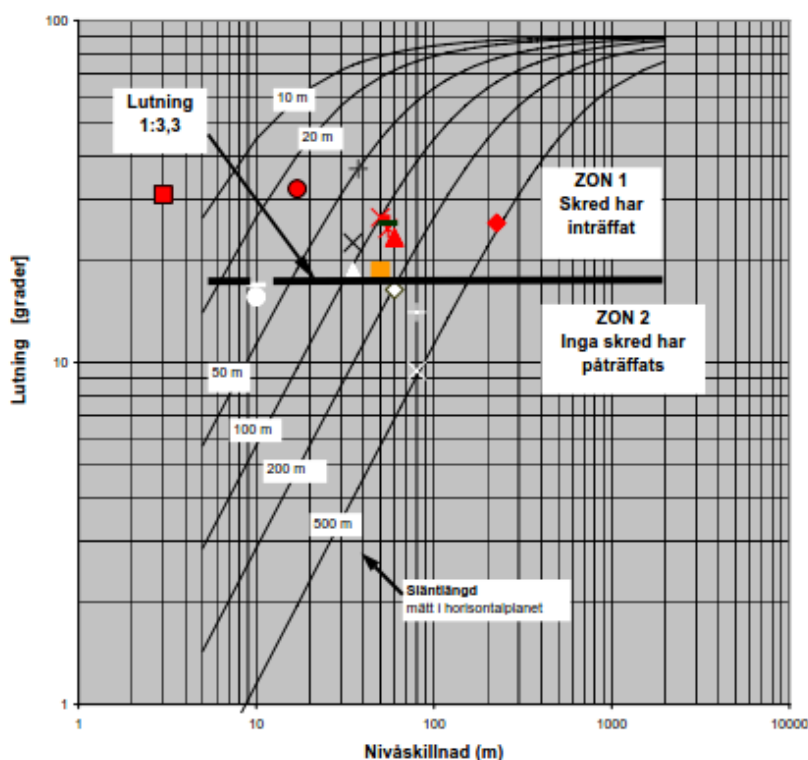
Figur 5-1. Lutningsförhållanden inom området med markering av beräkningsområden, lutningsindelning enligt Räddningsverket 2007

Då beräkningarna också är en del av en slamströmsutredning samt att beräkningar i huvudsak utförs för befintliga naturliga slänter har beräkningarna utförts enligt SGI rapport 68 samt Skredkommissionen rapport 3:95. Krav på säkerhetsfaktor gällande för stabilitetsberäkningar har tagits från Skredkommissionen rapport 3:95 och för detaljerad utredning.

5.2 Ovan planerade exploateringsområden

Risken för skred och ras har beräknats i tre långa sektioner längs fjällsidan ovanför planerade exploateringsområden (se Bilaga 2). Flertalet glidytor, cirkulär cylindriska och plana, har beräknats längs varje sektion. Moränras i sluttningar kan i ett följskede bli initieringsområde för slamströmmar då ökad erosion kan uppträda.

Slänterna ovanför planområdet varierar i lutning men består närmast området av slänter med lutning $< 10^\circ$ som sedan successivt ökar med först ett område med lutningar $10-17^\circ$ och sedan den brantaste fjällsidan längst upp där lutningar över 17° är vanligt. Av dessa är det framförallt slänterna längst upp från planområdet som ligger inom zon 1 enligt Figur 5-2. Vidare har området ett mycket begränsat jorddjup som i huvudsak understiger 1,0 m.



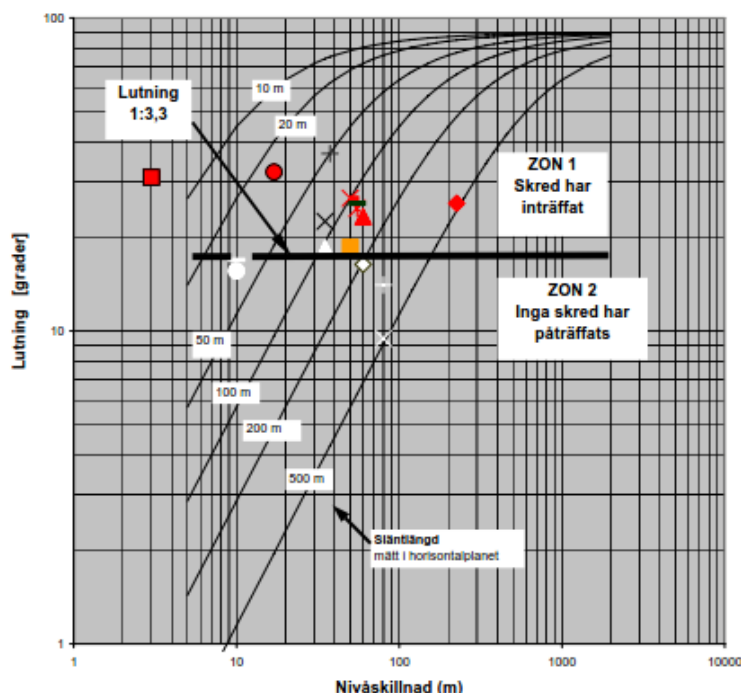
Figur 5-2. Jämförelse med tidigare inträffade händelser i slänter (Räddningsverket, Metodbeskrivning Översiktlig kartering, 2007). Slänter ovanför planområdet ligger i både zon 1 och 2.

5.3 Nedan/inom planerade exploateringsområden

Moränras och efterföljande slamströmmar uppkommer oftast i anslutning till bäckraviner. Ett mindre ras i en brant ravinslutning kan sätta jordmassor i rörelse vilka sedan följer ravinens väg nedåt. Ras och skred i raviner gör även jordmaterial tillgängliga för slamströmmar som kan bildas vid senare eller samtidiga höglöden. Inom planområdet finns branta slänter och områden som okulärt bedömts som riskområden framförallt i området mellan Ullådalsvägen och E14, men även i området kring Ullådalsvägens övre innerkurva. I övriga delar av området är förutsättningarna annorlunda med framförallt slänter med lägre lutningar och måttliga jorddjup.

Inom området som begränsas av Ullådalsvägen och E14 finns ravinbildningar som hör till Englandsbäcken och Bergebäcken (se Figur 4-8) som ansetts behöva analyserats ur stabilitetssynpunkt, mindre bäckar finns inom andra områden men där är jorddjupen mycket ringa och ravinbildningen därmed inte lika utbredd. Utöver detta finns det i anslutning till de plåtå-liknande områden som ravinerna skurit sig ner genom även slänter, som inte utgörs av ravinernas slänter, men som ansetts behöva studeras ur stabilitetshänseende.

I ravinerna finns slänter som är mellan 5-20 m höga och slänterna mot E14 i omgivande mark har en slänthöjd på mellan 10-20 m. Slänterna inom dessa områden är generellt sett brantare än 1:3 och har på flertalet ställen en släntlutning som är 1:1 eller brantare. De studerade slänterna ligger i zon 1 enligt Figur 5-3.



Figur 5-3. Jämförelse med tidigare inträffade händelser i slänter (Räddningsverket, Metodbeskrivning Översiktlig kartering, 2007). Slänter i raviner och slänter mellan Ullådalsvägen och E14 ligger framförallt i zon 1.

Beräkningar har utförts för slänter i anslutning till Englandsbäcken, som bedöms ha de sämsta förhållandena ur stabilitetssynpunkt, bedömt utifrån ravinens geometri, slänternas höjd och pågående erosion eller markrörelser. Stabilitetsberäkningar har även utförts för kortare branta slänter i anslutning till planområdet. Detta framförallt inom området mellan Ullådalsvägen och väg E14 där lokala mycket branta slänter förekommer.

I området som ligger i Ullådalsvägens innerkurva, mellan Ullådalsvägens nedre och övre läge, har stabilitetsberäkningar utförts för den del av slänten som överstiger 17 graders lutning.

5.4 Beräkningar

5.4.1 Beräkningsmodell

Beräkningar har utförts enligt riktlinjer och rekommendationer från SGI, 2005. *Stability and run-off conditions – Guidelines for detailed investigation of slopes and torrents in till and coarse-grained sediments* samt Skredkommissionen rapport 3:95

Inom området som berörs av de beräkningar som utförts finns idag inga byggnader eller andra anläggningar men i och med att exploatering planeras så har säkerhetsklass valts till SK2. Kravet på säkerhetsfaktor är $F_c \geq 1,3$ (för friktionsjord) enligt detaljerad undersökning i Skredkommissionen rapport 3:95.

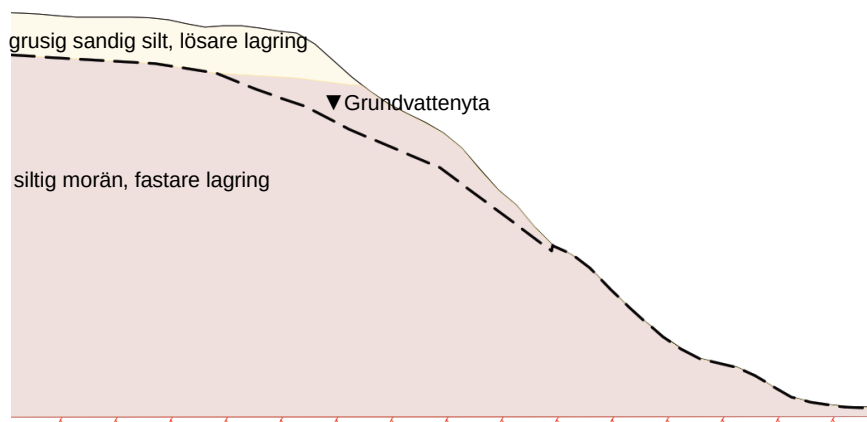
Stabilitetsberäkningar i långa glidytor i fjällsidan ovanför planområdet samt i Ullådalsvägens innerkurva har på grund av den ringa jordmaktigheten utförts med programmet Slope W tillhörande Geostudio 2012, december 2014 Release version 8.14.3.13430. Framförallt plana men även cirkulärcylindriska glidytor har analyserats.

Stabilitetsanalyser i ravinerna har i huvudsak utförts som dränerad analys med programmet GS Stability 2015 version 15.1.2.0. För kontroll har även kombinerad analys utförts, samtliga beräkningar är utförda med beräkningsmetoden Beast 2003 för cirkulärcylindriska glidytor. Även plana glidytor har beräknats för kontroll.

5.4.2 Jordmodell och grundvatten

Jordmodellen har byggts upp utifrån de data som erhållits från fältundersökningarna och som presenteras i Markteknisk undersökningsrapport (MUR), se Bilaga 1. Den generella jordmodellen för beräkningarna redovisas i Figur 5-4.

För sektion D som visar stabiliteten för sektionen ner mot E14 har tungheten i moränen höjts till 20 respektive 11 kN/m³, detta motiveras med att beräkningssektionen påverkar en mycket stor jordvolym och till ett stort djup i fast lagrade jordar.



Figur 5-4. Jordmodell i området, geometrin är tagen från beräknad sektion i Englandsbäcken (se även bilaga 3)

Valda materialparametrar redovisas i Tabell 5-1 nedan.

Tabell 5-1. Dimensionerande och karakteristiska materialparametrar i jordmodellen.

Jordart	Tunghet över GVY (kN/m ³)	Effektiv tunghet under GVY (kN/m ³)	Karakteristisk friktionsvinkel (°) ϕ_k	Dimensionerande friktionsvinkel (°) ϕ_d
Grusig sandig silt	18	8	31	25
Siltig morän	19 (20)	9 (11)	39	31

Grundvattenytan har under tidigare geotekniska undersökningar (se MUR, bilaga 1) observerats i installerade grundvattenrör inom området mellan Ullådalsvägen och E14 samt observerats under inventering av raviner i form av utströmningsområden och grundvattensprång i slänter. Kortidsmätningar under utredningstiden visar på en grundvattenyta som ligger väldigt nära markytan, mätningarna bedöms utförda under tider med relativt höga grundvattenstånd. Vid inventering har grundvatten, i de högsta slänterna i Englandsbäcken, trängt fram ca 5-10 m ovan bäckbotten.

Den dimensionerande grundvattenytan har ansatts utifrån dessa mätningar och observationer, den grundvattenyta som valts bedöms vara konservativt vald utifrån de mätningar och observationer som gjorts.

Vattennivån i bäcken har inte tagits hänsyn till i beräkningarna utan har ansatts till att ligga i nivå med bäckbotten då inga större vattendjup uppmätts. För en

högflödessituation med högre vattenstånd blir detta dock något ytterligare konservativt, dock bedöms det positiva tillskottet från ett högre vattenstånd i bäcken vara mycket litet.

5.5 Resultat

5.5.1 Ovanför planerade exploateringsområden

Resultaten från dessa beräkningar redovisas i bilaga 2.

Flertalet glidytor, cirkulärcylindriska och plana, har beräknats längs varje sektion och kritiska glidytor med säkerhetsfaktorer under 1,3 förekommer. De kritiska glidytorerna ligger framförallt i de övre fjällslutningarna och förekommer på ett avstånd av mer än 500 m från exploateringsområdena. Mellan glidytorerna och exploateringsområdena finns dessutom plana områden där möjliga skred eller initerade slamströmmar i slänterna sprids ut och stannar och bedöms därmed inte kunna påverka exploateringsområdet.

Moränras och skred inom området kommer enligt utförda beräkningar framförallt ske i övergången mellan morän och berg, på grund av det mycket tunna jordtäcket blir det begränsade volymer från dessa skred samt att sekundära skred eller slamströmmar inom skredområdet är mindre troliga.

5.5.2 Nedan/inom planerade exploateringsområden

Resultaten från dessa beräkningar visas i bilaga 3.

Beräkningarna visar att stabilitetsförhållandena i ravinbildningarna tillhörande Englandsbäcken och Bergebäcken inte är tillfredsställande. Inte heller är stabilitetsförhållandena för de naturliga branta slänterna i områdena kring ravinerna (Sektion D) eller sektionen mellan Ullådalsvägens serpentin (Sektion E) tillfredsställande. I Tabell 5-2 redovisas stabilitetsförhållandena i respektive beräknade område samt för vilka förhållanden som släntens stabilitet är tillfredsställande, uttryckt i ett horisontellt säkerhetsavstånd i meter från släntrönen inom vilket inga byggnader bör uppföras.

Tabell 5-2. Beräknad lägsta säkerhetsfaktor och avstånd (m) från släntrönen där stabiliteten är tillfredsställande.

Beräkningssektion	Slänthöjd	Lutning på brantaste släntparti	Lägsta beräknade säkerhetsfaktor	Krav enl. Rapport 3:95	Säkerhetsavstånd*
Sektion D slänt mot E14	30 m	ca 1:1,5	0,90	1,3	45 m
Sektion E Ullådalsvägen	20 m	Ca 1:2-2,5	1,10	1,5	10 m
Englandsbäcken, ravinslänt	22 m	>1:1	0,55	1,3	30 m
Bergebäcken, ravinslänt Sektion E Ullådalsvägen	8 m	ca 1:1,5-2	1,45	1,3	5-10 m

* Anger avstånd i meter från släntrönen till där säkerheten är tillfredsställande enligt uppställda krav $F_c \geq 1,3$

Enligt beräkningarna kan den analyserade ravinslätten i Englandsbäcken ge ett tillskott av material till en potentiell slamström. Den mycket låga säkerhetsfaktorn mot skred tyder på att slätten har en mycket ogynnsam geometri, vidare tar dock beräkningen inte hänsyn till 3D effekter för potentiella glidytor, vilket skulle kunna höja säkerhetsfaktorn i utförda beräkningar något.

Beräkningen för Bergebäcken visar att stabilitetsförhållandena för den studerade slätten är tillfredsställande, dock har det vid fältinventering konstaterats korta sträckor med mycket branta slänter som med största sannolikhet har icke tillfredsställande säkerhet mot skred och en potentiell skredvolym bör därför räknas med som tillgängligt material för en slamström även för Bergebäcken.

Resultaten för beräkningen i sektion D visar att slätten har en ogynnsam geometri och stabilitetsförhållanden som ger ett relativt stort område där restriktioner bör införas.

Resultaten för sektion E visar också att stabiliteten inte är tillfredsställande i det brantare område som beräkningen avser. Jorddjupen i detta område är dock mycket begränsade vilket gör att bara ett mindre område ovanför slänterna påverkas.

Resultaten visar således att det i anslutning till dessa slänter och raviner bör införas restriktioner för exploatering och markbelastning för att uppfylla de krav som finns för släntstabilitet vid nyexploatering. Ett förslag till en sådan begränsning finns i bilaga 4.

5.6 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys har utförts för Englandsbäcken och för Sektion D, som bedömts vara de sektioner med de största osäkerheterna.

5.6.1 Englandsbäcken

Känslighetsanalysen för Englandsbäcken har gjorts genom att förändra släntgeometrin (lutning och höjd) eftersom brantare sektioner än den som plockats ut via markmodellen och använts i beräkningen har identifierats vid fältinventeringen. Stabilitetsförhållandena i denna känslighetsanalys har uttryckts som avståndet i meter från släntrönet till där stabilitetsförhållandena är tillfredsställande enligt gällande krav, se Tabell 5-3. Resultaten visar att det allmänna skyddsavståndet för de högsta ravinslänterna i Englandsbäcken bör läggas på ca 30 m för att ta hänsyn till de mycket branta slänter som identifierats i inventeringen.

Tabell 5-3 Stabilitetsförhållanden där kraven uppfylls för varierande avstånd (m) in från släntrönet för beräkningssektionen i Englandsbäcken.

Slänthöjd (m)	Släntlutning				
	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5	1:3
15	22	15	11	4	-
20	31	22	15	10	-

5.6.2 Sektion D

Känsligheten för sektion D har analyserats genom att förändra jordmodellen och grundvattennivån. Vid en ytterligare höjning av grundvattenytan utifrån den i modellen redan konservativa grundvattenytan fås endast en försämring med 5% av stabiliteten, vid en motsvarande sänkning av grundvattenytan fås dock en 15 procentig förbättring. Modellen verkar även relativt okänslig mot yttre laster, vid en ytlast på 50 kPa inom området för tänkt (kontrollerad med glidyta som ger $SF = 1,3$ i normaltillståndet) begränsningslinje fås ingen egentlig försämring av säkerhetsfaktorn, inte heller om lasten angriper ända ut på slänkrön påverkas denna glidyta nämnvärt. Inte heller den farligaste glidyta med $SF = 0,90$ påverkas nämnvärt av denna lastökning. Detta är dock ett vanligt resultat vid långa och djupa glidytor som på grund av att de omfattar stora jordvolymen blir relativt okänsliga mot osäkerheter i yttre laster, geometri och normala grundvattenförändringar.

5.6.3 Sektion E

En känslighetsanalys för sektion E, mellan Ullådalsvägens serpentin, har utförts genom att förändra grundvattenytan och jordens hållfasthet.

I och med att sektionen är brant (ca 20 grader) och jordtäcket tunt blir beräkningen mycket känslig mot förändringar. Vid en justering av grundvattenytan från en i ursprungsberäkningen hög nivå till att den aldrig ska överskrida halva jordmaktigheten (1,0m) det vill säga ca 0,5 m under markytan och nedjusterad med 0,2-0,4m mot ursprungsberäkningen erhålls en lägsta säkerhet mot glidning om $SF = 1,4$. Om påverkan från grundvatten helt tas bort ökar säkerhetsfaktorn till ca 1,9.

Vid en höjning av friktionsvinkeln från 36 till 39 grader höjs lägsta beräknade säkerhetsfaktor till 1,2.

Området i sig lämpar sig inte för byggnation och inga byggnader har heller i dagsläget planerats här, erhållet säkerhetsavstånd i ursprunglig beräkning ska tas hänsyn till. Vidare är beräkningen för osäker för att säga om åtgärder behöver vidtas för vägen, för detta krävs en mer noggrann undersökning om grundvattenförhållanden och bergytans läge i hela sektionen. Planerad bebyggelse ger dock ingen försämring av stabilitetsförhållandena utifrån dagens nivå.

6 Slamströmmar

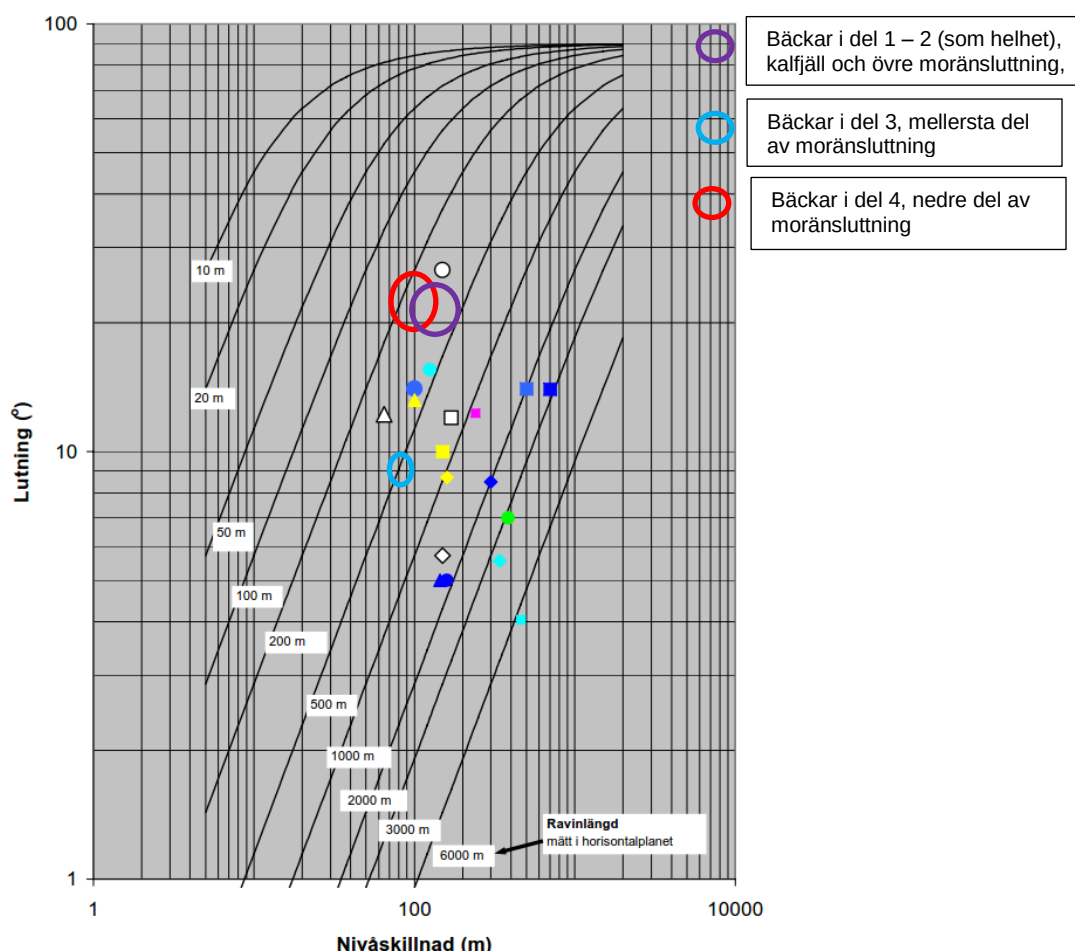
6.1 Allmänt

En slamström är en flytande massa av vatten och jord som rör sig nedför en bäckravin eller en brant sluttning. De uppstår i samband med intensiva nederbördstillfällen och är vanliga i fjällen men förekommer även i övriga landet. Då jordmassorna är tunga blir slamströmmens rörelseenergi hög och den kan därför orsaka kraftig erosion och stora skador.

Förutsättningarna för uppkomst av slamströmmar längs en bäckravin eller i en sluttning beror huvudsakligen på vilket vattenflöde som kan uppstå och vilka jordmassor som vattenflödet kan erodera och föra med sig.

Mindre skred kan ge upphov till att vattenmättade jordmassor börjar strömma ned för slänter som så kallade slamströmmar. Är lutningen tillräckligt brant fortsätter slamströmmen nedåt och marken/omgivningen påverkas av intensiv erosion. Slamströmmens volym ökar ofta successivt nedför slänten och sten, block samt även träd kan dras med om förutsättningarna är gynnsamma.

En jämförelse mot den presentation av geometri för raviner där slamströmmar inträffat (fyllda symboler) respektive inte inträffat (ofyllda symboler) (Räddningsverket, Metodbeskrivning översiktlig kartering, 2007), redovisas nedan, se Figur 6-1. Den övre delen av området med kalfjäll och övre moränsluttningar redovisas med det lila området, här förekommer viss ravinbildning men denna är framförallt i berg. Den mellersta delen av moränsluttningen, det som i huvudsak utgörs av det tänkta exploateringsområdet, markeras med blå ring, här förekommer dock inga ravinbildningar framförallt på grund av det tunna jordtäcket. Den nedre delen av området markeras med röd ring, här förekommer branta jordslänter och tydliga ravinbildningar.



Figur 6-1. Jämförelse med tidigare inträffade händelser raviner [Räddningsverket, Metodbeskrivning Översiktlig kartering, 2007].

Risken för slamströmmar i området har analyserats utifrån resultat av fältinventering, uppgifter om marklutningar, flödesberäkningar och stabilitetsanalyser.

Vid fältinventeringar har inga tydliga spår efter tidigare slamströmmar kunnat identifieras, däremot har skredärr, lokalt mycket branta sidoslänter samt platser med pågående erosion påträffats, se kapitel 4 Allmän beskrivning .

6.2 Historik

6.2.1 Allmänt

De bäckar och vattendrag som finns i området har i områdets nedre del (framförallt mellan Ullådalsvägen och E14) bildat V- eller U-formade erosionsdalar. Erosionen har sannolikt skett både genom allmän erosion från strömmande vatten i bäckarna men kan sannolikt även ha skett som ras och skred i ravinbildningarna samt som slamströmmar. På flygbilder över området kan i och vid Åresjöns strand ses formationer som kan tolkas

som mindre alluvialkoner. Dessa formationer ses vid utloppet för Bräckebacken (Bräckebacken ligger dock utanför det studerade området).

I nutid verkar dock den största delen av erosion i områdets bäckar ha utvecklats och bäckarna är i huvudsak nederoderade till berg och endast ett mycket fåtal platser längs bäckarna uppvisar aktiv erosion i slänterna, de flesta slänter är väl bevuxna med större träd och markvegetation. Vid fältinventering har heller inga synliga spår efter slamströmmar observerats längs bäckarna.

6.2.2 Höglödessituation 2010

Under natten till den 18 juni 2010 drog ett intensivt nederbördsområde in över Sverige från Norska havet och medförde stora mängder nederbörd. Över Åre föll totalt runt 130 mm regn. Eftersom det under maj och början av juni redan hade kommit mycket nederbörd, var markens vattenmättnad hög och mycket av nederbörden rann av direkt längs markytan. (MSB)

Det kraftiga regnandet medförde att avrinningen från Åreskutan, via ett flertal vattendrag, blev mycket hög, men också att vattnet fann andra vägar nerför berget. På flera ställen längs vattendragen orsakade de höga flödena jordskred och vattnet drog med sig stora mängder slam och sten. Man upptäckte senare att ett stort skred hade gått i obearbetad terräng på västra sidan om Åreskutan. Längs framför allt Lundgårdsbäcken låg en hel del naturligt nedfallna träd och liknande som drogs med strömmen, fastnade och dämde vattnet för att slutligen ge vika. Slam, grus, trädstammar och annan bråte strömmade med vattnet ut på vägar och andra ytor i anknytning till vattendragen och de nya vattenvägarna. Där Lundgårdsbäcken korsar järnvägen sattes en trumma igen av bråte och vattnet spolade bort trumman och delar av banvallen. Vattnet eroderade bort vägar, skadade hus och översvämmande källare. (MSB)

Bräckebacken, en av de större bäckarna i byn, svämmade över. Det betydde att Årevägen, gamla vägen till Duved, och järnvägen blev helt avskurna. (OP) Vid Bergebäcken, Englandsbäcken samt Östra och Västra Hoglandsbäcken rapporterades även problem med höga vattenflöden men enligt observationer från närboende som vidtalats i denna studie förekom inget problem med jord eller slam och bråte i vattendragen. Dessa bäckar passerar även Årevägen och Järnvägen innan de når Åresjön men inga allvarliga erosionsskador inträffade vid dessa bäckar. Där Östra och Västra Hoglandsbäcken passerar E14 uppstod problem då bäckarna där dirigerats om och går i ett dike längs E14 och ner i en kulvert under bostadsområdet som byggts. Vallen som ska dirigera flödet i 90° från trummorna under E14, längs E14 och fram till kulverten eroderades bort. Erosionen berodde i stort på att vägtrummorna gick så fulla att en "vattenkanon" bildades vid utloppet som då spolade direkt mot den avgränsande vallen mot bostadsområdet.

6.3 Beräkningar

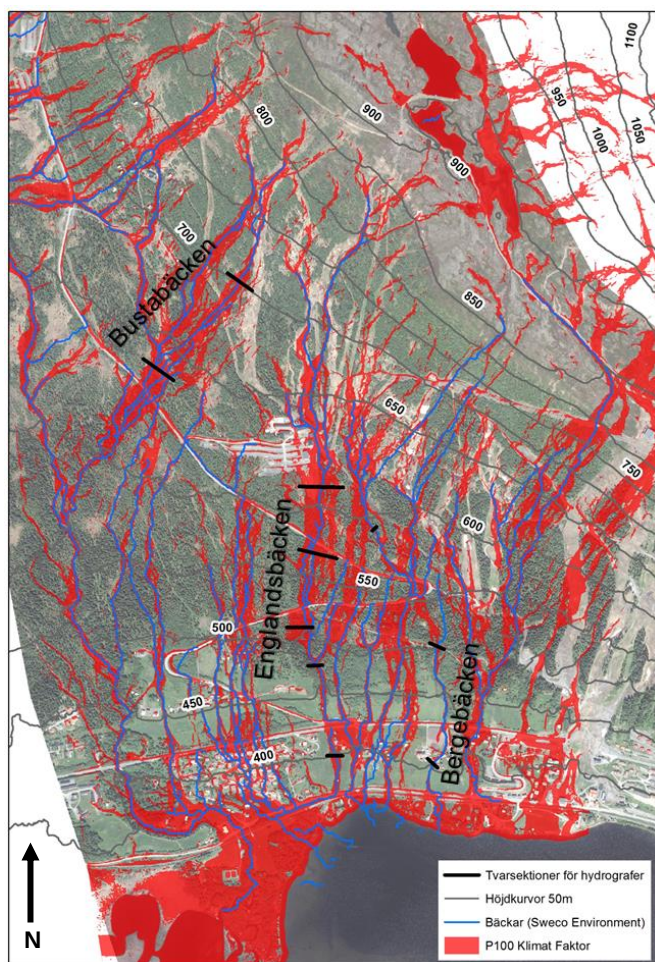
6.3.1 Dimensionerande flöden och flödesvägar

Dimensionerande flöden utmed Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken har hämtats ur avrinningsmodellen i form av flödeshydrografer för de två regnscenarierna som har undersökts vid nuvarande förhållanden (före exploatering):

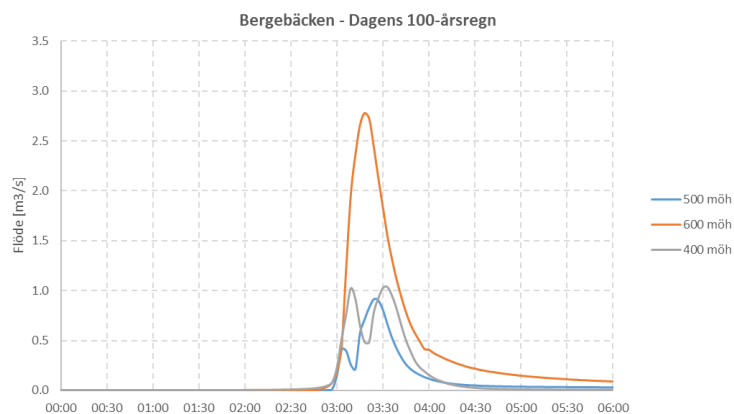
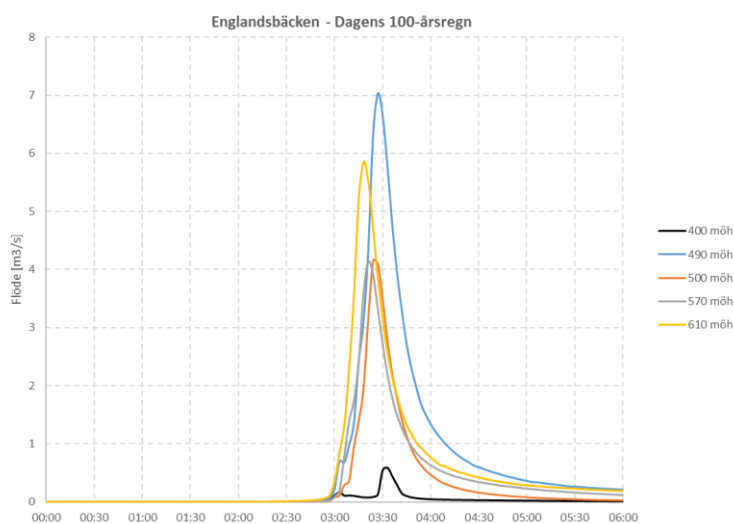
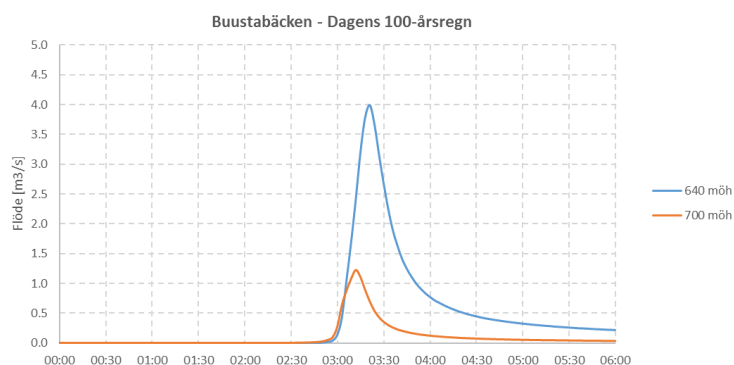
- Dagens 100-årsregn.
- Framtida 100-årsregn.

För en komplett beskrivning av avrinningsmodellen hänvisas till rapporten "Detaljerad utredning av avrinningsförhållanden vid Rödkullen" (2017-11-14).

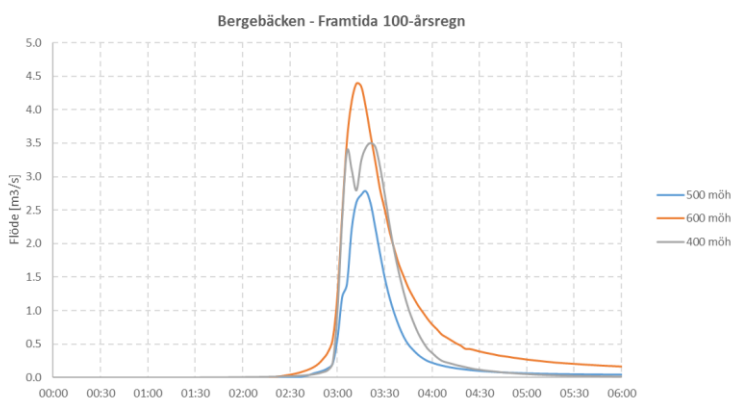
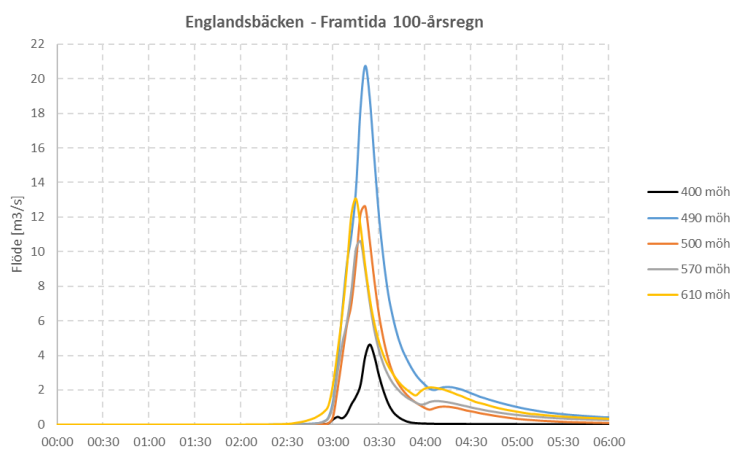
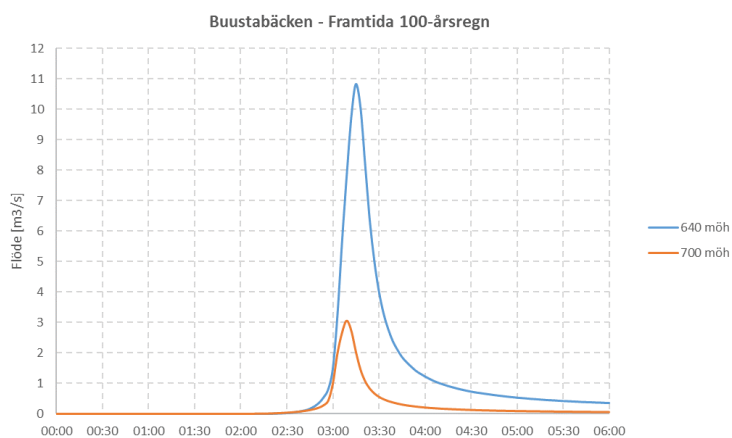
Flödeshydrograferna har hämtats vid totalt 10 st. tvärsektioner, se Figur 6-2. Dimensionerande hydrografer redovisas i Figur 6-3 och Figur 6-4.



Figur 6-2. Lägen för framtagning av flödeshydrografer utmed ravinerna. Översvämningsutbredning vid ett framtida 100-årsregn visas i rött.



Figur 6-3. Dimensionerande flödeshydrografer för Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken vid dagens 100-årsregn.



Figur 6-4. Dimensionerande flödeshydrografer för Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken vid framtida 100-årsregn.

Jämförelse mellan hydrograferna visar att avrinningsflödena vid ett framtida 100-årsregn är upp till cirka tre gånger större än vid dagens 100-årsregn, det vill säga större än antagen klimatkoefficient (1,6). De ökade nederbördsintensiteterna vid framtida klimat mättar fortare marken vilket innebär att avrinningen blir större när nederbördspeaken inträffar jämfört med dagens förhållanden.

Det bör noteras att avrinningsflödena ibland minskar nedströms åt. Detta sker då avrinning fördelas i olika grenar eller fångs av diken som finns utmed Ullåvägen, se Figur 6-2. Utifrån denna figur kan det utläsas att stora delar av flödet i Bergebäcken tar sig över mot Englandsbäcken strax ovanför övre delarna av Ullådalsvägen. Här har även mindre raviner och torra bäckfårar med hög vegetering setts vid fältinventeringar. Vidare syns att Englandsbäcken breddar ut över större områden ända ner till ravinbildningen nedanför Ullådalsvägen. Flödet i Buustabäcken (Östra och Västra Hoglandsbäcken) fördelar sig på flertalet mindre bäckar inom dess närområde, vilket även stämmer överens med de fältobservationer som gjorts.

6.3.2 Beräkning av transportkapacitet

Vägledning för beräkning av transportkapacitet har tidigare föreslagits av SGI, se referenser (Räddningsverket, 2005) och (SGI, 2010). Den baseras på empiriska formler som tagits fram av Hampel i Österrike.

Med denna metod beräknas transportkapaciteten när bäckbottenens lutning överstiger 5 %, vilket är fallet för de studerade avsnitten, och utgår från bottenlutningen, flödet och regnets varaktighet enligt formler nedan:

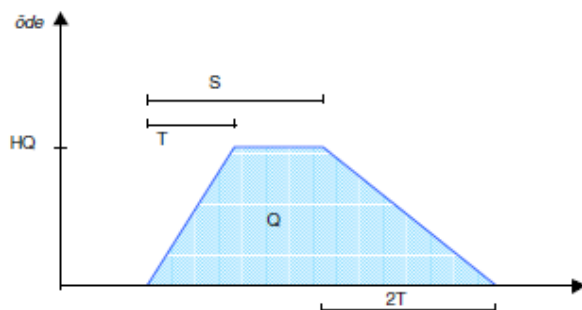
$$G_T = 2,5 \cdot I^{1,6}$$

$$G_F = G_T \cdot HQ \cdot T$$

Med:

- G_T : jordmaterialflöde som andel av högvattenflöde (%)
- G_F : mängden jordmaterial (m³)
- I : ravinbottenens lutning (m/m), skall vara minst 0,05 m/m
- HQ : högvattenflöde, förslagsvis med återkomsttid 100-150 år (m³/s)
- T : varaktighet (s)

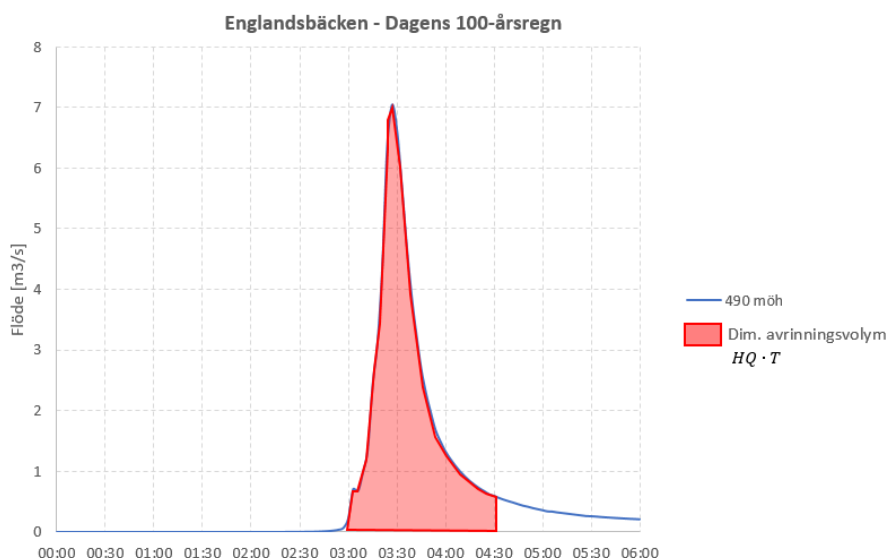
I ovanstående formel motsvarar termen $HQ \cdot T$ den totala avrinnande vattenvolymen under högvattenflödet. Motsvarande antagen flödeshydrograf redovisas i Figur 6-5.



Figur 6-5. Schematisk hydrograf för uppskattning av slamströmmars transportkapacitet (Räddningsverket, 2005).

Det bör noteras att föreslagen flödeshydrograf gäller främst vid förstudier där ingen detaljerad flödesuppgifter finns att tillgå där högvattenflödet HQ beräknas med handformler. Dessutom bedöms inte formen av flödeshydrografen vara kompatibel med kraftiga och intensiva nederbörd i små och branta avrinningsområdena som genererar flödeshydrografer med tydliga flödestoppar, se dimensionerande flödeshydrografer inom Rödkullen i kap. 6.3.1.

I denna utredning har resultat från avrinningsmodellen använts vid beräkning av den totala transportkapaciteten. Den totala avrinnande vattenvolymen i metoden ovan, $HQ \cdot T$, har definierats konservativt som den totala avrinningsvolymen under en varaktighet på 1,5 timme utifrån analys av dimensionerande hydrografer, se exempel i Figur 6-6.



Figur 6-6. Dimensionerande avrinningsvolym under en varaktighet på 1,5 timme. Exempel på flödeshydrograf vid sektion som ligger vid 490 möh (se placering på Figur 6-2).

Beräkning av transportkapacitet har utförts för Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken vid 100-årsflöde i dagens klimat samt vid framtida 100-årsflöde i konfigurationen före exploatering. I båda nederbördsscenarier har trummornas funktion inte medräknats.

I övriga bäckar har förutsättningarna för slamströmmar bedömts så pass låga vid fältinventering att beräkning av transportkapacitet inte behöver utföras.

6.3.3 Beräkning av tillgänglig mängd jordmaterial längs bäckarna

Beräkningar av tillgänglig mängd jordmaterial längs bäckarna har utförts för Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken. Beräkningarna baseras i huvudsak på fältinventeringar och tar hänsyn till vattendragens generella geometri, vattendjup vid beräknade flöden för transportkapacitet.

Beräkningarna är indelade efter sträckor där erosionsförhållandena i respektive bäck bedöms som likartade. Sträckorna har benämnts utifrån de beräkningar som gjorts för transportkapacitet, se 6.3.1.

6.4 Resultat

6.4.1 Transportkapacitet i konfigurationen före exploatering

Beräknad transportkapacitet för Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken vid 100-årsflöde i dagens klimat samt vid framtida 100-årsflöde i konfigurationen före exploatering redovisas i Tabell 6-1 och Tabell 6-2.

Tabell 6-1. Transportkapacitet för Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken vid dagens 100-årsflöde i konfigurationen före exploatering.

Delsträcka(*)	Läge på hydro-graf*	Längd (m)	Lutning (%)	G _T (%)	Medelflöde under dim. varaktighet (m ³ /s)	Varaktighet (min)	G _F (m ³)
Buustabäcken							
Ned till 640 möh	700 möh	500	21	20,58	0,4	90	404
Från 640 möh till nedre Ullådalsv.	640 möh	1200	10	6,28	1,5	90	506
Englandsbäcken							
Ned till 610 möh	610 möh	750	20	19,04	1,9	90	1909
Från 610 möh till övre Ullådalsv	570 möh	350	13	9,56	1,3	90	695
Från övre Ullådal-sv till 500 möh	500 möh	350	25	27,20	1,2	90	1718
Från 500 möh ned till E14	490 möh	300	25	27,20	2,4	90	3488
Från E14 och neråt	400 möh	300	11	7,31	0,1**	90	49

Delsträcka(*)	Läge på hydro-graf*	Längd (m)	Lutning (%)	G _T (%)	Medelflöde under dim. varaktighet (m ³ /s)	Varaktighet (min)	G _F (m ³)
Bergebäcken							
Ned till Ullådalsv	600 möh	800	7	3,55	1,1	90	202
Från Ullådalsv ned till E14	500 möh	150	26	28,97	0,3	90	513
Från E14 och neråt	400 möh	380	13	9,56	0,5	90	234

*För hydrograferas läge se även Figur 6-2

**Vid E14 fördelas flödet över flera bäckar vilket ger att flödet i Engelsbäcken minskar kraftigt

Tabell 6-2. Transportkapacitet för Buustabäcken, Engelsbäcken och Bergebäcken vid framtida 100-årsflöde i konfigurationen före exploatering.

Delsträcka(*)	Läge på hydro-graf	Längd (m)	Lutning (%)	G _T (%)	Medelflöde under dim. varaktighet (m ³ /s)	Varaktighet (min)	G _F (m ³)
Buustabäcken							
Ned till 640 möh	700 möh	500	21	20,58	0,8	90	857
Från 640 möh till nedre Ullådalsv.	640 möh	1200	10	6,28	3,4	90	1136
Engelsbäcken							
Ned till 610 möh	610 möh	750	10	6,28	4,3	90	1443
Från 610 möh till övre Ullådalsv	570 möh	350	13	9,56	3,3	90	1711
Från övre Ullådalsv till 500 möh	500 möh	350	25	27,20	3,7	90	5408
Från 500 möh ned till E14	490 möh	300	25	27,20	6,6	90	9672
Från E14 och neråt	400 möh	300	11	7,31	0,9**	90	367
Bergebäcken							
Ned till Ullådalsv	600 möh	800	7	3,55	1,8	90	349
Från Ullådalsv ned till E14	500 möh	150	26	28,97	1,0	90	1495
Från E14 och neråt	400 möh	380	13	9,56	1,5	90	772

*För hydrograferas läge se även Figur 6-2

**Vid E14 fördelas flödet över flera bäckar vilket ger att flödet i Engelsbäcken minskar kraftigt

6.4.2 Påverkan av exploatering på transportkapaciteten

I rapporten "Detaljerad utredning av avrinningsförhållandena vid Rödkullen" (Sweco, 2017) har exploaterings påverkan på avrinningsvolymerna redovisats vid bland annat ett framtida 100-årsregn. Dessa resultat kan sammanfattas som följer:

- I Buustabäcken beräknas att avrinningsvolymerna ökar med ca 0,9%.
- I Englandsbäcken beräknas att avrinningsvolymerna ökar med ca 6%.
- I Bergebäcken beräknas att avrinningsvolymerna påverkas marginellt av projektet.

Enligt använd beräkningsmetodik kan transportkapaciteten för slamströmmar antas öka proportionellt med ökning av avrinningsvolymerna vilket innebär att transportkapaciteten beräknas öka med ca 0,9% och 6% i Buustabäcken respektive Englandsbäcken medan det blir ingen nämnvärd förändring i Bergebäcken.

6.4.3 Tillgänglig mängd jordmaterial längs bäckarna

Vid fältinspektion av ravinen har bedömningar om mängden tillgängligt material för transport gjorts. Bedömningarna bygger på utsträckningen av befintlig erosion, jordens packningsgrad och kornstorleksfördelning samt möjligheten till skred och ras längs bäckfårorna. Mängden material som finns tillgänglig för erosion har till stor del uppskattats utifrån de observationer på erosion som gjorts i fält för både bäckbotten och sidoslänterna samt vattendragets geometri. Utöver detta har vattendjup för de flöden som transportkapaciteten beräknats på tagits fram för Englandsbäcken för att ytterligare kunna bestämma mängden tillgängligt material.

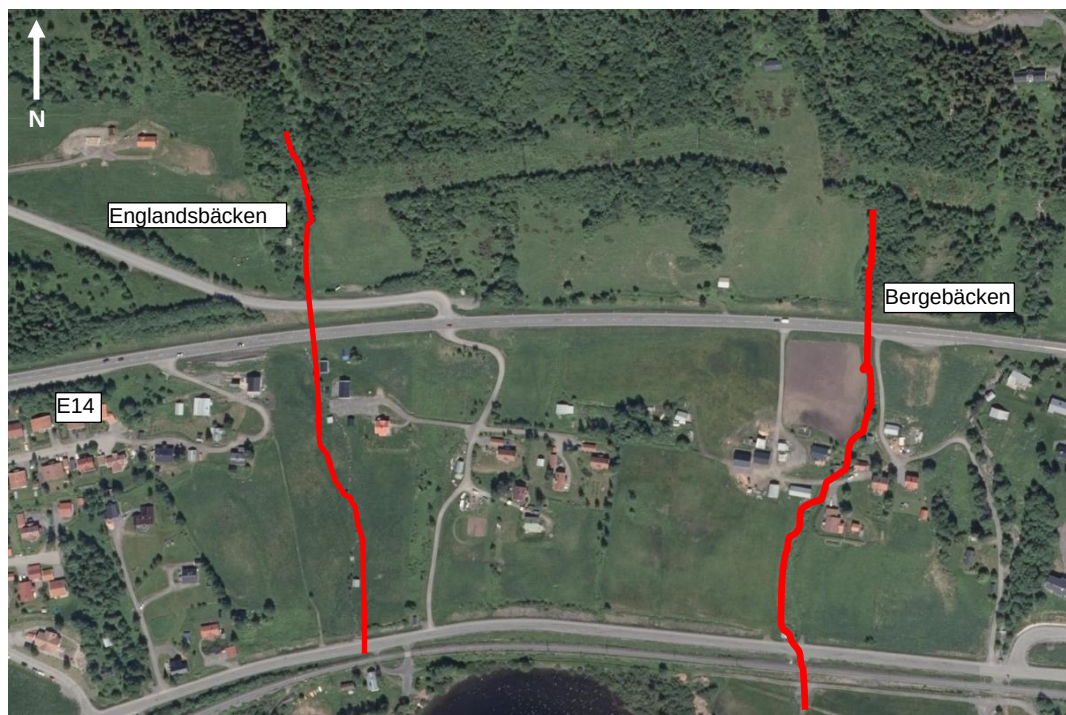
För de delar av bäckarna som ligger högst upp längs fjällsidan har inget tillgängligt material beräknats, dels på grund av den begränsade tillrinningen i början av bäckarna samt att det till stora delar är berg i dagen i dessa sluttningar.

För de delar som ligger ovanför övre delen av Ullådalsvägen har det utifrån fältinventeringen bedömts att tillgängligheten på material är mycket begränsad för samtliga bäckar. Bäckarna är i mycket stor utsträckning nederoderade till berg och endast en omfattande sidoerodering och breddning av bäckarna skulle innebära att ytterligare material skulle kunna erodera och bidra med material till en slamström. Dock gör det mycket tunna jordtäcket att även tillgången på material vid en breddning blir begränsad.

För området nedanför Ullådalsvägen där bottenlutningarna generellt sett är brantare och framförallt bäckarna Englandsbäcken och Bergebäcken har en mer utvecklad ravinbildning finns större potential för en slamström att bildas vid ett höglöde. Dock finns här inga ravinslänter som saknar skyddande vegetation vilket gör att slänterna inte ger något kontinuerligt tillskott av jordmaterial i bäckområdet på grund av yterosion i oskyddade slänter. Det finns endast ett fåtal ställen med aktiv erosion längs någon av de studerade bäckarna och bäckarna är inom hela det planerade planområdet nederoderade till berg. De delar av bäckarna som till synes inte är nederoderade till berg ligger i huvudsak nedanför det planerade området, markerade med rött i figur Figur 6-7.

Bedömningen är att det i huvudsak är skred i ravinernas slänter samt erosion i bäckarnas

nedre delar som kan ge ett större tillskott till material och som då skulle kunna vara tillgängligt för en slamström.



Figur 6-7. Bedömda sträckor, röd markering, där bottenerosion i fältstuderade bäckar kan uppträda.

Mängden material som finns tillgänglig från skred/ras längs bäcken har tagits fram utifrån utförda stabilitetsberäkningar (se avsnitt 5.5). Den potentiella skredvolymen för cirkulär cylindriska skredytor i slänterna har beräknats utifrån antagandet av sidoutbredningen för ett cirkulär cylindriskt brott kan sättas ungefär lika med glidyttans längd. Utifrån detta har volymen reducerats med 1/3 för att ta i beaktande att skredformen i sin helhet är skålförmad, d.v.s. den har mindre djup i ytterkanterna. Det bedöms även att endast 50% av skredets hela volym blir tillgänglig för vattendraget och att resterande del av skredet kommer ligga kvar i "skredskålen" i slänten ovanför vattendraget.

Vidare bedöms det inte sannolikt att samtliga potentiella skred skulle inträffa i samband med en slamström eller ett höglöfde som skulle kunna leda till slamström. En bedömning är att det som mest sker ett skred i endera bäckfåran, mängd tillgängligt material vid ett sådant tillfälle visas i Tabell 6-3.

Tabell 6-3. Bedömd mängd tillgängligt material för slamström.

Delsträcka	Typ av erosion/ materialtillskott	Längd (m)	Area tillgängligt material (m ³ /m)	Tillgänglig volym (m ³)	Anmärkning
Buustabäcken					
Ned till 640 möh	Sidoerosion	500	0,25	125	Djup ca 0,5, bredd 0,5m erosion på ena sidan på hela sträckan
	Bottenerosion	500	0,1	50	Övervägande berg i botten, bottenbredd 0,5m
Från 640 möh ned till Ullådalsv.	Sidoerosion	1200	0,25	300	Djup ca 0,5, bredd 0,5m erosion på ena sidan på hela sträckan
	Bottenerosion	1200	0,05	60	Berg i botten, bottenbredd 0,5m
<i>Totalt tillgängligt material ned till Ullådalsvägen nedre</i>				535	
Englandsbäcken					
Ned till 610 möh	Sidoerosion	650	0,25	163	Djup ca 0,5, bredd 0,5m erosion på ena sidan
	Bottenerosion	650	0,1	65	Berg i bäckbotten, bottenbredd 1,0m
Från 610 möh ned till Ullådalsv	Sidoerosion	230	0,25	58	Djup ca 0,5, bredd 0,5m erosion på ena sidan på hela sträckan
	Bottenerosion	230	0,1	23	Berg i bäckbotten, bottenbredd 1,0m
Från Ullådalsv ned till 500 möh	Sidoerosion	350	0,25	88	Djup ca 0,5, bredd 0,5m erosion på ena sidan på hela sträckan
	Bottenerosion	350	0,1	35	Berg i bäckbotten, bottenbredd 1,0m
<i>Totalt tillgängligt material ackumulerat ovanför och inom planområdet</i>				431	<i>ca 15% av totalt tillgängligt material</i>
Från 500 möh ned till E14	Skred	39	120	1560	Beräknat från stabilitetssektion
	Sidoerosion	300	0,8	240	Djup ca 0,5-0,8, tecken på breddning. Erosion 1,0m på ena sidan hela sträckan
	Bottenerosion	300	1,2	360	ca 50% berg i bäckbotten, bottenbredd 2,0
Från E14 och neråt	Sidoerosion	300	0,5	150	Upp till 1,0m vattendjup, trapetsform
	Bottenerosion	300	1,0	300	Morän/sediment i bäckbotten, bredd ca 1-2m
<i>Totalt tillgängligt material ned till Åresjön</i>				3041	
Bergebäcken					
Ned till Ullådalsv	Sidoerosion	800	0,25	200	Djup ca 0,5, bredd 0,5m erosion på ena sidan
	Bottenerosion	800	0,05	40	Övervägande berg i botten, bottenbredd 0,5m
<i>Totalt tillgängligt material ackumulerat ovanför och inom planområdet</i>				240	<i>ca 20% av totalt tillgängligt material</i>
	Skred	25	64	533	Beräknat från stabilitetssektion

Delsträcka	Typ av erosion/ materialtillskott	Längd (m)	Area tillgängligt material (m ³ /m)	Tillgänglig volym (m ³)	Anmärkning
Från Ullådalsv ned till E14	Sidoerosion	150	0,8	120	Djup ca 0,5-0,8, tecken på breddning. Erosion 1,0m på ena sidan hela sträckan
	Bottenerosion	150	0,05	8	ca 50% berg i bäckbotten, bottenbredd 2,0
Från E14 och neråt	Sidoerosion	380	0,5	190	Upp till 1,0m vattendjup, trapetsform
	Bottenerosion	380	0,5	190	Morän/sediment i bäckbotten, bredd ca 1-2m
Totalt tillgängligt material ned till Åresjön				1281	

Att ta fram totalt tillgängligt material för upprepade slamströmmar bedöms inte vara relevant då den verkliga synliga erosionen är mycket begränsad samt att bäckarna i huvudsak är nederoderade till berg och att bottenerosionen i stort sett upphört.

Risken för omfattande bergerosion bedöms vara liten då det berg som syns i bäckfårorna i huvudsak håller relativt god kvalitet.

6.5 Bedömningar om risken för slamström

Beräkningar av materialtransport vid en eventuell slamström innehåller en stor andel osäkerheter. De empiriska formler som finns är i huvudsak utvecklade för områden med andra förutsättningar än de som råder inom det studerade området, vilket gör att de resultat som fås ska beaktas med försiktighet och i så stor utsträckning som möjligt verifieras med hjälp av dokumenterade händelser i området.

Vattendrag och bäckar inom området är i huvudsak relativt små och rinner ovanför och inom planerat planområde i huvudsak på berg då jordtäcket är litet inom dessa områden. Vattendragens avrinningsområden begränsas i huvudsak av höjden direkt ovanför vilket gör att dessa är väl avgränsade. Lutningarna inom området är även relativt flacka och ligger i huvudsak under 17° förutom mindre delar av området nedanför Ullådalsvägen och i mellanrummet mellan vägens andra serpentinsväng. Ovanför området förekommer områden med marklutningar större än 17° men dessa flackar ut innan planområdet samt att tillgängligheten på material i de mer höglänta områdena är begränsad.

En jämförelse mellan beräknad transportkapacitet och tillgängligt material ger vid handen att det tillgängliga materialet i huvudsak utgör 20-75% av transportkapaciteten, räknat med 100-årsflöde för dagens förhållanden (före exploatering). För Bergebäcken är dock det bedömda tillgängliga materialet högre än transportkapaciteten. På grund av den stora osäkerheten kring bestämning av transportkapaciteten samt den stora skillnaden mot tillgängligt material är det i detta fall rekommenderat att använda tillgängligt material som dimensionerande faktor vid beräkning av en slamströms potentiella materialtransport.

Aktiviteten i ravinen samt observationer vid fältbesöket visar att erosion och sedimenttransport förekommer i begränsad omfattning längs raviner och vattendrag. Det finns mycket få indikationer i omgivningen kring vattendrag och raviner som tyder på att

slamströmmar ska ha förekommit i någon större omfattning i området. En studie av ortofoton visar tecken på en alluvialkon i Åresjön nedanför Bergebäcken som kan vara resultatet av tidigare slamströmmar eller sedimenttransport under en längre tid från en eller flera av bäckarna.

Det intensiva nederbördstillfället år 2010 bidrog till stora mängder vatten i bäckarna i det studerade området men inga uppgifter om problem med materialtransport eller slamströmmar. Avsättning av sand- och grusmaterial har kunnat observeras vid truminlopp (trolig dämning) och ställen där bäcken kunnat bredda ut. Problem med materialtransport och kraftig erosion uppstod framförallt i Bräckebacken som ligger strax utanför det studerade området.

Bäckfårornas lutning inom de studerade områdena indikerar både på möjligheter för slamströmmar att initieras men även på lutningar där slamströmmar troligen inte initieras. De sträckor längs bäckarna där slamströmmar i huvudsak bedöms kunna initieras är de områden som ligger nedanför Ullådalsvägen. Dock är det relativt korta sträckor och för att en större slamström ska kunna uppstå krävs att även ett skred eller ras initieras så att jordmaterial blir tillgängliga.

Risken för slamströmmar som kan påverka planområdet bedöms således vara låg. Dels på grund av att endast små indikationer på tidigare slamströmmar finns samt på grund av avrinningsområdets begränsade utbredning och lutningsförhållandena ovanför planområdet. Vidare bedöms att den tillgängliga jordvolymen för slamströmmar som kan påverka planområdet är begränsad samt att risken för återkommande slamströmmar är mycket osannolik på grund av begränsning av tillgängligt erosionsbenäget materialet i bäckarna. Det finns dock tydliga förutsättningar för erosion och sedimenttransport i bäckarna vilket med tid lokalt kan leda till igensättning av trummor.

Resultat av den detaljerade avrinningsutredningen (Sweco, 2017) har visat att transportkapaciteten kan antas öka med ca 0,9% och 6% i Buustabäcken respektive Englandsbäcken i konfigurationen efter exploatering vid ett framtida 100-årsregn. Ingen påverkan förväntas i Bergebäcken. Med hänsyn till ovanstående kommentarer bedöms att risken för bildning av en slamström inom och nedanför planområdet ökar marginellt på grund av exploateringen.

7 Erosion av naturlig mark

7.1 Metodik

Benägenheten till erosion av naturlig mark vid avrinning kan översiktligt utredas genom att jämföra bottenskjuvspänningen som orsakas av strömmande vatten τ_0 med markens motståndsförmåga (kritisk skjuvspänning τ_c). Erosion sker när $\tau_0 > \tau_c$.

Bottenskjuvspänning τ_0 har beräknats med hjälp av den avrinningsmodell (Sweco, 2017) som tagits fram för ett framtida 100-årsregn i konfigurationerna före och efter exploatering. Resultaten redovisas i form av kartor i Bilaga 5.

I praktiska tillämpningar är bottenskjuvspänningen beroende av materialstorleken i vattendraget och materialets kritiska bottenskjuvspänning kan uppskattas med hjälp av det kritiska Shields talet:

$$\theta_c = \frac{\tau_c}{(\rho_s - \rho) \cdot g \cdot d_{50}} = 0,047$$

Där:

- $\theta_c = 0,047$: kritiskt Shields tal, motsvarar början av erosion (-)
- τ_c : kritisk bottenskjuvspänning motsvarande d_{50} (N/m²)
- ρ_s : materialets densitet (kg/m³)
- ρ : vattnets densitet (kg/m³)
- g : 9,81 m/s²
- d_{50} : materialets mediandiameter (m)

Erosion av naturlig mark är dock en mer komplex process eftersom vegetationen också bidrar till att öka markens motståndsförmåga. Värden för kritisk bottenskjuvspänning i naturlig mark är svåra att uppskatta på grund av ett antal faktorer som kan påverka, däribland vegetation. Studier av erosionsrisker vid överströmning ovanpå holländska vallar har utförts och värden för kritiska bottenskjuvspänningar för naturlig mark med vegetation bestående av gräs har föreslagits (Hoffmans, 2012).

En sammanfattning av referensvärden för kritisk bottenskjuvspänning för olika typer av material och grästäckning redovisas i Tabell 7-1.

Tabell 7-1. Referensvärden för kritisk bottenskjuvspänning för olika typer av material och grästäckning.

Marktäckning	Kvalitet / Storlek	Kritisk bottenskjuvspänning τ_c (N/m ²)
Gräs (*)	God	125-250
	Medel	50-125
	Låg	25-75
	Mycket låg	5-25
Kohesivt material	$d_{50} < 0,063$ mm	$< 0,1-0,5$
Medium sand	$d_{50} = 0,25-0,5$ mm	0,2-0,4
Grov sand	$d_{50} = 0,5-1$ mm	0,4-0,8
Mycket grov sand	$d_{50} = 1-2$ mm	0,8-1,5
Mellangrus	$d_{50} = \text{ca } 10$ mm	Ca 10

(*): Enligt (Hoffmans, 2012)

Naturlig mark inom studieområdet är av mycket varierande karaktär (främst vegetation, bäckar, myrmark, berg i dagen mm.). För att kunna uppskatta risken för erosion av naturlig mark bedöms att vegetationstäckningen antas vara gräs med kvalitet varierande mellan mycket låg till medel, det vill säga med kritiska bottenskjuvspänningar varierande mellan ca 5 till 125 N/m².

7.2 Resultat

Utifrån analys av kartor från Bilaga 5 kan följande kommentarer formuleras:

- I områden där avrinning sker utanför kanaliserade bäckar är den beräknade bottenskjuvspänningen maximalt ca 25 N/m², det vill säga att erosion av naturlig mark med grästäckning av mycket låg kvalitet inte kan uteslutas, med undantag för tre områden där bottenskjuvspänningar kan uppnå ca 50 N/m²:
 - Skidpistar som ligger norr om planområde 7.
 - Området som ligger i innerkurvan av Ullådalsvägen i anslutning till Engelsbäcken.
 - Områden söder om Bräckebackesjöarna där marklutningar är stora.
- I områden där avrinning sker i kanaliserade bäckar kan bottenskjuvspänningar vara större än ca 100 N/m². Erosion av naturlig mark samt sedimentbotten kan förekomma. Ingen erosion förväntas dock i de sträckor där botten är nederoderade till berg.
- I Engelsbäckens övre del förekommer stora bottenskjuvspänningar som minskar norr om Rödkullen centrum. Detta betyder att vid Rödkullen centrum är

sedimenttransportkapaciteten mindre och avsättning av eventuellt transporterat material uppströms ifrån kan förekomma här. Bottenskuvspänningarna ökar igen nedströms om Ullådalsvägens övre del fram till den djupaste kanaliserade sträckan där de är som högst. Det bör noteras att enligt fältinventeringen är botten i huvudsak nederoderad till berg fram till den djupaste kanaliserade sträckan av bäcken (se avsnitt 4.5).

- Avsättning av eventuellt transporterat material kan förväntas ske vid vägar som korsar avrinningsvägarna, framför allt Ullådalsvägen vid korsning med Buustabäcken, Englandsbäcken och Bergebäcken. Detta gäller även i konfigurationen efter exploatering.
- Höga bottenskuvspänningar fås vid hårda ytor och framförallt vid vägar. Erosionsrisken vid dessa ställen får dock anses som försumbar då aktuellt material är icke erosionsbenägna.
- Analys av kartan motsvarande konfigurationen efter exploatering visar att förutsättningar till erosion förändras något lokalt nedströms om planområden:
 - Den största skillnaden sker nedströms om Rödkullen centrum (planområden 3-5) samt i planområde 2 och nedströms. Förändringar på avrinningsvägar och strömning som sker i tunneln som planeras under Ullåvägen för att ansluta planområdena 2 och 3 orsakar en koncentration av flöden med högre bottenskuvspänningar (ökning i storleksordning ca 20 N/m²) i Englandsbäcken samt även öster om planområde 3 mot Ullåvägens serpentinkurva. Risken är begränsad på ytorna utan vegetation eller med gräs av "låg till medel kvalitet" om botten inte är nederoderad till berg.
 - Ett ökat antal trummor längs Ullåvägen samt omledning av rinnvägar utmed tillkommande vägar kan också leda till en måttlig ökning av erosionsrisken nedströms om Ullåvägen, till exempel väst om planområde 2 och 5. Risken är dock begränsad på ytorna utan vegetation eller med gräs med "låg kvalitet" om botten inte är nederoderad till berg.

8 Rekommendationer för åtgärder och förstärkning

Följande rekommendationer ska gälla för områdets utformning och dimensionering:

- Strävan efter så liten generell flödesökning som möjligt i vattendragen inom området. Dagvatten från byggnader och hårdgjorda ytor bör vara så jämt fördelade och eftersträva nuvarande förhållanden så långt det är möjligt, utjämningsmagasin kan behövas. Koncentrationer av flöden kan ge konsekvenser i form av ökad erosion.
- Vid förändringar i flödesförhållanden i enskilda vattendrag efter exploatering bör förstärkningsåtgärder vidtas för att minska risken för erosion. Framförallt inom bäckar och områden som inte redan eroderats ner till berg. Förstärkningsåtgärder kan vara av energiminskande eller erosionsdämpande karaktär, exempelvis erosionsskydd eller trappsteg.
- Etablering av byggnader inom riskområden för skred och ras kring ravinerna i området nedanför nedre delen av Ullådalsvägen, samt området mellan nedre och övre Ullådalsvägen får inte tillåtas. Se Figur 8-1 samt karta i bilaga 4. Inom området norr om Ullådalsvägens södra del bör en fördjupad utredning kring stabilitetsförhållanden som kan påverka befintlig väg utföras. I detta område får inte heller något ytvatten skickas ut över slänten.



Figur 8-1. Begränsningslinjer inom planområdet, se även bilaga 4. Område där fördjupad utredning för befintlig väg rekommenderas visas inom den streckade polygonen.

- Naturlig vegetation ska behållas i så stor utsträckning som möjligt för att minska risken för erosion eller markskador där erosion, ras eller slamströmmar kan initieras. All vegetation inom ravinbildningarna bör sparas, om delar av befintlig vegetation måste tas bort ska området som berörs omedelbart erosionsskyddas med nytt yttäckande erosionsskydd. Död vegetation, exempelvis träd, grenverk och dylikt bör vid andra arbeten i området rensas bort från bäckar och raviner för att minska risken att de transporteras med och sätter igen trummor vid höglöden. Galler kan anläggas uppströms om trummor som kompletterande åtgärd.

Risken för bildning av en slamström inom och nedanför planområdet bedöms öka marginellt på grund av exploateringen.

9 Referenser

“Detaljerad utredning av stabilisets- och avrinningsförhållanden i Mörviksravinens avrinningsområde, Åre”, Rankka, K., Fallsvik, J. (2004), Statens geotekniska institut (SGI).

“Stability and run-off conditions – Guidelines for detailed investigation of slopes and torrents in till and coarse-grained sediments”, Rankka, K., Fallsvik, J. (2005), Statens geotekniska institut (SGI), Report 68.

”Förstärkningsåtgärder för slant och ravin i morän och annan grov sedimentjord”. Rankka, K., Fallsvik, J. (2005) Räddningsverket. Karlstad.

”Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar – Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96” (delar av). IEG, Implementeringskommission för Europastandarder inom Geoteknik, Rapport 4:2010.

”Slamströmmen i Ånn 30 juli 2006 – Analys av befintlig metodik för översiktlig och detaljerad utredning av faran för slamströmmar”, (2010), Statens geotekniska institut (SGI), Varia 614.

”Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem” (2011), Svenskt Vatten, Publikation P104.

”Detaljerad utredning av avrinningsförhållanden vid Rödkullen”. Sweco Energiguide. 2017-11-14.

“The Influence of Turbulence on Soil Erosion”. G. Hoffmans, Eburon Delft, 2012.

BILAGA 1

RAPPORT

DÄHLIEBYN ÅRE AS/PANORAMA AB

RÖDKULLEN – SKRED OCH EROSIONSUTREDNING

UPPDRAGSNUMMER: 2444618000

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK



PROJEKTERINGSUNDERLAG

ÖSTERSUND

2015-02-27 REV. 2017-06-14

**SWECO CIVIL AB
ÖSTERSUND GEOTEKNIK**

Innehållsförteckning

1	Objekt	2
2	Syfte	2
3	Underlag för undersökningarna	2
4	Styrande dokument	2
5	Geoteknisk kategori	2
6	Tidigare undersökningar	2
7	Befintliga förhållanden	3
7.1	Topografi	3
8	Positionering	3
9	Geotekniska fältundersökningar	4
9.1	Utförda fältförsök och provtagningar	4
9.2	Undersökningsperiod	4
9.3	Fältingenjörer	4
10	Hydrogeologiska undersökningar	4
10.1	Utförda undersökningar	4
10.2	Undersökningsperiod	5
11	Geotekniska laboratorieundersökningar	29
11.1	Utförda laboratorieundersökningar	29
11.2	Undersökningsperiod	29
11.3	Laboratorieingenjörer	29
12	Värdering av undersökningarna	29

Ritningar

02G01	Plan
11G01	Enstaka borrhål

Bilagor

B01	Laboratorieundersökningar (15 sidor)
B02	Inventeringskartor

1 OBJEKT

På uppdrag av Dähliebyn Åre AS och Panorama AB, har Sweco Civil AB utfört en geoteknisk undersökning för utredning av skred- och erosionsrisk i området omkring planerad bebyggelse vid Rödkullen och Ullådalen.

Ursprungligt uppdrag åt Dähliebyn Åre AS kompletterades på uppdrag av Panorama AB under 2016/2017 med fältinventeringar gällande risken för skred, ras och slamströmmar.

2 SYFTE

Utredningen syftar till att översiktligt utreda markförhållanden och benägenhet för skred/ras och slamströmmar i och omkring exploateringsområdet. Undersökningsområdet avgränsas av det aktuella områdets yttre avrinningsområde.

Bakgrunden till utredningen är ett samrådsyttrande från Länsstyrelsen och SGI (Statens geotekniska institut) där en bedömning om att det ej är klarlagt att planförslaget är lämpligt ur ett geotekniskt perspektiv med avseende på skred- och rasrisk och därmed hälsa och säkerhet.

3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNINGARNA

- Skrivbordsstudie "Avrinning och erosion", utförd av Sweco Civil AB Östersund, daterad 2014-11-21
- Översiktlig geoteknisk undersökning "Rödkulleprojektet i Åre", utförd av Sweco Infrastructure AB Östersund, daterad 2012-09-28
- Jordartskarta, upprättad av Sveriges geologiska undersökning (SGU)

4 STYRANDE DOKUMENT

- SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.
- SGF Fälthandbok 1: 2013
- SGF Beteckningssystem

5 GEOTEKNISK KATEGORI

Planerade konstruktioner i området bedöms härröra till geoteknisk kategori 2 (GK2).

6 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Tidigare undersökningar av Sweco Infrastructure AB utfördes i totalt 131 punkter och omfattade:

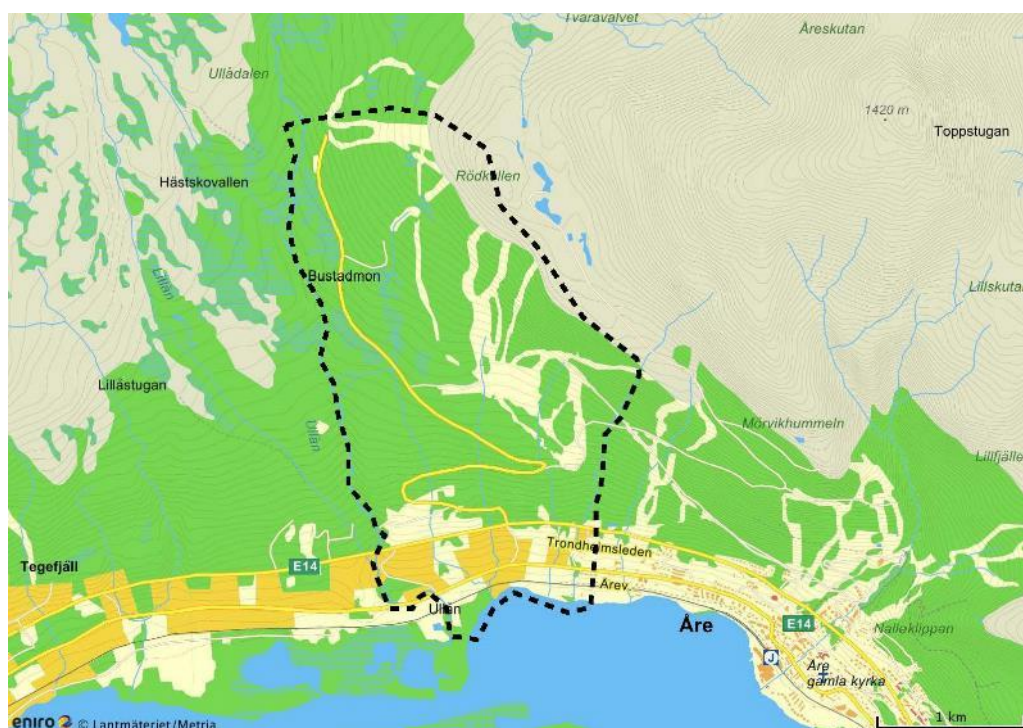
- Kombinerad vikt-slagsondering (Vim/Slb) i 3 punkter
- Slagsondering i 102 punkter

- Störd jordprovtagning (Skr) i 73 punkter med jordprovtagningsskruv
- Markradonmätning i 10 punkter med Markus 10

7 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

7.1 TOPOGRAFI

Aktuellt område lutar huvudsakligen i sydvästlig riktning, från ca 920 m.ö.h. till ca 450 m.ö.h. I områdets nordöstra och nedre del (ovan väg E14) finns brantare partier med lutningar över 17°. I de mellersta delarna av området är lutningarna 10°-17° eller flackare.



Figur 1: Översiktskarta med det undersökta området inramat

8 POSITIONERING

Utsättning och inmätning har utförts av Jonas Bergström (Sweco Civil AB) med hjälp av GPS-punkter i nätverks-RTK.

Koordinatsystem: SWEREF99 1415

Höjdsystem: RH2000

Inmätning av borrhäls punkter har gjorts i mätclass B enligt SGF:s Geoteknisk fälthandbok version 1.0, Rapport 1: 2013

9 GEOTEKNISKA FÄLTUNDERSÖKNINGAR

9.1 UTFÖRDA FÄLTFÖRSÖK OCH PROVTAGNINGAR

Undersökningarna är utförda med en borrhavn av typ Geotech 605. Där terrängen ej tillåtit framkomlighet med borrhavn har en handhållen motordrivsond använts. Undersökningarna utförda med handhållen motordrivsond är SW1401, SW1402, SW1407-SW1410, SW1415 samt SW1416 och hör till typen viktsonderingar.

Omfattningen av undersökningarna kan ses i tabellen nedan:

Tabell 1: Omfattning av utförda undersökningar

Metod	Förkortning	Antal
Viktsondering för utvärdering av jordens relativa fasthet	Vim	8
Slagsondering för bedömning av bergfritt djup	Slb	15
Trycksondering för bedömning av jordens beskaffenhet	Tr	22
Sticksondering för bedömning av bergfritt djup	Sti	1
Skrupprovtagning för kontroll av jordlagerföljd, okulär jordartklassificering	Skr	13
Grundvattenrör för bestämning av grundvattennivåer	Rf	3

Undersökningarnas resultat redovisas på bifogade ritningar 02G01 och 11G01.

9.2 UNDERSÖKNINGSPERIOD

Undersökningarna har utförts i november 2014.

9.3 FÄLTINGENJÖRER

De geotekniska fältarbetena har utförts av Jonas Bergström och Fredrik Delin, Sweco Civil AB.

10 HYDROGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

10.1 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Grundvattenrör, 25 mm PVC-rör med 0,5 m filter i nedre del, har installerats i 4 punkter. Grundvattenrören har installerats i förekommande morän och vattennivån i röret antas motsvara vattentrycket omkring filterspetsen.

10.2 UNDERSÖKNINGSPERIOD

Installationsdatum:

- Rör SW1411G, datum 2014-11-26
- Rör SW1424G, datum 2014-11-26
- Rör SW1426G, datum 2014-11-26
- Rör SW1431G, datum 2014-11-26

Mätning av vattennivån i rören utfördes vid installation.

11 FÄLTINVENTERING GÄLLANDE SKRED OCH SLAMSTRÖMMAR

11.1 ALLMÄNT

Fältinventering av området gällande synliga tecken eller indikationer på slamströmmar eller ras och skred har utförts i två omgångar. En inventering av Engelsbäcken och Bergebäcken samt en mellanliggande ravinbildning utfördes i november 2015 av geotekniker Fredrik Johansson och Carl Hellman.

En kompletterande inventering av övriga delar av området samt Engelsbäcken, Bergebäcken, Buustabäcken och Östra och Västra Hoglandsbäcken utfördes under 1,5 dag i juli 2016 av geotekniker Daniel Sjöstedt.

Inventeringen har i huvudsak utförts enligt metodbeskrivning i SGI rapport 68 *Stability and run-off conditions – Guidelines for detailed investigation of slopes and torrents in till and coarse-grained sediments*. Inventeringspunkter har fastställts genom markering med GPS-punkt istället för hectometrar utifrån bäckarnas sträckning. Ingen sektionering av bäckarna har heller utförts då förhållandena varit så att det inte ansetts ge någon avgörande information, mätning av bottenbredd och djup har utförts ställvis. Sektioner för stabilitetsberäkning i ravinslänter har tagits ut från terrängmodell.

11.2 INVENTERINGSANTECKNINGAR

11.2.1 INVENTERING OVANFÖR DETALJPLANEOMRÅDET

107. Dikning i pist in mot området, tvärs pisten. Berg i dagen i dikesbotten. Rel brant bottenlutning



108. Dike leder ner mot området, ingen fortsättning efter pist, dike mynnar i skogsmark. Troligen berg i dikesbotten



109. Mindre rännilar i pist



110. Mindre bäck mynnar ut på flackare myrområde, sedimenteringsområde om slamström eller sedimenttransport. Dikningar finns tvärs pisten



111. Bergknabbe i dagen, ihopfytning av rännilar/pistdiken, ovanför rinner pistdiket i fallinjen, högt flöde bedöms kunna uppstå, följer flödet en bit.



- 112. Rotvälta vid bäck
- 113. Mindre myr ev. sedimenteringsområde vid högflöde



- 114. Flackt område innan planområdesgränsen, flöde viker 90 grader och passerar sedan pist efter 20m. Högflöde kan nog bryta ut i kurvan över myren.
- 115. Bäck dirigerad in på området, flack lutning



- 116. Bäck (Buustabäcken?)
- 117. Berg i dagen i bäck vid Bustamons fjällgård, 5m nedströms finns plåttrumma under gångstråk
- 118. Flackt område ovan Bustamons fjällgård, det flacka området ger sedimentering av eventuell ovanifrån kommande slamström samt skyddar mot skred/ras
- 119. Myrområde nedanför slänt, skred/ras eller eventuell initierad slamström breder ut endast på myren.



- 120. Bergknabbe,
- 121. Dike från pist (107) mynnar ut på myrområde utan vidare dikning

11.2.2 ENGLANDSBÄCKEN

122. Start kulvertering bäck i trumma, trolig diam 5-600mm



123. Slut kulvertering, 800mm plåtrumma.
124. Berg i bäckbotten, bäcken ca 1,0m bred och 0,5 m djup
125. Spår av erosion, trolig dämning har uppstått bakom några nu borttagna vindfällan, låg bottenlutning.



126. Berg i bäckbotten, låg lutning



127. Gammal bäckfåra på vänster sida, berg i bäckbotten

128. Berg i bäckbotten

129. Äldre spår av erosion i ytterkurva



130. Berg i bäckbotten, gäller även för punkt 131, 133, 134-135-136-137



- 131. Berg
- 132. Kort brant, berg
- 133. Berg
- 134. Berg
- 135. Berg
- 136. Berg
- 137. Passage under väg 600mm trumma berg i dagen



- 138. Utlopp trumma nedströms väg, erosionsskydd av natursten. Nedströms erosionsskydd och väglänt berg i bäckbotten



139. Brantare parti efter väg. Berg i bäckbotten



140. Gammal bäckfåra, ca 20 m lång och 2m vid sidan av

141. Slut brant område berg i bäck

142. Tecken på erosion ca 1,0m ovan botten, mkt gamla spår i svag ytterkurva

143. Berg i bäck, mindre tydligt mycket sten och block

144. Berg i bäck



145. Start brant parti >17 grader berg i bäck



146. Berg i bäck och block/sten

147. Anslutande rännil

148. Berg i bäck, vägpassage 600 trumma ca 50% igensatt. Tecken på stående vatten till ca 1,0m över trumman



149. Vägpassage grusväg, 1000 trumma tecken på sedimentering av grus (vägmaterial?) berg i bäck



168. Skoterbro/lastpall sedimenterat grus mot denna, vattenflöde har någon gång brutit ut mot vänster och sedan återgått till ursprungsfåran (2010?)



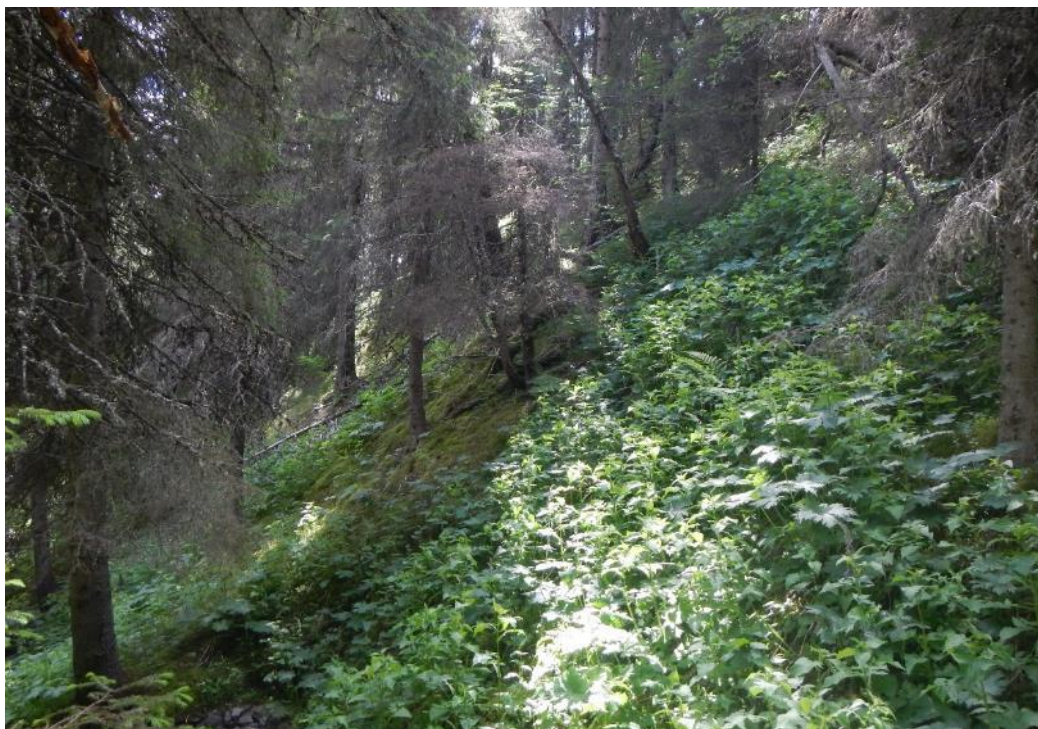
169. Berg i bäckbotten, 3-4m höga slänter i ca 20m på vänster sida, växande träd ingen aktiv erosion. Lite undervegetation.



- 170. Berg i bäckbotten vänster slänt fortsätter slänten brantar på lite och bedöms vara 1:1,5-1:2
- 171. Berg i bäck. Slänter ca 8m höga på vänster sida
- 172. Berg i bäckbotten slänt vänster sida 10m hög närmare 1:1 i lutning, trädbevuxen ingen aktiv erosion. Bred ravin brant vänster, flackare höger slänt



- 173. Start brantare parti i bäck. Vänster slänt flackar ut och höger brantar på 1:1,5-2.
- 174. Mycket brant höger slänt $\geq 1:1$ skogsbeväxt, vänster flackare och på större avstånd från bäck.



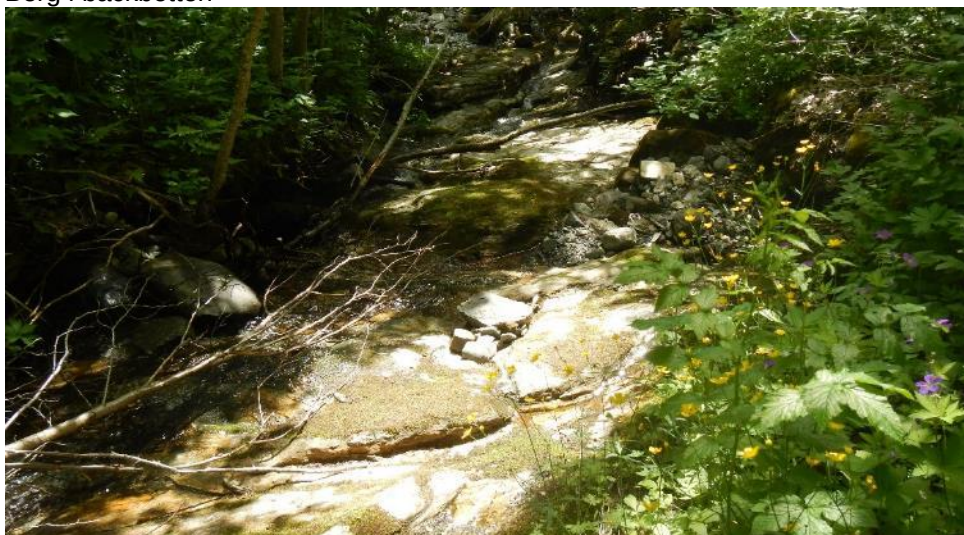
175. Ytligt släpp i mycket brant höger slänt, slänthöjd mer än 20m. Släppet är 5-6m brett och upp till ca 3,0m från bäck. Brottytan är 0,2-0,3m hög. Fuktigt område, grundvatten trycker ut vilket kan vara orsak till skredet. Ytliga rörelser verkar förekomma på fler platser i slänten



176. Litet erosionsärr i höger slänt



177. Mycket brant i kortare del av höger slänt, brantare delen ca 5m hög och 20m lång, tecken på rörelser. Mycket brant bäckparti
178. Berg i bäckbotten, längre slänter 8-10m höga och mindre branta. Fortsatt brant bäck
179. Berg i bäckbotten



180. Berg i bäckbotten, tecken på att bäcken breddar, löst gru vid sidan av bland vegetation
181. Svag vänsterkrök, ytterkurva erosionsskyddad med sten och geonät, berg i bäck



182. Sten och block i bäckbotten, höglöde verkar någon gång nått ca 0,6m ovan bäckbotten. Sidor 0,8-1,0 botten bredd ca 2,0m. blir något mer nedskuren nedströms
183. Ca 1,5m nedskuren, block och sten i sidor och bäckbotten. Bottenlutning ca 10 grader



184. Trumma 1500 under Rödkullenanslutning
185. Höjdskillnad mellantrummor Anslutning/E14 ca 0,6m. Bild tagen på bäckens fortsättning efter E14



195. Englandsbäcken mot Duvedsvägen bäckbotten endast 0,6m under väg, löst material i dike. Bäckens breddar troligen över Duvedsvägen vid högflöde.



11.2.3 BERGEBÄCKEN

150. Start inventering ravin 3 (uppströms, Bergebäcken) Berg i bäck vid vägpassage grusväg 800 trumma? Viss sedimentation i ytterkurva innan trumma



- 151. Berg, sedimenterat grus i ytterkurva
- 152. Kort förgrening
- 153. Flödesmärke på sten upp till ca 0,5m ovan bäckbotten



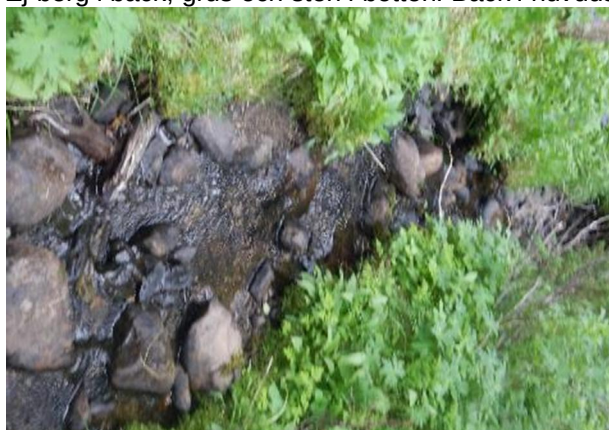
- 154. Ytterkurva, möjlighet för bäck att bryta ut vid högflöde, bör dock återgå till nuvarande fåra efter ett 10-tal meter. Berg i bäck. 20m uppströms och till vänster finns en instabil slänt i bäckens strömningsriktning. Troligen instabil på grund av att det ytliga och tunna jordtäcket glider på berget under vid höga vattennivåer/grundvatten



-
155. Mindre brant i bäcken ca 10 grader berg i bäck
156. Utlopp trumma under väg anslutning vägdike från vänster, spår av sedimentering av väggrus i undervegetationen



157. Ovanför Ullådalsvägen delar sig flödet, följer det högra som går upp mot skidområdet och verkar hålla mer vatten. Berg i bäckbotten och en mindre rotvälta
158. Ej berg i bäck, grus och sten i botten. Bäck i huvudsak mindre än 0,5m bred



159. Meandrar över myrområde till hit från 158
160. Brantare efter myrområde ca 10 grader
161. Berg i bäck, mindre ravinbildning ca 2,0m djup
162. Ravinen minskar successivt i djup, här ca 1-1,5m djup, ingen pågående erosion bra växtskydd av slänter. Berg i bäck till 163
163. Ingen ravinbildning, endast bäck
164. Berg i bäck, flackt
165. Rinner längs pist, flackt 0,3m bred och djup, vatten ca 5 cm



- 166. Berg i bäck, bäck kulverterad under pist, kabelbro över bäck. Flackt
- 167. Inventering avslutad, myrområde vid Pistområdet Rödkullen
- 186. Ravin 3 (Bergebäcken) uppströms inventering. 1200 trumma under E14, begränsad av ca 0,1m plåt som samlar grus. Sten/block i bäckbotten ca 2,0m djup 1-1,5m bred slänter 1:1-1,5 flödesmärke på sten ca 0,5m ovan bäckbotten



- 187. Mycket brant höger slänt, 3,0m hög brantare än 1:1. Medellutning i bäck ca 12-17 grader
- 188. Mindre ras från höger slänt, djurnergång från betesmark



- 189. Slut betesmark medellutning 12-16 grader
- 190. Något flackare bottenlutning ca 10 grader, början på högre höger slänt och vänster (ligger längre bort från bäck)
- 191. Mkt brant höger slänt i ytterkurva 6-8m hög brantare än 1:1 ca 30 m lång



- 192. Mycket bråte och nerfallna träd i bäckloppet. Omöjligt att fortsätta gå i bäcken
- 193. Berg i bäckbotten, punkten tagen ca 15 m vänster om bäcken
- 194. Berg i bäckbotten, åter på grusvägen.
- 195. –
- 196. Bergebäcken rinner under Duvedsvägen

11.2.4 MINDRE BÄCKLOPP MELLAN ENGLANDSBÄCKEN OCH BERGEBÄCKEN

Denna bäck inventerades 2015, observationspunkter finns i ritning 02G01.

20. Myrområde där ravinen börjar.
21. Inlopp till ravinen från myren.



22. Tätt vegetation i ravinen, ingen aktiv erosion
23. Tätt vegetation ingen aktiv erosion, brant



11.2.5 BUUSTABÄCKEN

Inventeringspunkter återfinns i bilaga 2 och 3, Bäckens inventerad som östra och västra Hoglandsbäcken men har senare ändrats till Buustabäcken.

197. Utloppet från vägtrumman ansluter vinkelrätt mot diket som dirigerar flödet. Diket åtgärdat med 0-100, geotextil och geomembran. Vallen ca 1,0m bred.



198. Andra bäcken ansluter i diket, det var här bäckarna bröt igenom ner mot bostadsområdet
199. Början på kulvert med cirkulärt galler, utloppet troligen en 500mm trumma, svårt att uppskatta.



Omstart inventering ovanför Ullådalsvägen

200. Start mindre bäck vid vägpassage, följer uppströms sten och block i bäckbotten
201. Skoterbro/passage, något ökad lutning 5-10 grader
202. Bäckens försvinner på myr
203. Spår av bäck
204. Spår av bäck
205. Spår av bäck



206. Följer en bäck med mindre flöde, rinner ut från myr. Lutning efter myr 5 grader.
Bäckfåra 0,5 djup och 0,3-0,4m bred. Väster om första bäcken



207. Mer lutning börjar ca 10 grader, berg i bäckbotten
208. Berg i bäckbotten
209. Lutning ca 5 grader
210. Berg i bäckbotten
211. Berg i bäckbotten
212. 90grader vinkeländring, liten äldre ravinbildning börjar. Flacka slänter ca 1-1,5m djup. Ca 10 grader, berg i bäckbotten
213. Start brantare lutning på kort sträcka 10-15m 10-15 grader, berg i bäckbotten
214. Berg i bäckbotten 15-18 grader lutning



- 215. Berg i bäckbotten
- 216. Flackare lutning ej berg i bäckbotten, 5 grader
- 217. Brantare precis innan väg, 5-10 grader
- 218. Passage under väg i plåttrumma 800mm

11.2.6 INTERVJUER MED NÄRBOENDE

Samtal om 2010 med närboende:

Passerande kvinna boende i närområdet:

Största problemen uppstod vid Bräckebacken. Stående vatten vanligt där Englandsbacken passerar Duvedsvägen. (Dämmande sidotrumma?)

Boende vid Bergebäcken

Endast höga flöden i bäckar från Rödkullenområdet, inga problem med slam eller bråte, inga trummor som satte igen. Värre i Bräckebacken (som har större avrinningsområde, min kommentar). Problem med höga flöden i bäcken har även uppstått när trummor på norra sidan om Rödkullenanslutningen satt igen och vatten runnit ner till Englandsbacken och Bergebäcken längs E14, ibland har vatten kunnat brädda ända till Bräckebacken. Problem inne i bostadsområdet på grund av kulvertering av vattendrag.

Boende i bostadsområde precis där bäcken bröt igenom

Buustabäckens östra förgrening, bröt (i punkt 198) igenom vallen då trumman gick så full att vattnet sprutade rakt mot vallen och spolade bort materialet. Vallen återuppbyggd med framförallt bergkross. Vallen är på den sträcka som blev bortspolad tätad med geomembran för att det fortsatte att perkolera vatten genom den nya vallen efter 2010.

12 GEOTEKNISKA LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

12.1 UTFÖRDA LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Följande laboratoriearbeten har utförts:

- Okulär klassificering av 15 st störda prover upptagna med skruvprovtagare (9 provtagningspunkter)
- Korngraderingskurvor genom tvättning och siktning för 15 st störda prover upptagna med skruvprovtagare (9 provtagningspunkter)

12.2 UNDERSÖKNINGSPERIOD

Laboratorieundersökningarna har utförts under januari 2015.

12.3 LABORATORIEINGENJÖRER

Laboratoriearbetet har utförts av Svevia AB, ansvarig Sonja Olofsson.

13 VÄRDERING AV UNDERSÖKNINGARNA

Sonderingsstopp för den handhållna motordrivsonden hamnar på små djup då metoden är relativt kraftlös. Övriga undersökningar har utförts enligt rådande normer utan avsteg.

SWECO Civil AB

Geoteknik/Östersund

Carl Hellblom/Daniel Sjöstedt

Handläggare

Robert Jonasson

Granskare



ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 14 15
HÖJDSYSTEM: RH 2000

Ritningen redovisas enligt SGF/BGS
beteckningssystem version 2001:2

Ritningen gäller endast geoteknisk information från
utförda undersökningar

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
DÄHLIEBYN ÅRE AS RÖDKULLEN				
SWECO				
UPPDRAGSNUMMER 2444618	RITAD/KONSTR. AV L. BAGGE	GRANSKAD AV R. JONASSON	DATUM 2015-02-27	ANSVARIG C. HELLBLOM
ENSTAKA BORRHÅL				
SKALA A1 1:100 A3 1:200	RITINGSNUMMER 11G01		BET	

BILAGA 1

Laboratorieprotokoll siktanalyser

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum
2014-11-12
Ankomstdatum
2014-12-22

Analys start
2015-01-07
Analys slut
2015-01-14

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Referens nr

Provtagningsplats
Borrhål: SW1413
Provtagare
JB
Märkning
Djup: 0,15 - 0,8 m

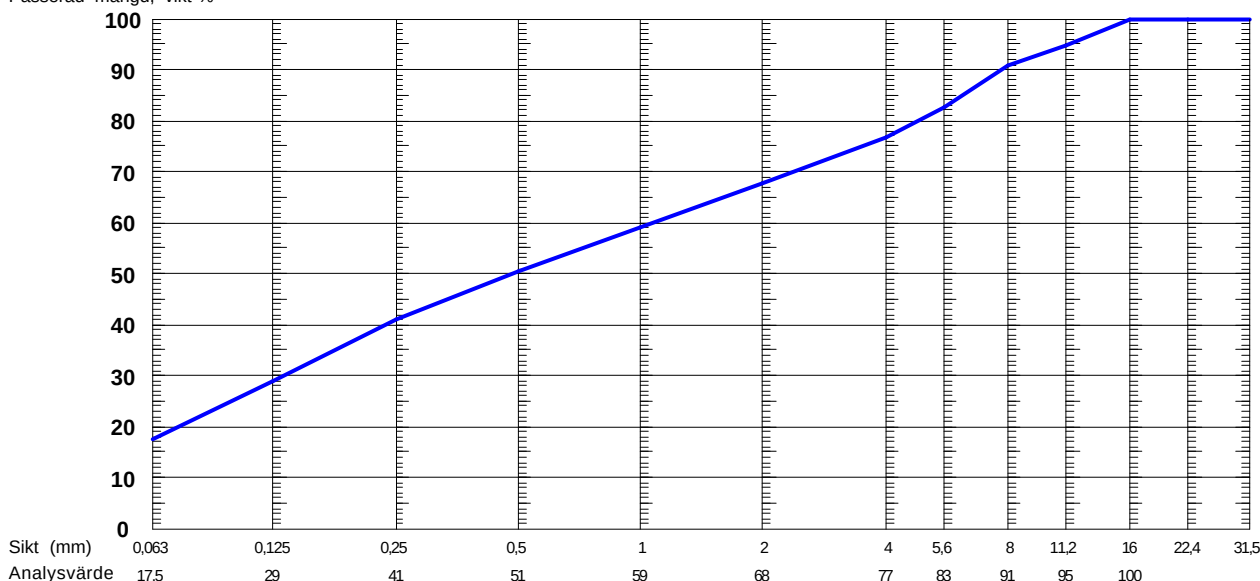
Id-nummer

Entreprenör

Objekt
Rödkullen

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-
värde

+/-

Fraktion
(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

grsiSa

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

3B/2

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05

Elin Olander, Laboratorietekniker
Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Entreprenör

Objekt
Rödkullen

Provtagningsdatum
2014-11-18
Ankomstdatum
2014-12-22

Analys start
2015-01-07
Analys slut
2015-01-14

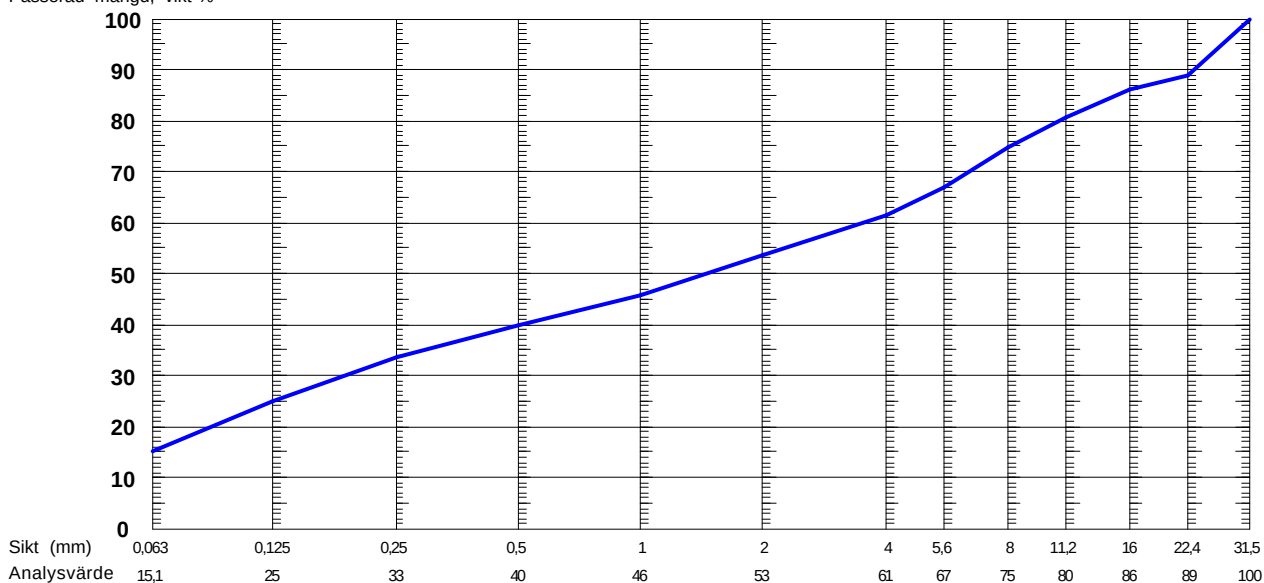
Referens nr

Provtagningsplats
Borrhål: SW1417
Provtagare
JB
Märkning
Djup: 0,0 - 1,7 m

Id-nummer

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-
värde

+/-

Fraktion
(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

sagrsi

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

2/1

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05

Elin Olander, Laboratorietekniker
Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-11

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Entreprenör

Provtagningsplats

Borrhål: SW1421 prov 1

Provtagare

JB

Objekt

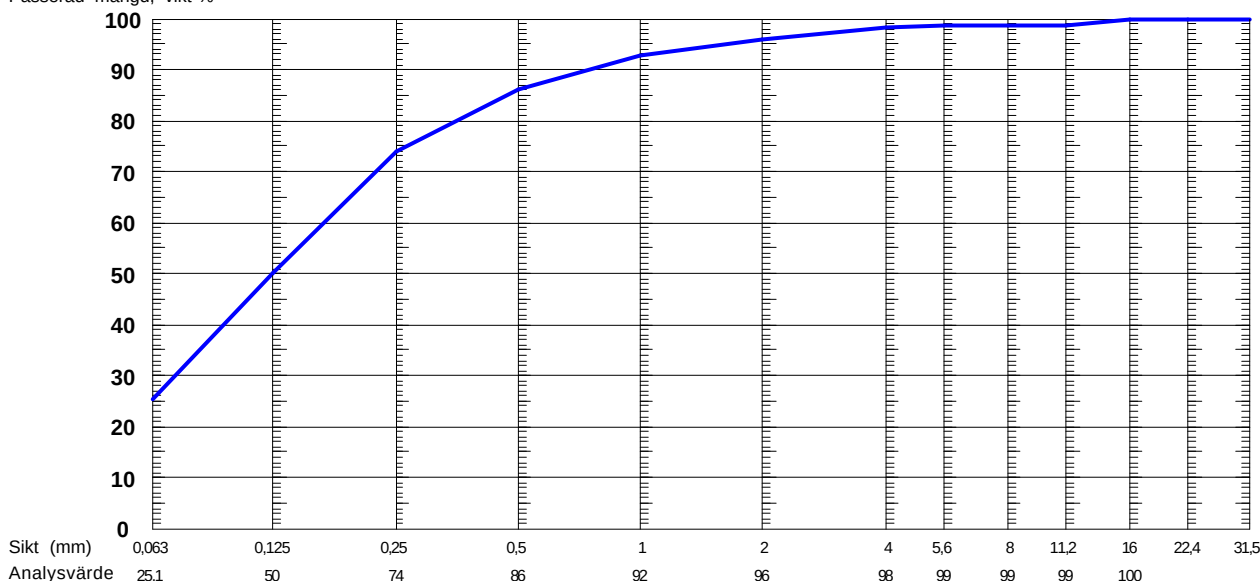
Rödkullen

Märkning

Djup: 0,35 - 1,1 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

siSa

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

3B/2

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-11

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1421 prov 2

Provtagare

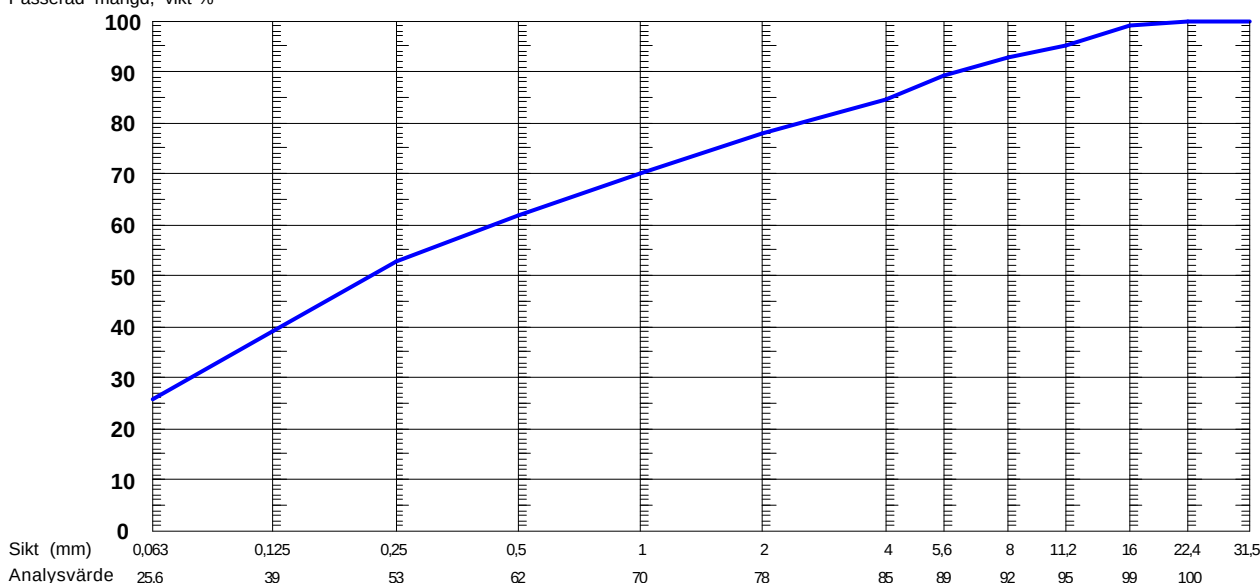
JB

Märkning

Djup: 1,1 - 2,2 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

siSa

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

3B/2

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Acrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum
2014-11-05
Ankomstdatum
2014-12-22

Analys start
2015-01-07
Analys slut
2015-01-14

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Referens nr

Provtagningsplats
Borrhål: SW1423
Provtagare
JB

Id-nummer

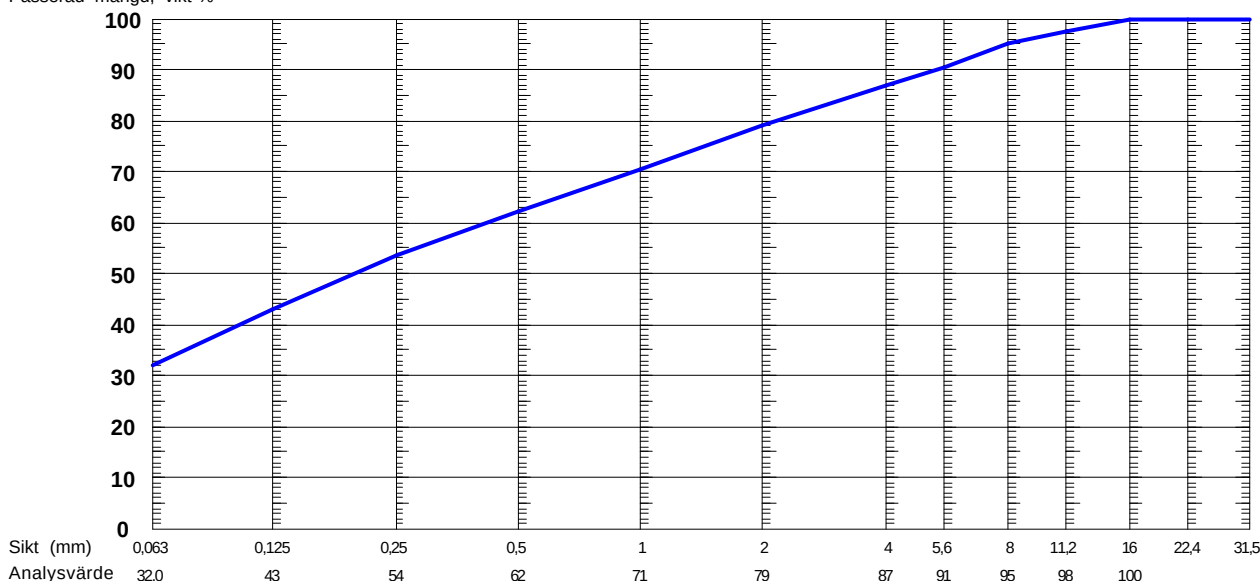
Entreprenör

Objekt
Rödkullen

Märkning
Djup: 2,4 - 3,1 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-
värde

+/-

Fraktion
(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

sasi

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

4A/3

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05

Elin Olander, Laboratorietekniker
Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum
2014-11-18
Ankomstdatum
2014-12-22

Analys start
2015-01-07
Analys slut
2015-01-14

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Referens nr

Provtagningsplats
Borrhål: SW1424
Provtagare
JB

Id-nummer

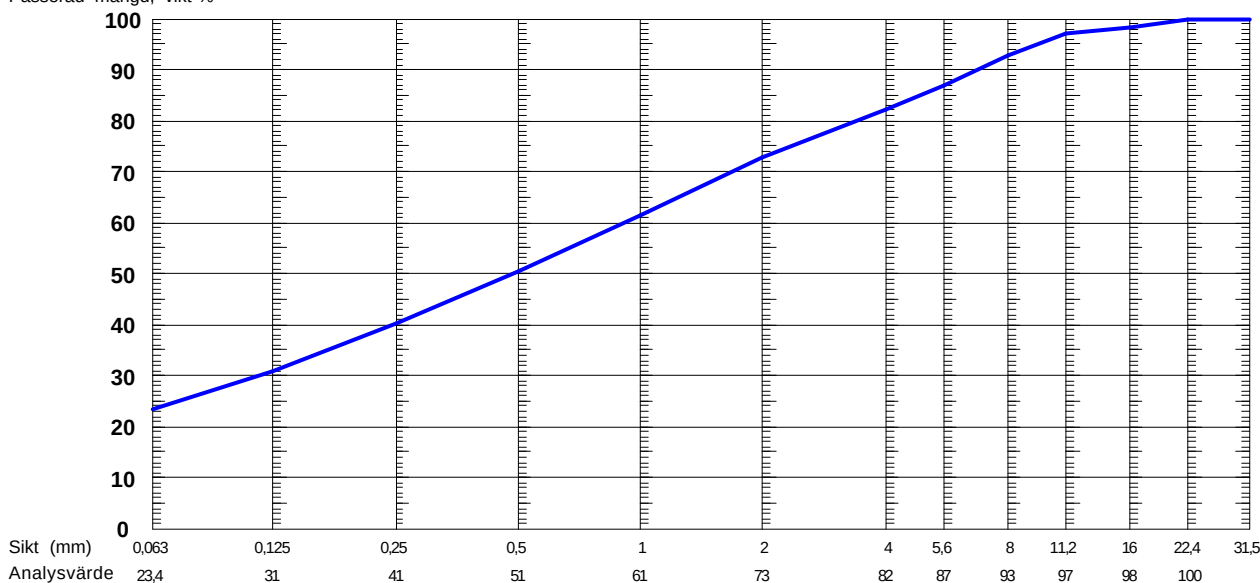
Entreprenör

Objekt
Rödkullen

Märkning
Djup: 0,0 - 1,6 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-
värde

+/-

Fraktion
(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

grsasi

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

3B/2

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05

Elin Olander, Laboratorietekniker
Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Sedimentation

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Entreprenör

Objekt
Rödkullen

Provtagningsdatum

2014-11-19

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Referens

Idnummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1426 prov 1

Provtagare

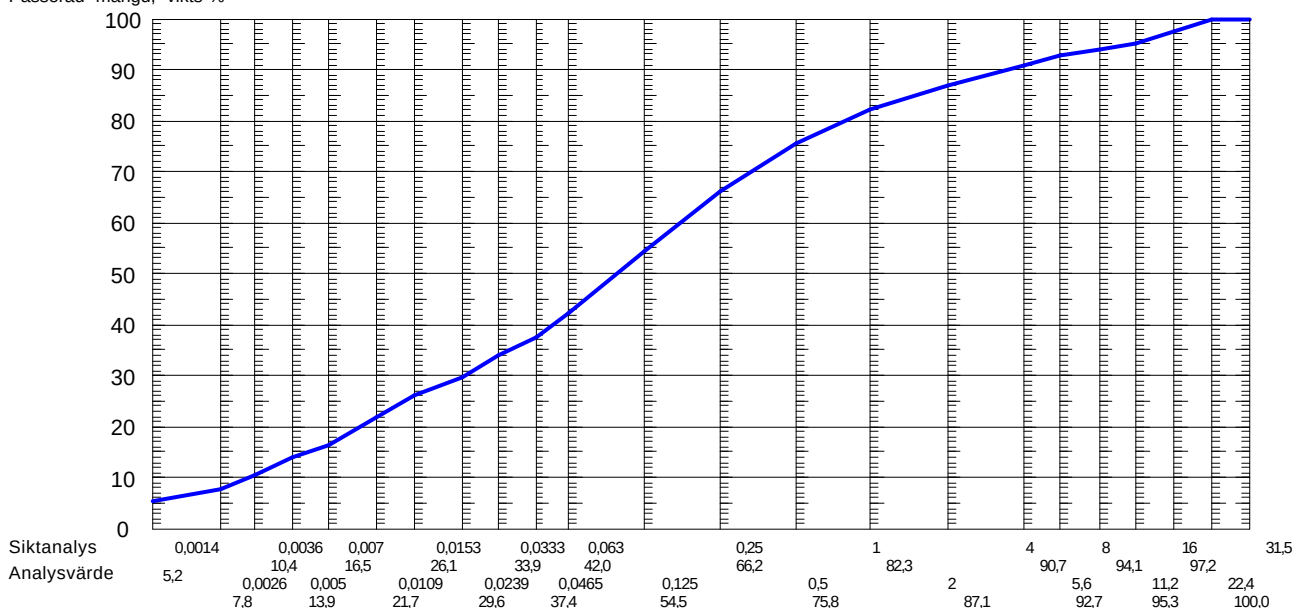
JB

Märkning

Djup: 0,3 - 0,5 m

KORNSTORLEK

Passerad mängd, vikts-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS 027124 Sedimentationsanalys [EA]

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Halt 0,002 / 63 mm (vikts-%)

6,5

Finjordshalt < 0,063 mm (vikts-%)

42,0

Sandhalt 0,063 - 2 mm (vikts-%)

45,1

Grushalt 2 - 63 mm (vikts-%)

12,9

Klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

saleSi

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

5A/4

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05

Sonja Olofsson, Platschef

Digitalt utfärdad signatur

Sedimentation

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Entreprenör

Objekt
Rödkullen

Provtagningsdatum

2014-11-19

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Referens

Idnummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1426 prov 2

Provtagare

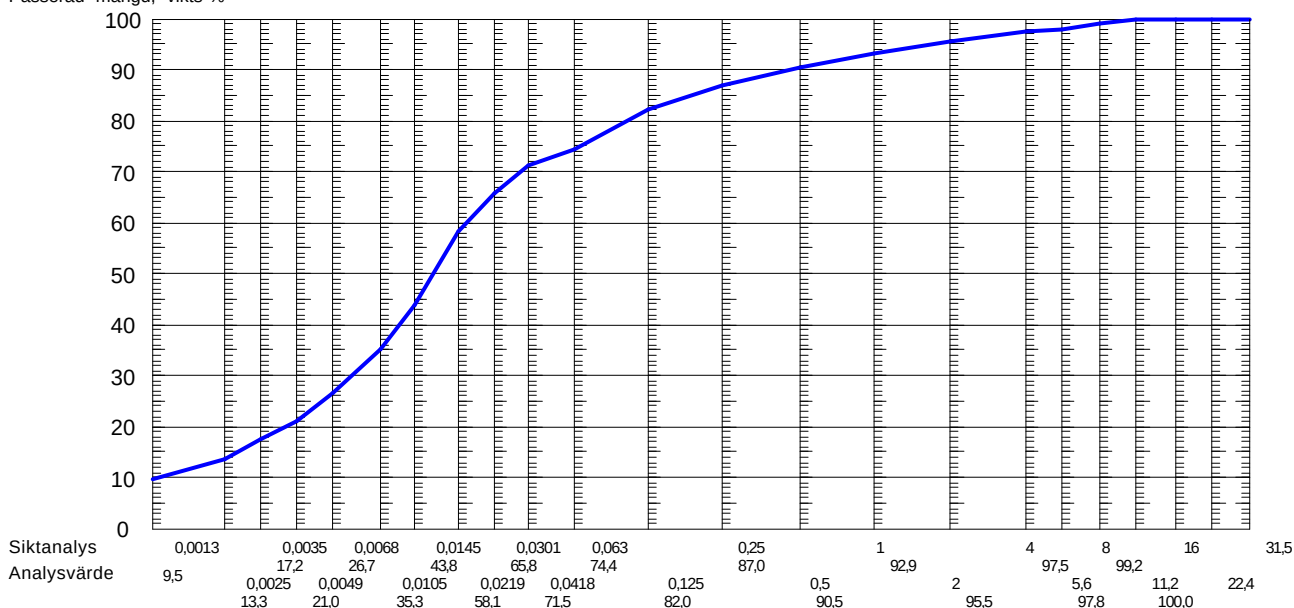
JB

Märkning

Djup: 0,5 - 1,0 m

KORNSTORLEK

Passerad mängd, vikts-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS 027124 Sedimentationsanalys [EA]

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Halt 0,002 / 63 mm (vikts-%)

11,4

Finjordshalt < 0,063 mm (vikts-%)

74,4

Sandhalt 0,063 - 2 mm (vikts-%)

21,1

Grushalt 2 - 63 mm (vikts-%)

4,5

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

5A/4

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

IeSi

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05

Sonja Olofsson, Platschef

Digitalt utfärdad signatur

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-19

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1426 prov 3

Provtagare

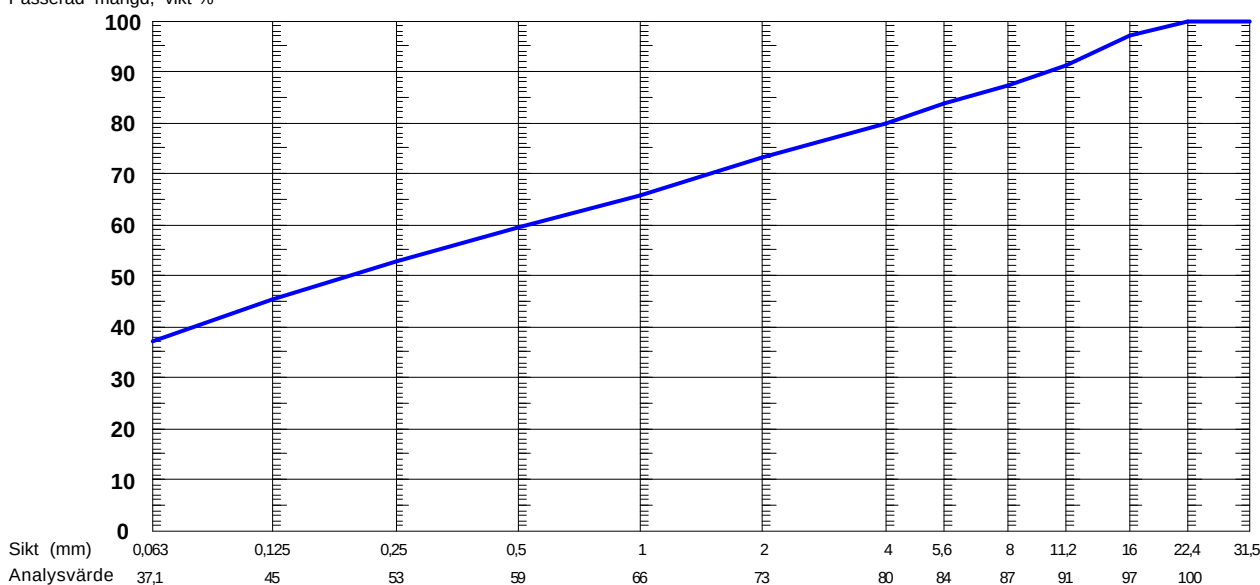
JB

Märkning

Djup: 1,0 - 2,0 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

grsale

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

4A/3

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-20

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1428

Provtagare

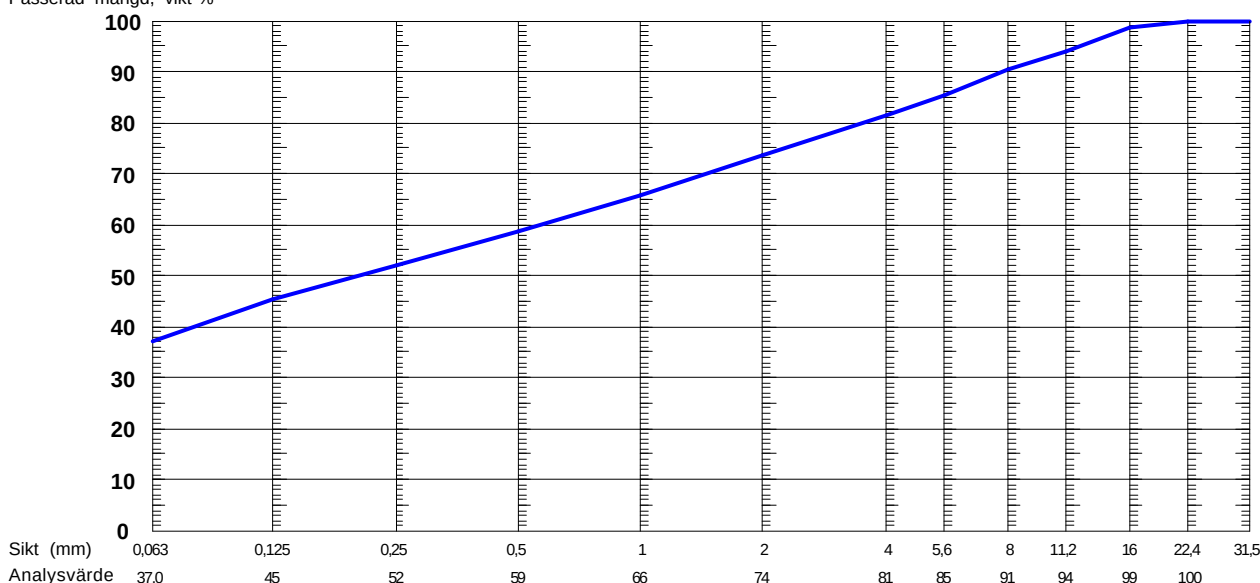
JB

Märkning

Djup: 0,2 - 2,9 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-

värde

Fraktion

+/-

(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

grsale

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

4A/3

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-19

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Entreprenör

Provtagningsplats

Borrhål: SW1429 prov 1

Provtagare

Objekt

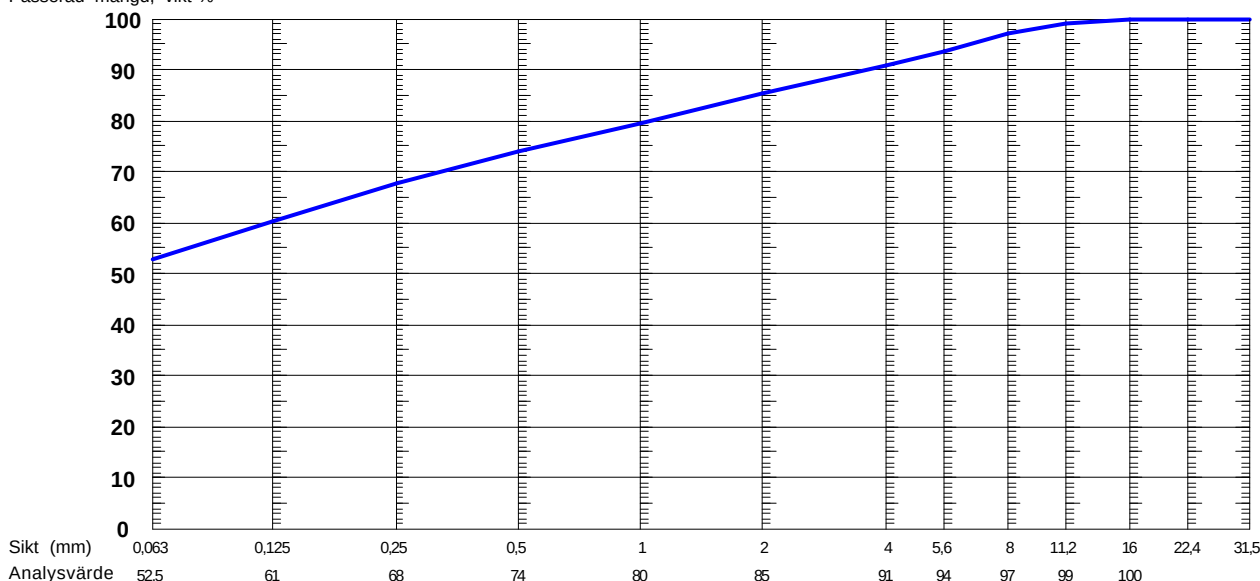
Rödkullen**JB**

Märkning

Djup: 0,1 - 1,3 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-

värde

Fraktion

+/-

(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

sasiLe

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

5A/4

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-19

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1429 prov 2

Provtagare

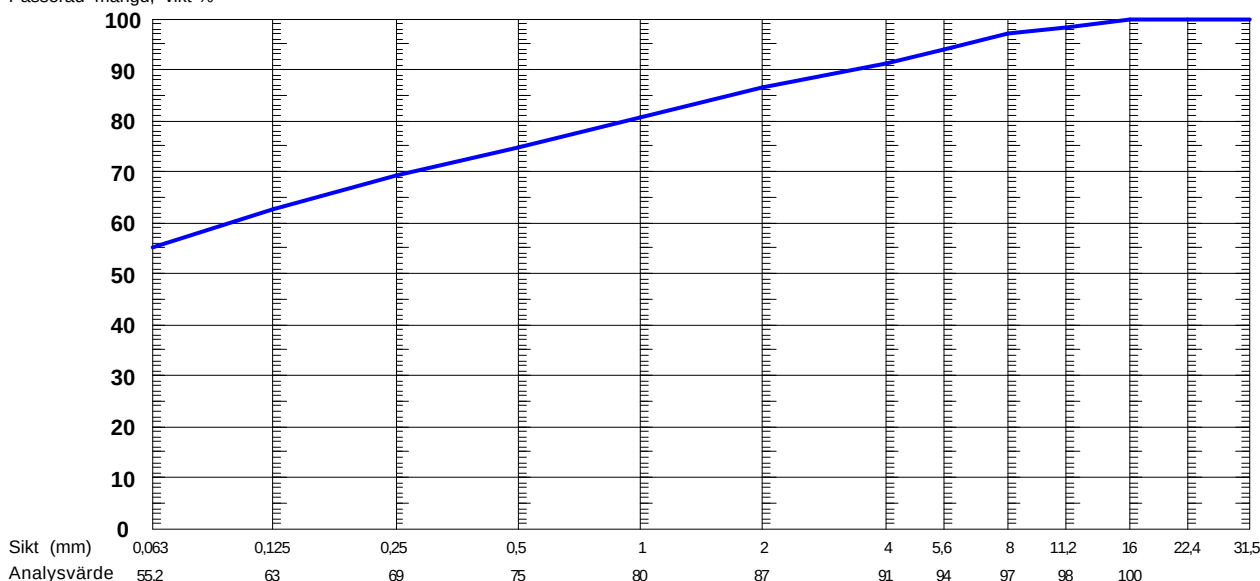
JB

Märkning

Djup: 1,3 - 1,7 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

saLe

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

5A/4

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-19

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Entreprenör

Provtagningsplats

Borrhål: SW1429 prov 3

Provtagare

Objekt

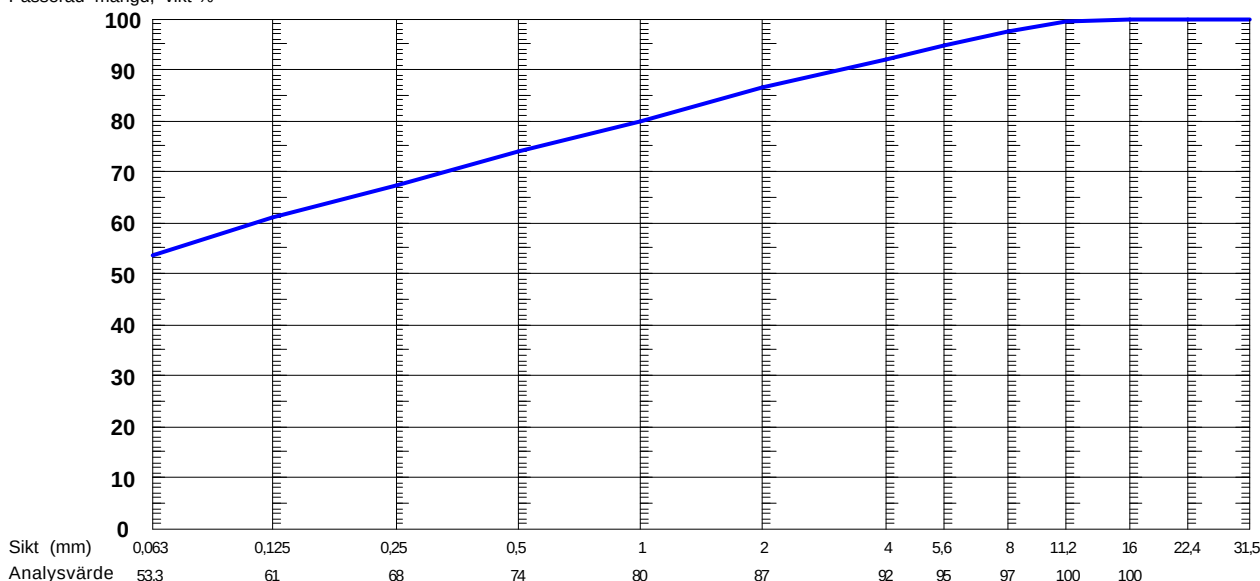
Rödkullen**JB**

Märkning

Djup: 1,7 - 2,7 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-

värde

Fraktion

+/-

(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

saLe

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

5A/4

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Produkt
Jordmaterial
Leverantör

Entreprenör

Objekt
Rödkullen

Provtagningsdatum

2014-11-20

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Referens nr

Id-nummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1431 prov 1

Provtagare

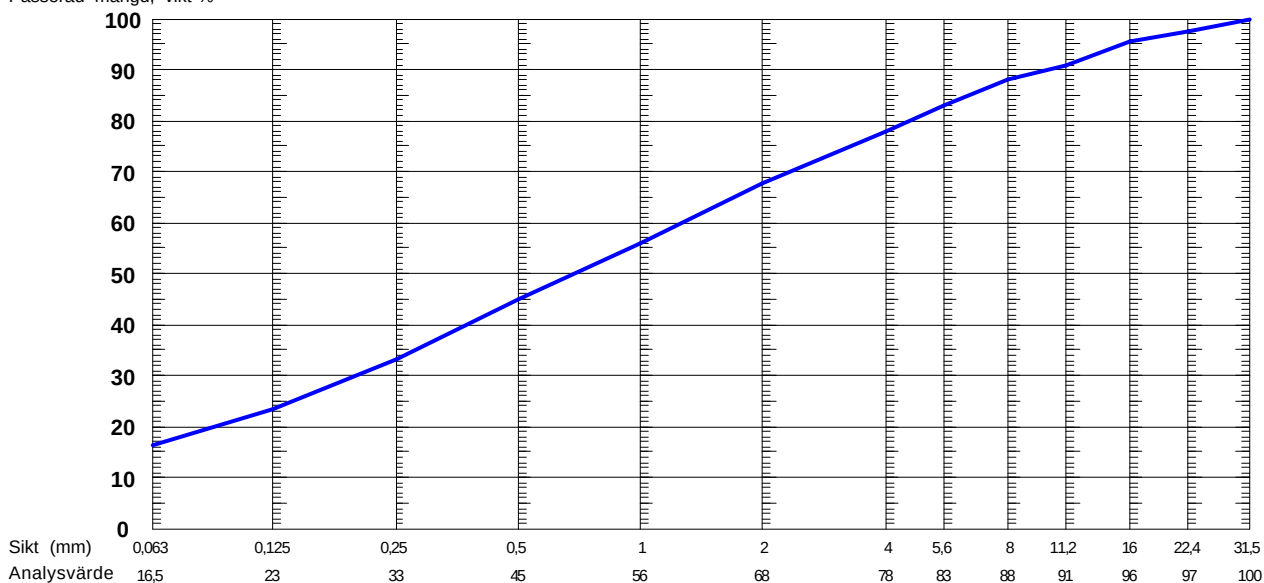
JB

Märkning

Djup: 0,3 - 3,1 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Kommentar

Medel-

värde

Fraktion

+/-

(mm)

Notering

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

grsiSa

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

3B/2

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Acrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

Stenmaterial

Sidan 1 av 1

Beställare
Sweco Civil AB
Fredrik H Johansson
Box 264
831 23 Östersund

Provtagningsdatum

2014-11-20

Ankomstdatum

2014-12-22

Analys start

2015-01-07

Analys slut

2015-01-14

Produkt

Jordmaterial

Leverantör

Referens nr

Id-nummer

Provtagningsplats

Borrhål: SW1431 prov 2

Provtagare

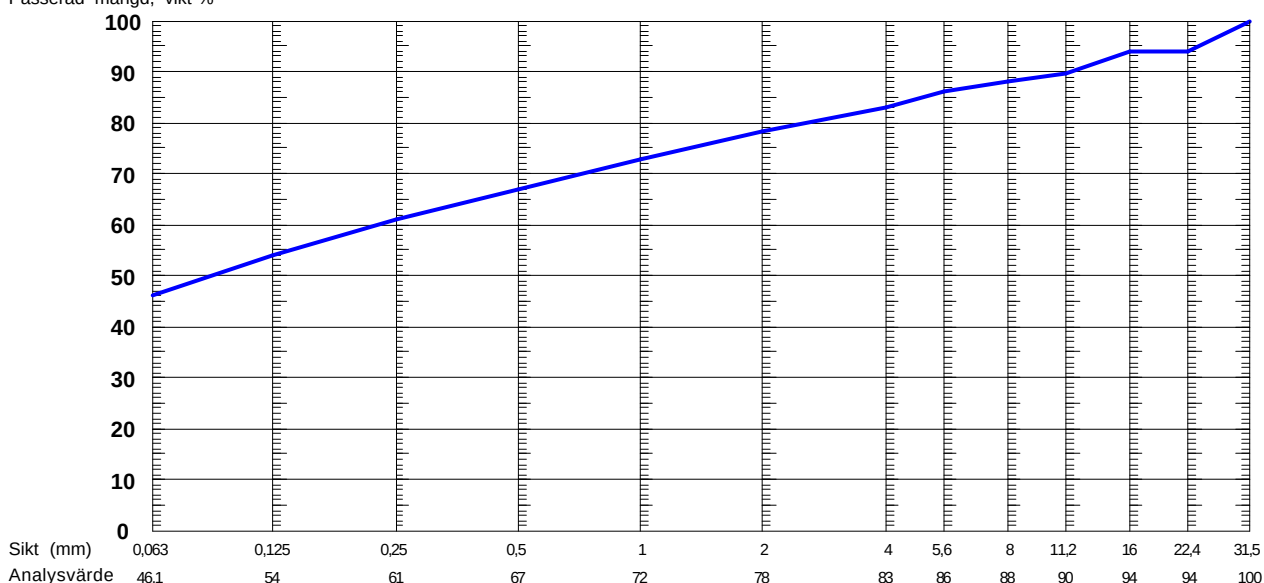
JB

Märkning

Djup: 3,1 - 3,8 m

KORNSTORLEKSFÖRDELNING

Passerad mängd, vikt-%



Provresultat

Medel-

Fraktion

Notering

Kommentar

värde

+/-

(mm)

SS-EN 933-1 Kornstorleksfördelning

Tvättning och siktning

Okulär klassificering / benämning enl. bilaga AMA 13 [EA]

saLe

Material/Tjälfarlighetsklass AMA 13

5A/4

Ort och datum

Brunflo 2015-02-05**Elin Olander, Laboratorietekniker**

Digitalt utfärdad signatur

Provresultatet avser endast till laboratoriet inkommit prov.

(EA) = Ej Akrediterad metod. (E) = Enkelprov

För övrig information se kundbilaga som finns på www.svevia.se / produkter & tjänster / asfalt / laboratorier.

BILAGA 2

Inventeringskartor ras, skred och slamströmmar

N

W

E

S

0

125

250

500

750

1,000

Meter

Teckenförklaring

• Observationspunkter (2016-07-04)

Bäckar (Sweco Environment)

Bare Rock (SGI R69)

Landslide (SGI R69)

Rödkullen - Inventeringskarta skred och slamströmmar - ortofoto				SWECO Energiguide AB Gjörwellsgatan 22, Box 34044. 100 26 Stockholm Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60			
UPPRÄTTAD FÖR				UPPDRAG NR.	RITAD/KONSTR AV	HANDLAGGARE	
Rödkullen Panorama AB				5473098000	Non Okumura	Non Okumura	
BESTÄLLARENS OMBUD				DATUM	ANSVARIG/GRANSKNING		
				2017-06-16	Pierre-Louis Ligier		
DATUM	GRANSKAD AV BESTÄLLAREN	DATUM	GODKÄND AV BESTÄLLAREN	SKALA	REFERENSSYSTEM	BET	
				1:12,500 (A3)	SWEREF99_1415 - RH2000		

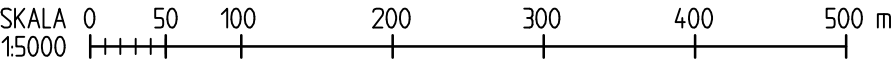
BILAGA 2



ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 14 15
HÖJDSYSTEM: RH 2000

PLAN
1:5000



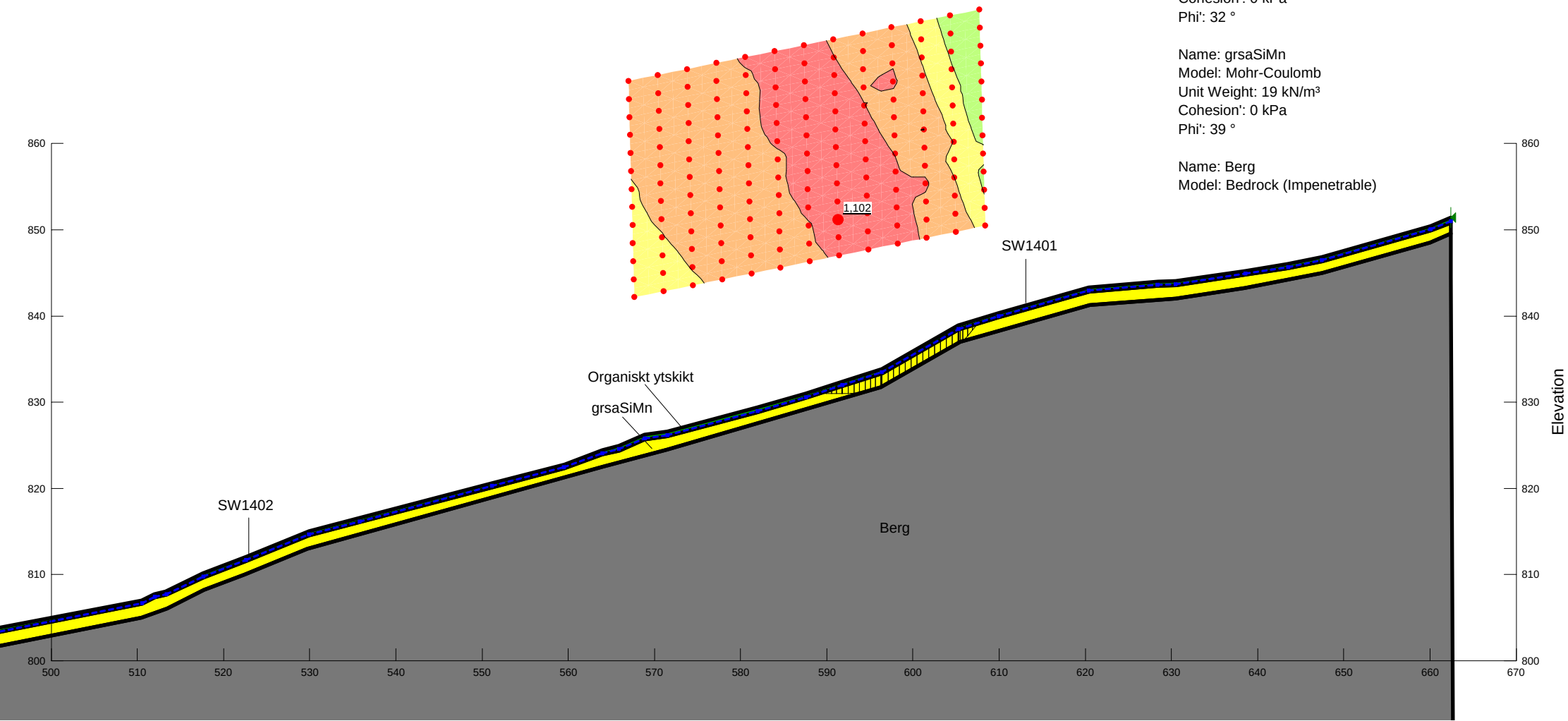
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
ARBETSMATERIAL				
DÄHLIEBYN ÅRE AS RÖDKULLEN				
SWECO 				
UPPDRAGSNUMMER 2444618	RITAD/KONSTR AV SEBBQB		GRANSKAD AV	
DATUM 2015-07-16	ANSVARIG			
PLAN LÄGEN STABILITETSSEKTIONER				
SKALA A1 1:5000 A3 1:10000	RITNINGSNUMMER			BET

Sektion A1
Cirkulär glidyta
Grundvattenyta ca 0,3 m under befintlig markyta

Name: Organiskt ytskikt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °

Name: grsaSiMn
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 39 °

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)



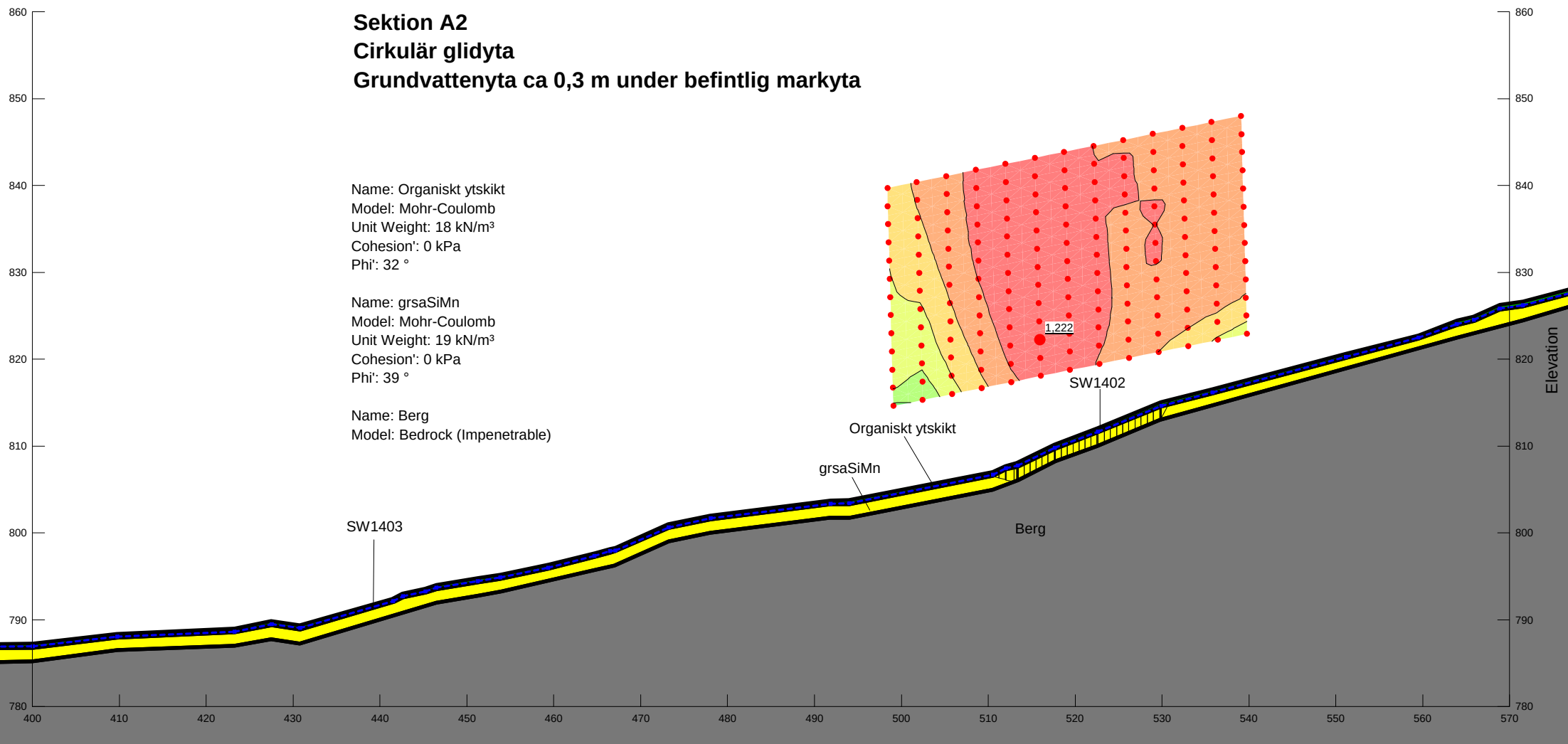
Name: Organiskt ytskikt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 32 °

Name: grsaSiMn
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 39 °

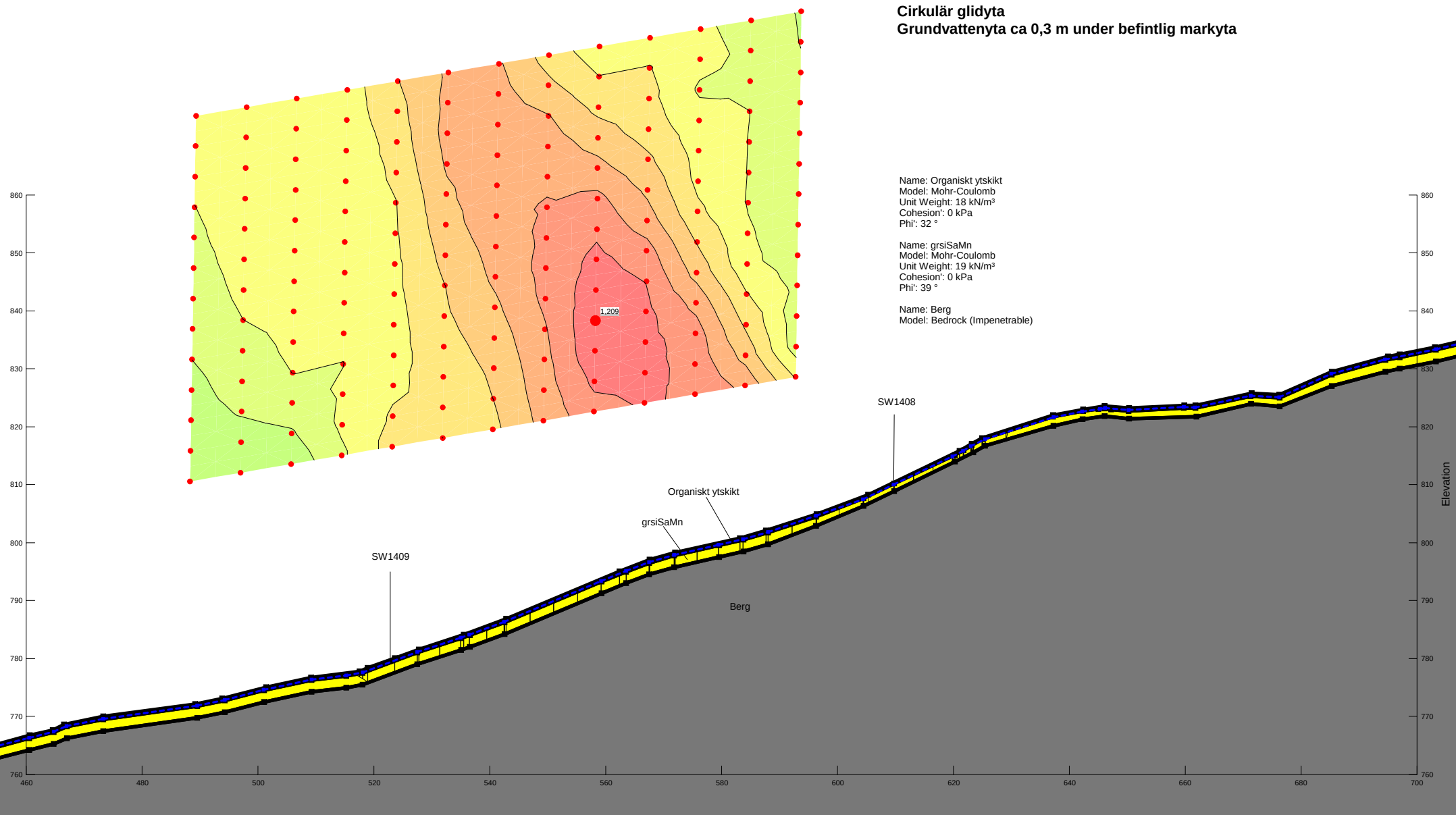
Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

Name: grsaSiMn
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 39 °

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)



Sektion B3
Cirkulär glidyta
Grundvattenyta ca 0,3 m under befintlig markyta

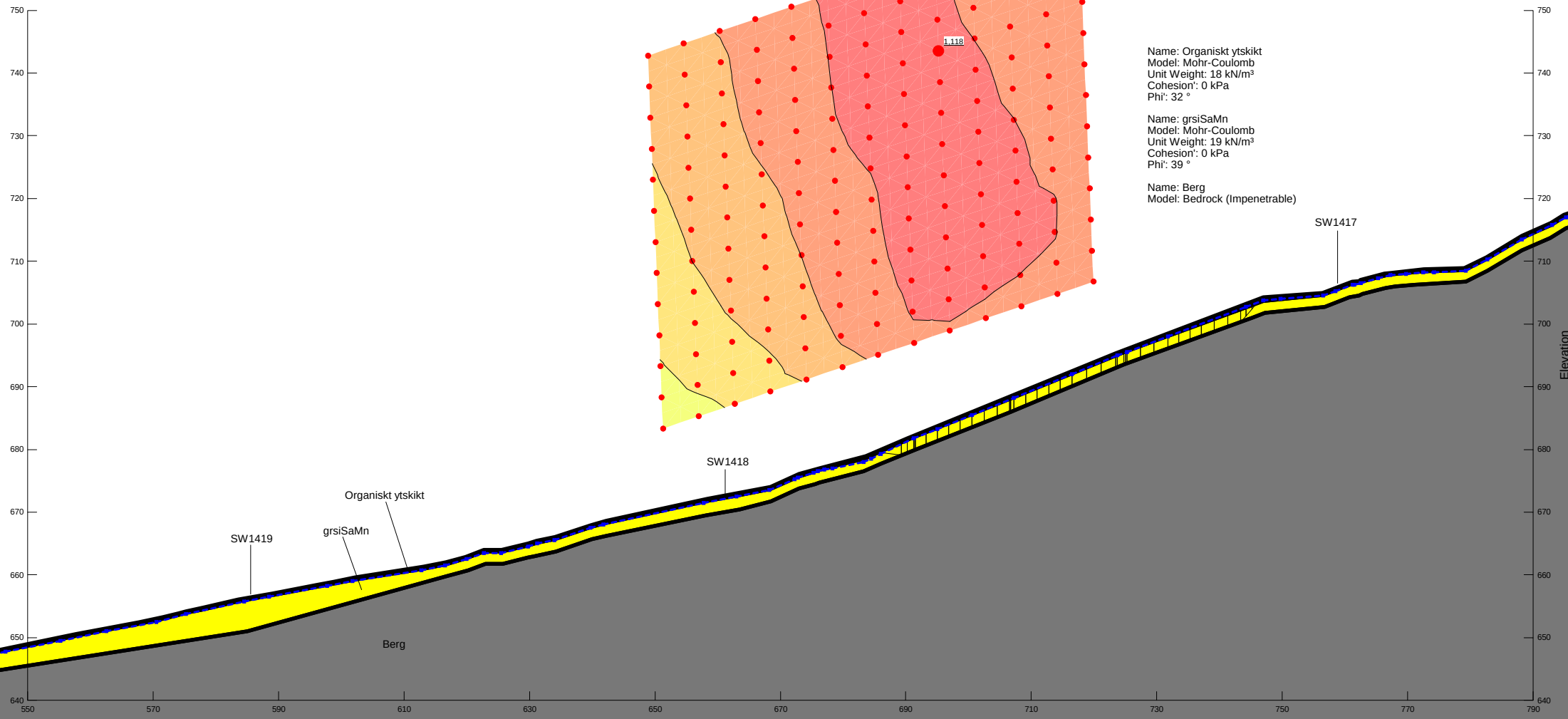


Sektion C4
Cirkulär glidyta
Grundvattenyta ca 0,5 m under befintlig markyta

Name: Organiskt ytskikt
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 32 °

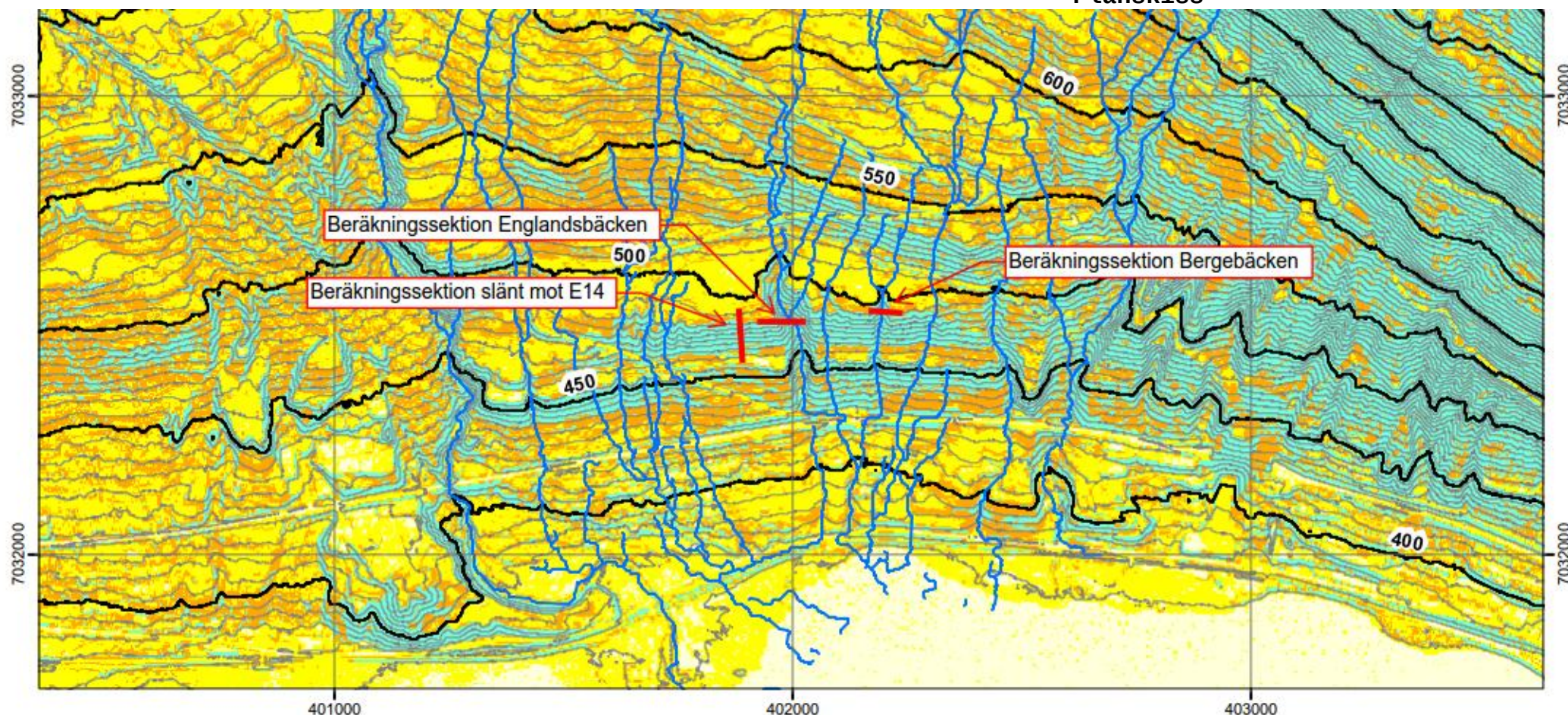
Name: grsiSaMn
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 39 °

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)

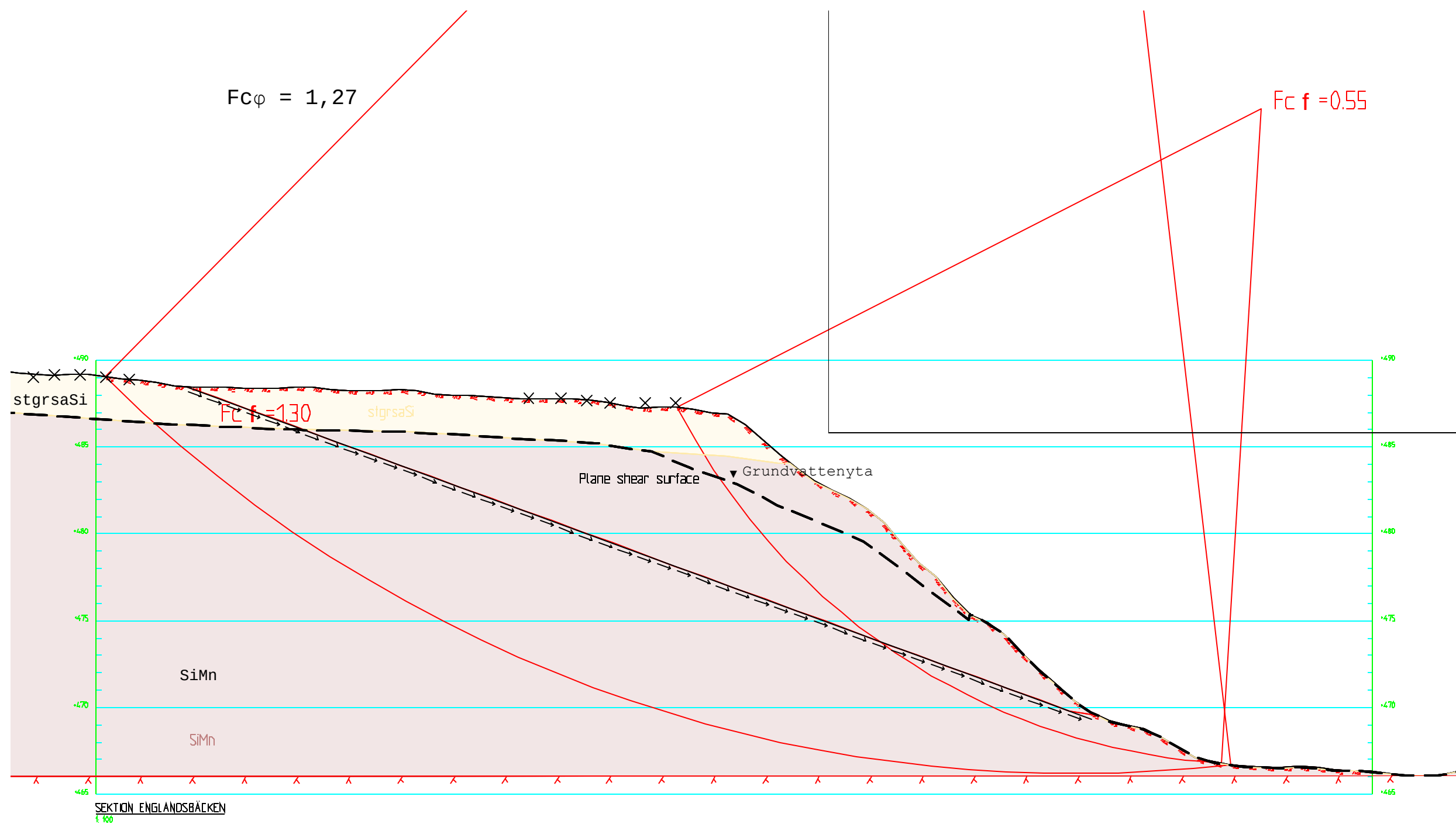


BILAGA 3

Bilaga 3 Stabilitetsberäkningar nedre området Planskiss



Rödkullen - Inventeringskarta skred och slamströmmar - marklutning				SWECO Energuide AB Gjørwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60		
UPPRÄTTAD FÖR				UPPDRAG NR.	RITAD/KONSTR. AV	HANDLAGGARE
RÖDKULLEN PANORAMA AB				5473098000	P-L. Ligier	P-L. Ligier
BESTÄLLARENS OMBUD				DATUM	ANSVARIG/GRANSKNING	
Sven Ringvall				2016-10-07	D. Sjöstedt	
DATUM	GRANSKAD AV BESTÄLLAREN	DATUM	GODKÄND AV BESTÄLLAREN	SKALA	REFERENSSYSTEM	BET
				1:12 500 (A3)	SWEREF 99 TM - RH2000	



Slamströmsutredning Rödskullen

Bilaga 3 Stabilitetsberäkningar nedre området
Sektion Engelsbäck

2017-06-14

D.SJÖSTEDT

Search area (tangent)

$F_c f = 1.45$

Plane shear surface

$F_c f = 1.70$

SiMn

SEKTION B-B
1:100

Slamströmsutredning Rödskullen

Bilaga 3 Stabilitetsberäkningar nedre området
Sektion Bergebäcken

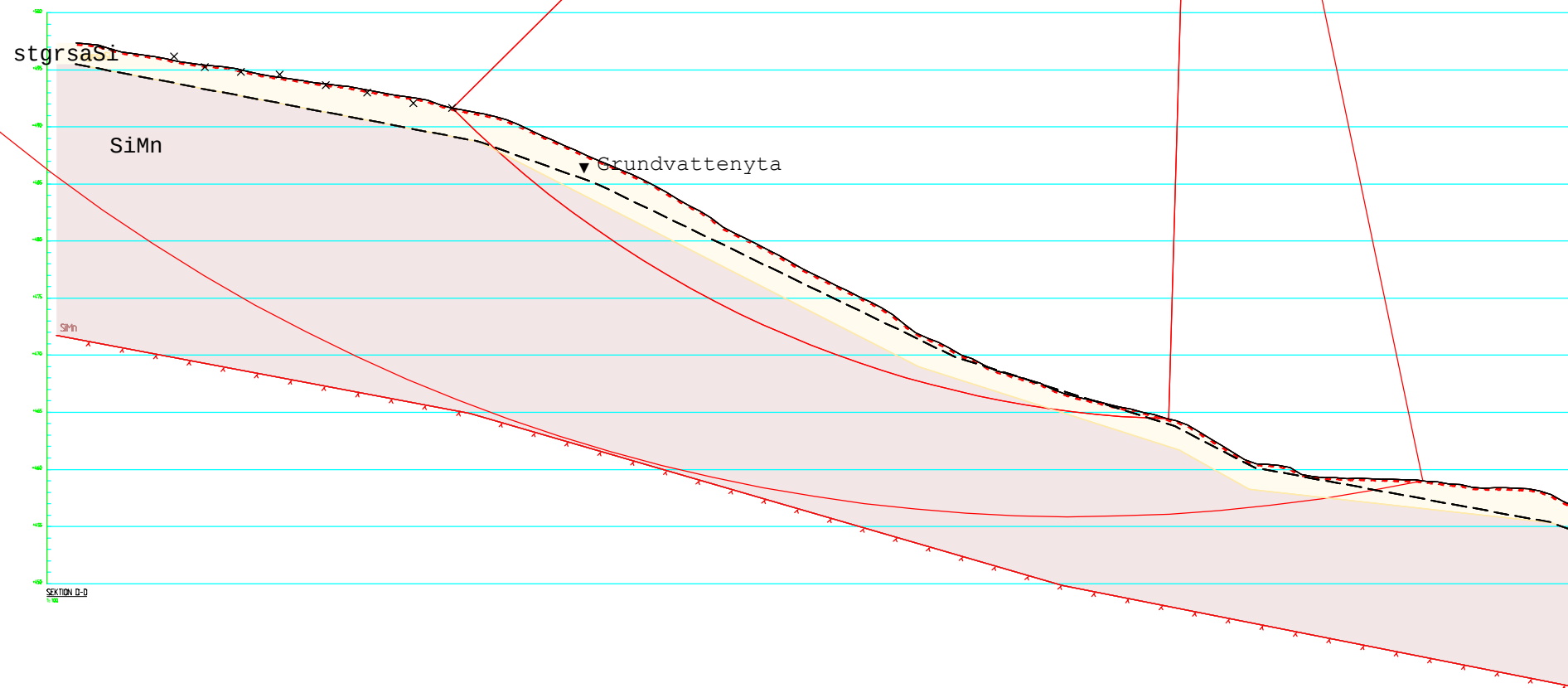
2017-06-14

D.SJÖSTEDT

$FC\phi = 1,28$

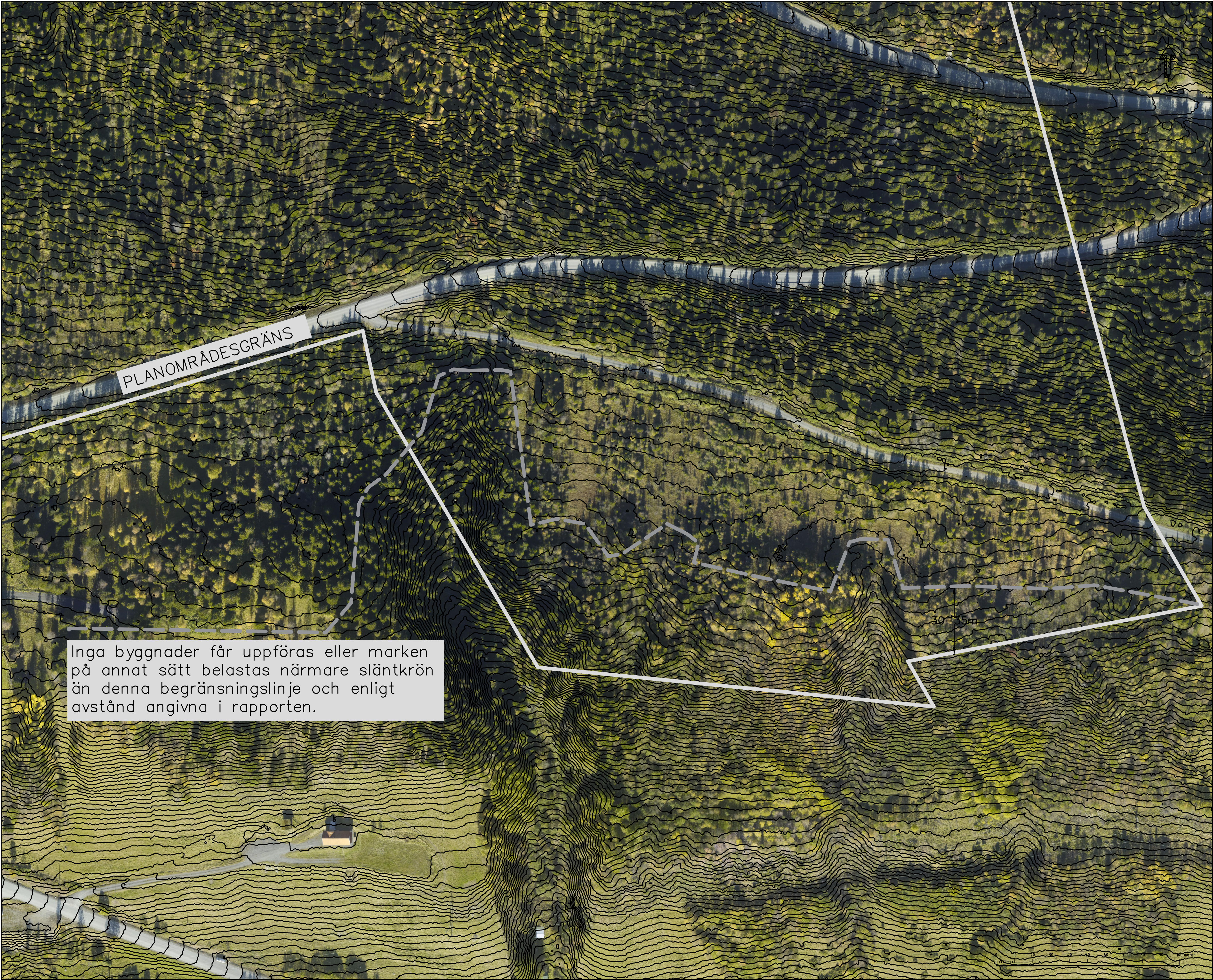
$FC\phi = 0,90$

x



Slamströmsutredning Rödskullen
Bilaga 3 Stabilitetsberäkningar nedre området
Slant från planområde mot E4
2017-06-14
D.S. JÖSTEDT

BILAGA 4



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
RÖDKULLEN, ÅRE				
SWECO 				
LUPPORDRAGNUMMER 5473098000	RITADKONSTR. AV D. Sjöstedt	GRANSKAD AV P. Öhrner		
DATUM 2017-09-15	ANSVARIG			
Detaljerad utredning avseende risken för ras, skred och slamströmmar Översiktsplan begränsningsåtgärder				
SKALA 1:1000	RITNINGNUMMER	BILAGA 4		BET