

TIMRÅ KOMMUN



PM STEG 1. SLÄNTFÖRSTÄRKNING

Ravinen, Vivsta, Timrå

2019-05-21



wsp

PM STEG 1. SLÄNTFÖRSTÄRKNING

Ravinen, Vivsta, Timrå

KUND

Timrå Kommun

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 758

851 22 Sundsvall

Besök: Landsvägsallén 3

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

<http://www.wspgroup.se>

KONTAKTPERSONER

Thomas Nilsson thomas.nilsson@wsp.com 010-7226701

David Peña david.pena@wsp.com 010-7229078

PROJEKT

Släntstabilitet

UPPDRAGSNAMN

Ravinen, Vivsta, Timrå

UPPDRAGSNUMMER

10276163

FÖRFATTARE

Thomas Nilsson

DATUM

2019-05-21

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV

Joakim Alström

GODKÄND AV

Åsa Björklund

INNEHÅLL

1	UPPDRAG	5
1.1	OBJEKT	5
1.2	SITUATIONSBESKRIVNING	6
1.3	DOKUMENTETS SYFTE	6
2	UNDERLAG	6
2.1	STYRANDE DOKUMENT	6
2.2	RÅDGIVANDE DOKUMENT	7
2.3	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR OCH TIDIGARE DOKUMENT	7
3	LOKALA FÖRHÅLLANDEN	7
3.1	LOKALA FÖRHÅLLANDEN	7
3.2	TOPOGRAFI	8
3.3	HYDROLOGI	10
3.3.1	Vattenverksamhet	10
3.3.2	Underjordiskt krossdike	11
3.3.3	Svackdike i ytan	11
3.3.4	Definitioner	11
3.4	FLORA	12
3.5	ÖVRIGA FÖRHÅLLANDEN	13
4	LÖSNINGSFÖRSLAG	13
4.1	KRITISKA SEKTIONER	13
4.2	LÖSNINGSFÖRSLAG 1: FYLLNING, BASFYLLNING + KOMPLETTERANDE LOKALA FYLLNINGAR	15
4.2.1	0/050 Vänster	15
4.2.2	0/060 Vänster	15
4.2.3	0/080 Vänster	15
4.2.4	0/110 Höger	16
4.2.5	0/120 Vänster	16
4.2.6	0/130 Vänster	16
4.2.7	0/190 Vänster	16
5	SLÄNTSTABILITET, BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	17
5.1	BERÄKNINGSMODELL	17
5.2	SÄKERHETSKLASS OCH GEOTEKNISK KATEGORI	17
5.3	BERÄKNINGSMETOD OCH PROGRAMVARA	17
5.4	DIMENSIONERANDE VÄRDEN	18
6	SLÄNTBERÄKNINGAR OCH RESULTAT	18
6.1	STABILITETSBERÄKNINGAR	18
6.2	RESULTAT	18
6.2.1	0/110 med antagna jordparametrar enligt första markundersökning	18

6.2.2	0/110 med justerade värden enligt markmätning maj 2019	19
6.2.3	0/110 med basfyllning	20
6.2.4	0/110 med kompletterande fyllning	21
7	REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER	22
7.1	RISKER	22
7.2	YTGALLRING	23
7.3	FYLLNING	23
7.4	MARKAVJÄMNING	24
7.5	VÄXTER	25
7.5.1	Förberedelser	25
7.5.2	Val av växter	25
7.5.3	Etablering av växter	25
8	FÖRSLAG, GESTALTNING	26
9	BILAGOR	26

1 UPPDRAG

WSP Sverige AB har på uppdrag av Timrå Kommun utfört en utredning för åtgärder för ravin i Vivsta, Timrå. Flera fastighet ligger i skredrisk mot denna ravin. Utredning skall därför ske för förstärkningsåtgärder för att säkerställa området.

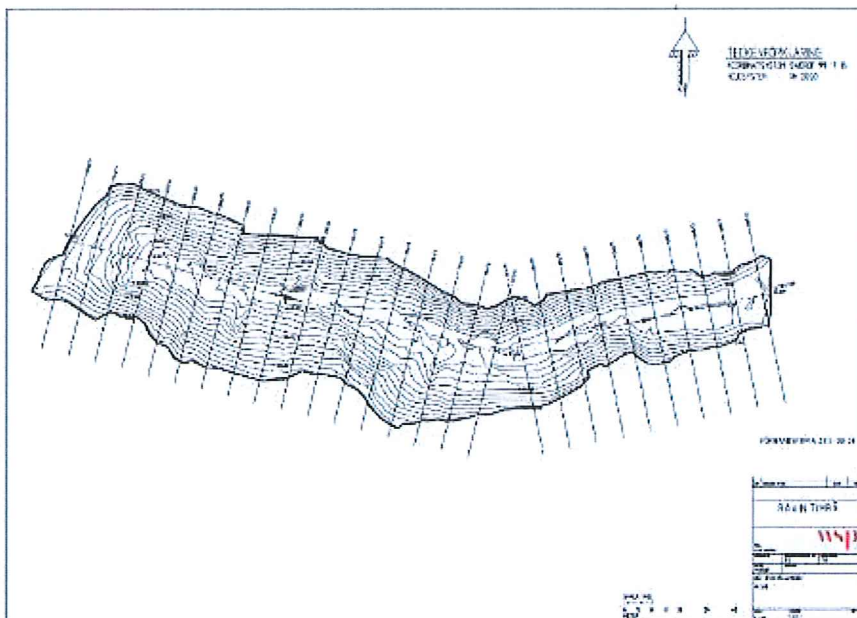


Figur 1 Aktuellt område för uppdraget (WSP nov. 2018). OBS att området Ravinen 2 endast är referensobjekt.

1.1 OBJEKT

Aktuellt område är en ravin som ligger söder om fastigheterna efter Skolgatan och norr om fastigheterna efter Backgatan och Vivstavägen. Området benämns Ravinen i denna handling, Ravinen 1 i figur 1.

Norr om aktuellt område finns en ravin som använts som referensobjekt. Ravinen benämns Ravinen 2 och ligger norr om Skolgatan.



Figur 2 Sektionsindelning från 0/000 till 0/260 med början från väster.

1.2 SITUATIONSBESKRIVNING

Erosioner och skred förekommer längs ravinens sluttningar. Detta inträffade efter att alla träd avlägsnades och objektet förlorade då sitt huvudsakliga växtskydd mot erosion. Dessutom ökade porvattentrycket p.g.a. borttagandet av trädens dränerande effekt i samband med vattenupptagandet.

1.3 DOKUMENTETS SYFTE

Detta dokument har till syfte att presentera inledande och nödvändiga geotekniska åtgärder för att stabilisera slänterna kring Ravinen samt göra detta område mer lättillgängligt och attraktivt.

Det inledande åtgärdsprogrammet för Steg 1 innefattar

- inmätning, utsättning av sektioner med käppar var 10:e meter,
- uppritning av plan, profil och sektion,
- platsbesök till både Ravin 1 och 2,
- dokumentering av enskilda skredrisker och relaterade sprickor och deformationer, dokumentering av lokal växtlighet,
- släntstabilitetsberäkning av kritiska sektioner,
- lösningsförslag för att trygga släntstabiliteten i hela området samt
- verifiering av att miljö- och avrinningsfrågor är i samklang med lösningsförslag.

Efter överslagsberäkningar på släntstabilitet kan det bedömas vilka åtgärder som är lämpliga för att nå tillfredsställande säkerhet och estetiska och funktionella förbättringar. Preliminärt rekommenderas lämpligt material och höjd på fyllning, samt hur och var växter kan planteras eller sås i ett inledningsskede.

Avspärning av osäkra platser runt ravinen föreslås. En kontrollplan kommer att utarbetas så att insatser snabbt kan sättas in vid skredrisk. Slutligen designas en principskiss med förslag till layout utifrån säkerhetsaspekt, funktion och exploateringsmöjligheter utifrån kundens horisont.

Efter att beslut har tagits om att fortsätta arbetet kan Steg 2 inledas, som bör utöka markundersökning för att kunna leverera parametrar till definitiva beräkningar, samt detaljera av fyllning och växter enligt bestämd gestaltning av området. Markundersökningarna är nödvändiga för att bekräfta jordparametrar och eventuellt korrigera fyllningshöjd.

Dokumentet är av rekommenderande karaktär.

2 UNDERLAG

2.1 STYRANDE DOKUMENT

SS-EN 1997-1, Eurokod 7, "Dimensionering av slänter och bankar" enligt kapitel 10 och 11;

IEG Rapport 4:2010 Tillämpningsdokument – EN 1997-1

"Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar".

Rapport BFS 2011:10 EKS8§13-16 samt enligt Eurocode 7-2 kap 2.5 Kontroll.

2.2 RÅDGIVANDE DOKUMENT

Coppin, N. J. & Richards, I. G. (1990). Use of vegetation in civil engineering. Construction industry research and information association, CIRIA, Butterworths, London.

Rankka, K., (2002). Slå rot och väx upp eller Vegetation som förstärkningsmetod. Litteraturstudie. FoU rapport. Räddningsverket. Karlstad.

Rankka / Fallsvik (2003) Förstärkningsåtgärder för slänter och raviner i morän och annan grov sedimentjord. FoU.rapport Räddningsverket, Karlstad.

Morgan, R. P. C. & Rickson, R. J. (1995). Slope stabilisation and erosion control. A bioengineering approach. E & FN SPON, London.

Nilsson, Thomas. Uma metodologia preventiva e multidisciplinar para preservação de taludes rodoviários, ID 369, COBRAMSEG 10, Pernambuco, Brasil

Piga, C. (1996). Ingenjörbiologi, växten som ett levande byggmaterial. Kurslitteratur Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.

Schiechl, H. M. & Stern, R. (1994). Ground bioengineering techniques for slope protection and erosion control. Blackwell Science Ltd.

USDA, Soil Conservation Service, (1992). Chapter 18, Soil Bioengineering for Upland slope Protection and Erosion Reduction. Part 650, 210-EFH. Engineering Field Handbook.

Wu, T. H. (1984). Effect of vegetation on slope stability. Transportation Research Record 965, Transportation Research Board, Washington, DC, pp. 37-46.

2.3 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR OCH TIDIGARE DOKUMENT

MUR 10276163 • Geoteknisk undersökning Ravinen, Östrand 9:27.

PM Släntstabilitet, Ravinen, Vivsta, Timrå Uppdragsnr. 10276163, daterad 2019-02-19, WSP Sundsvall

3 LOKALA FÖRHÅLLANDEN

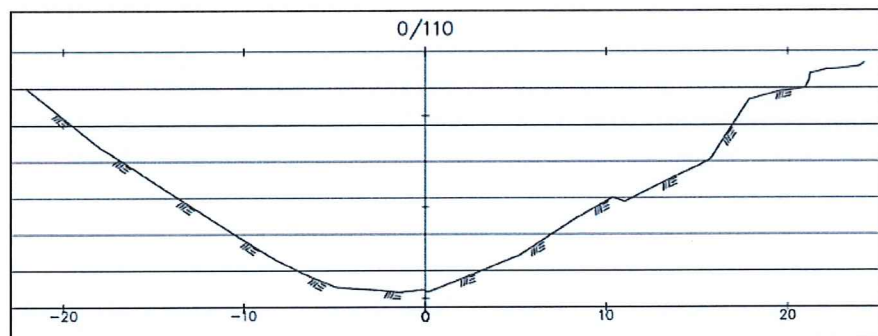
3.1 LOKALA FÖRHÅLLANDEN

Området ligger i Vivsta, Östrand, Timrå kommun. Ravinen är lokaliserad parallellt mellan Backgatan och Skolgatan och i ändarna avgränsad av Vivstavägen, Mellangatan och Järnvägsgatan. Ytan består av kalhygge med enstaka buskage. Enstaka, ganska höga träd finns på krönet mot ravinen. I ravinsens botten löper en liten bäck med lågt flöde främst bestående av dagvatten och avlopp.

Kalhygge i slänt där endast träden vid krönen lämnats kvar är ett av de mer ogynnsamma tillstånd en slänt kan hamna i. De höga träden som faktiskt gjorde stor nytta vid släntfot längs bäcken avverkades och träd som kan orsaka skada sparades. Genom moment från vindlast kan de orsaka grundbrott i jorden och falla över hus och människor. Det är alltså en uppenbar säkerhetsrisk, även på kort sikt.

3.2 TOPOGRAFI

Ett mindre parti av Ravinens södra del, vid fastighet 9:27 Backvägen mättes in av WSP 2018. Det konstateras att merparten av slänterna lutar mellan 1:2 till 1:1, men i en sektion är det mycket brant, cirka 1:0,6. En sådan brant slänt är knappast upprätthållen enbart av jordmekaniska egenskaper utan bevarar definitivt sin form tack vare rötter från växtlighet och eventuellt genom negativa portryck.



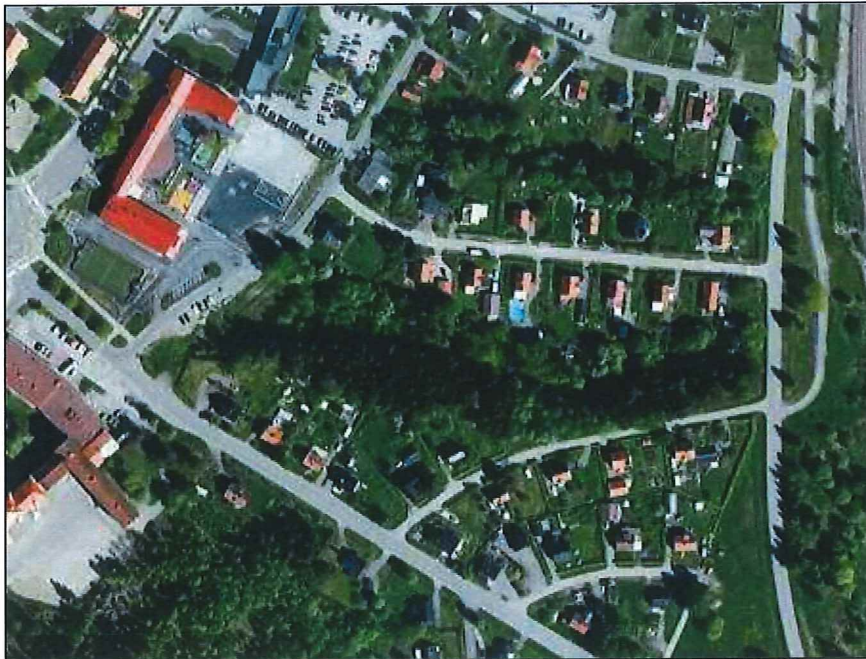
Figur 3: Kritisk sektion



Figur 4: Bild från omgivningen efter kalhygget



Figur 5. I september 2011 fanns högväxta granar, tallar och björkar i och längs med hela Ravinen. Foto bakom krön, Backgatan.



Figur 6 Innan 2017 såg området ut så här



Figur 7 Flygfotot är från den 24 maj 2017. Den största delen av kalhuggningsen har inträffat. Källa Lantmäteriet.

I maj 2019 gjorde WSP inmätning, utsättning av sektioner, uppritning av plan, profil och sektion, platsbesök i både Ravin 1 och 2, dokumentering av enskilda skredrisker, ytvatten och synliga deformationer.

3.3 HYDROLOGI

I botten på ravinen rinner en bäck eller rännil som verkar vara vattenförande året om (även bekräftat av en boende i området ovanför ravinen).

En avrinningsmodell med avrinningsområden har tagits fram i GIS utifrån lantmäteriets höjddata (laserscanning, 2012). Avrinningsområdet kan vara upp till 70 ha stort men måste verifieras mot de kommunala dagvattenledningarna.

3.3.1 Vattenverksamhet

Att fylla igen ravinen kan vara en s.k. vattenverksamhet som kräver tillstånd hos Mark och miljödomstolen (MMD) eller anmälan hos Länsstyrelsen.

Vattenverksamhet är en juridisk term som definieras i kap 11 § 3 i Miljöbalken (MB). Begreppet vattenområde är avgörande för vad som ska anses utgöra vattenverksamhet enligt 11 kap 2 § MB.

Med vattenverksamhet avses enligt 11 kap 3§ MB:

1. uppförande, ändring, lagning eller utrivning av en anläggning i ett vattenområde,
2. fyllning eller pålning i ett vattenområde,
3. bortledande av vatten från ett vattenområde,
4. grävning, sprängning eller rensning i ett vattenområde,
5. en annan åtgärd i ett vattenområde som syftar till att förändra vattnets djup eller läge,
6. bortledande av grundvatten eller utförande av en anläggning för detta,
7. tillförsel av vatten för att öka grundvattenmängden eller utförande av en anläggning eller en annan åtgärd för detta, eller
8. markavvattning.

3.3.2 Underjordiskt krossdike

Från de dagvattenledningarna som mynnar i ravinerna kan det maximalt rinna in ett flöde på 1050 l/s. Ett underjordiskt sten/blockdike dimensioneras förslagsvis efter detta flöde. Avrundade, naturliga former är att föredra men även krossmaterial kan användas. Beräkningar har gjorts utifrån Mannings formel där hänsyn tagits till att diket fylls med sten vilket ger en lägre avbördande tvärsnittsarea och en högre friktion. Här approximeras en porositet på 20 % för att ta hänsyn till sedimentation i porerna. Diket utformas efter ravinens botten, som mellan sektionerna 0/40 till 0/140 har en lutning på 6%.

Med 6% lutning krävs totalt en tvärsnittsarea sten/blockdike på 15,98 m² (porernas yta är då 3,20 m²). För en fyllning på 130 meters längd krävs 2077 m³ sten/block.

Beräkningarna har förutsatt en stenstorlek på 30 cm, därför skall kornfraktion väljas från 30 cm och uppåt. Materialavskiljande skikt med passande kornstorlek bör placeras successivt från toppen av sten/blockdikediket upp till lagret av finare ytmaterial för massor för att undvika att det underjordiska diket sätts igen.

3.3.3 Svackdike i ytan

Vid regn större än strax under 1-årsregnet kommer den kommunala dagvattenledningen som mynnar i ravinens början (i väst) att brädda. Ytavrinning kommer att ske i området uppströms ravinerna och ett visst flöde från avrinningsområdet till Ravin 1 kan komma att rinna mot Ravin 2 (den mindre ravinerna norr om Ravin 1). Vid ett 100-års regn beräknas att ett flöde på ca 2500 l/s kan rinna mot Ravin 1. Här tar dagvattenledningarna undan ca 1000 l/s medan ca 1500 l/s rinner över ytan. För att omhänderta flöden över 1000 l/s rekommenderas att ett svackdike anläggs i ytan av fyllningen. Enligt Mannings formel kan ett dike med bottenbredd 0,5 m, djup 0,5 m och släntlutning 1:3 avbörda det beräknade 1-årsflödet om diketets botten lutar 5%.

3.3.4 Definitioner

Definition vattenområde

Definitionen av vattenområde avser endast ytvattenområden. Vissa ytvatten (t.ex. våtmarker) är endast delar av året täckta av vatten. Åtgärder i sådana områden kan ändå komma att klassas som vattenverksamhet eftersom definitionen utgår från det högsta förutsägbara vattenståndet.

Ravinerna - Markavvattning eller Åtgärder i ytvatten?

För att en åtgärd ska klassas som markavvattning ska syftet vara att öka markens lämplighet för ett visst ändamål. Det är alltså effekten av markavvattningen som ska vara varaktig.

Omgrävning av vattendrag, t.ex. i samband med en exploatering, där bäckfåran placeras i samma nivå som tidigare och ges samma tvärsnitt definieras inte som markavvattning. Då är inte syftet att öka markens lämplighet för ett visst ändamål. Åtgärden har heller inte någon markavvattande effekt. Det är istället att anse som en vattenverksamhet enligt definitionen *Åtgärder i ytvatten*. Där är t.ex. bortledning av vatten (t.ex. leda bort, gräva, spränga och rensa) vattenverksamhet (även om ändringen

inte leder till en förändring av vattnets djup eller läge. Att anlägga rörledningar i ett vattenområde betraktas också som vattenverksamhet.

För bäckfåran/rännilen i botten på Ravinen kan planerade åtgärder innebära vattenverksamhet.

Tillstånd eller anmälan

För att få genomföra en vattenverksamhet av större omfattning behövs tillstånd sökas hos en av de fem Mark och miljödomstolarna (efter samråd med Länsstyrelsen och andra berörda). För mindre åtgärder där det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas kan en anmälan hos länsstyrelsen vara tillräckligt. Detta undantag och hållbar argumentering härför, måste kunna visas i dokument som utförs innan verksamheten påbörjas. En anmälningspliktig vattenverksamhet får påbörjas tidigast åtta veckor efter det att anmälan har gjorts, om inte tillsynsmyndigheten bestämmer något annat. Arbeten får utföras utan föregående tillstånd, enligt 11 kap 16 § MB, om det till följd av en skada eller för att förebygga en skada är nödvändigt att tillståndspliktiga ändrings- eller lagningsarbeten utförs genast. Ansökan om godkännande av arbetena skall dock göras snarast möjligt.

Högst troligt definieras detta ärende som åtgärder inom ett vattenområde och faller inom ramen där anmälan hos länsstyrelsen är tillräckligt.

3.4 FLORA

Det skulle vara intressant ur aspekterna ekonomi, hydrologi, miljö och släntstabilitet att så snabbt som möjligt kunna etablera växter som kan ersätta den tidigare växtligheten som utgjorde både ekologisk och ingenjörsmässig bas för hela Vivsta-området.

Det finns delvis fortfarande ett vegetationstäck, fröbank och ett nätverk av gamla rötter som vi helst vill vara rädda om och låta vara så intakt som möjligt. Stubbskott av sälj upptäcktes vid platsbesök, dessa salix-växter har goda egenskaper för att binda marken. Att gå in och röra i detta gör mer skada än nytta och man borde definitivt inte som förut gå in med maskiner i området - om det inte handlar om liv och hälsa – vilket tyvärr kan bli konsekvenserna genom den höga skredrisk som uppstått p.g.a. omfattande avverkning som drabbat både Ravin 1 och 2.

Om man skall etablera ny växtlighet är det lämpligast med manuell plantering med planteringsrör, absolut ingen markbearbetning. Det dock verkar svårt att få tag på pluggplant av lövträdsorter. De säljs främst som barrotade växter, vilket kräver mer insatser vid plantering och etablering än pluggplant.

Det är tveksamt om effekten att plantera kan lösa de överhängande säkerhetsaspekterna eftersom det tar tid att etablera plantorna – det tar ofta närmare två växtsäsonger innan de kan fungera ordentligt som släntstabilisatorer. Första säsongen gäller det främst att få dem att etablera sig och överleva.

Utöver plantor från exempelvis familjen salixväxter, som kan sättas i befintlig slänt, kan man speciellt på fyllningsytor överväga att etablera ängsmattor

(etablerade i kokosfibermattor), som läggs ut på plana ytor eller spikas fast på slänt högst upp till lutning 1:1.

Vattning, regelbunden kontroll och kompletterande plantering under flera år krävs för att med större chans kunna återetablera den säkerhet och funktion som den tidigare växtligheten erbjöd.

3.5 ÖVRIGA FÖRHÅLLANDEN

Befintliga byggnader, jordlagerföljd, geohydrologi, ytlager och stabilitet: Se PM Stäntstabilitet och MUR.

4 LÖSNINGSFÖRSLAG

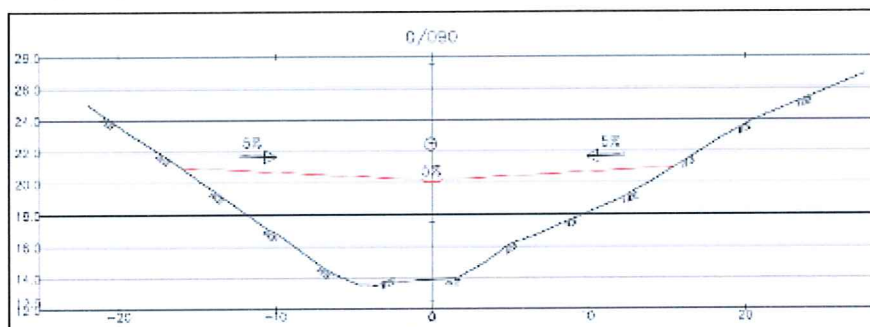
4.1 KRITISKA SEKTIONER

Ur inmätning WSP maj 2019 har släntlutningar utvärderats, se tabell nedan. Grönmarkerade sektioner anses som acceptabla i detta läge, det kan dock finnas lokala imperfektioner som kräver insats. Röda och ljusbruna sektioner anses som kritiska och förslag till lösning ges.

SLÄNTLUTNING		
Vänster	SEKTION	Höger
-	0/010	1:2
1:2,5	0/010	1:2
1:1,4	0/020	1:1,6
1:1,6	0/030	1:1,4
1:1,5	0/040	1:2
1:2 / 1:0,8	0/050	1:1,8
1:1,6 / 1:1	0/060	1:1,9
1:1,4	0/070	1:1,8
1:1,2/1:2/1:0,6	0/080	1:2,2
1:1,5	0/090	1:1,7/1:1,4
1:1,4	0/100	1:1,6
1:1,2	0/110	1:0,5/1:0,7/1:1,6
1:1,1/1:2	0/120	1:1,4/1:2,5
1:1,2 / 1:0,8	0/130	1:2
1:1,2/1:1,4	0/140	1:1,9
1:1,2	0/150	1:1,7/1:2,5
1:1,7	0/160	1:1,6/1:2,5
1:1,4	0/170	1:1,6/1:2,2
1:1,2	0/180	1:2,2/1:1,7
1:1,1/1:1,6	0/190	1:1,4/1:1,5
1:1,2	0/200	1:2,2/1:1,2
1:1,4	0/210	1:1,2
1:1,6	0/220	1:1,8
1:2	0/230	1:1,3
1:1,6	0/240	1:1,6
1:2,2	0/250	1:1,6
1:1,9	0/260	-

4.2 LÖSNINGSFÖRSLAG 1: FYLLNING. BASFYLLNING + KOMPLETTERANDE LOKALA FYLLNINGAR

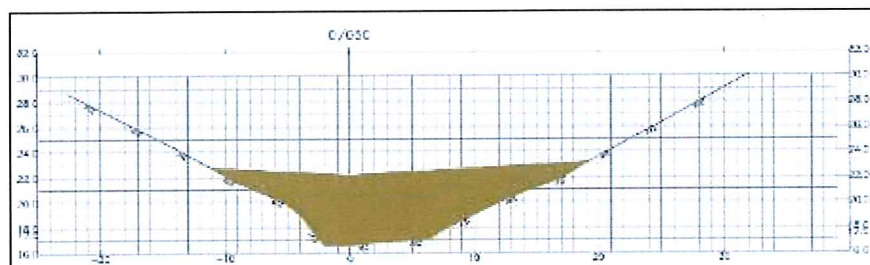
Det rekommenderas att den del av slänten som sträcker sig mellan 0/000 till 0/140 fylls till en viss höjd. Förslaget är en fyllning som i botten består av sten och block i tillräcklig mängd för att tillfredsställa dränering och stabilitet. Ovanför denna fyllning kan finare material användas. Ytan föreslås ha tillräckliga lutningar så att avrinning sker med så liten infiltration som möjligt. Ökad lutning innebär, utöver bättre dränering, mindre materialåtgång med bibehållen stabilitet. Lutningarna har rekommenderats till 5%, både transversalt och längs längdaxeln. I texten definieras denna fyllning som basfyllning. Andra fyllningar över denna kan bli aktuella.



Figur 8 Layout fyllning. OBS lutningarna för dränering. Ett dike är placerat i centrum av fyllningen med avrinning mot betraktaren. All avrinning 5%.

4.2.1 0/050 Vänster

Kritisk släntlutning 1:0,6 elimineras med fyllning c:a 6 m maxhöjd.



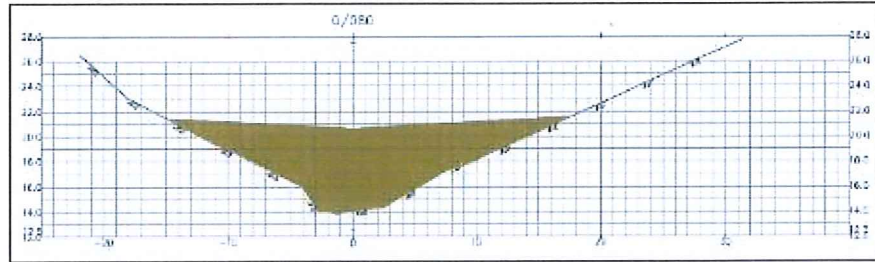
Figur 9 Sektion 0/050.

4.2.2 0/060 Vänster

Även här eliminerar fyllningen problemet.

4.2.3 0/080 Vänster

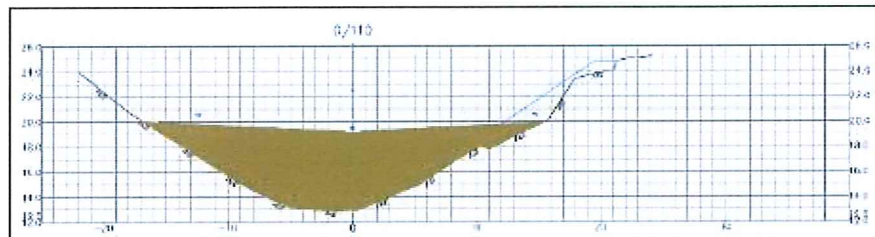
Kritisk släntlutning i botten elimineras med basfyllning. Eventuell åtgärd vid krön för att schakta 1:1,2 till 1:1,5 behövs.



Figur 10 Sektion 0/080.

4.2.4 0/110 Höger

Basfyllning. Komplettera med fyllning 1:1,5 för övre delen av höger slänt.



Figur 11 Sektion 0/110.

4.2.5 0/120 Vänster

Basfyllning är tillräcklig.

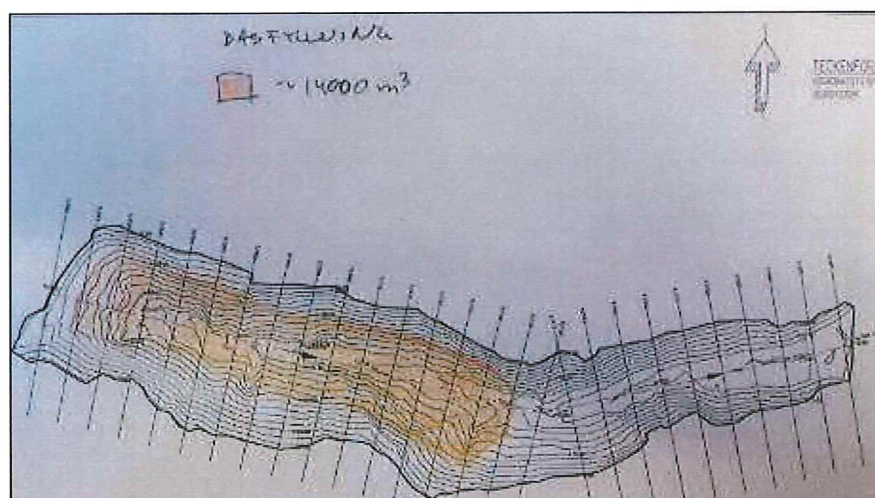
4.2.6 0/130 Vänster

Basfyllning är tillräcklig

Här följer flera sektioner fram till 0/190, som kan antas vara relativt säkra.

4.2.7 0/190 Vänster

Basfyllning. Komplettera eventuellt med fyllning eller skärning på vänster sida för att flacka ut slänten till 1:1,5.

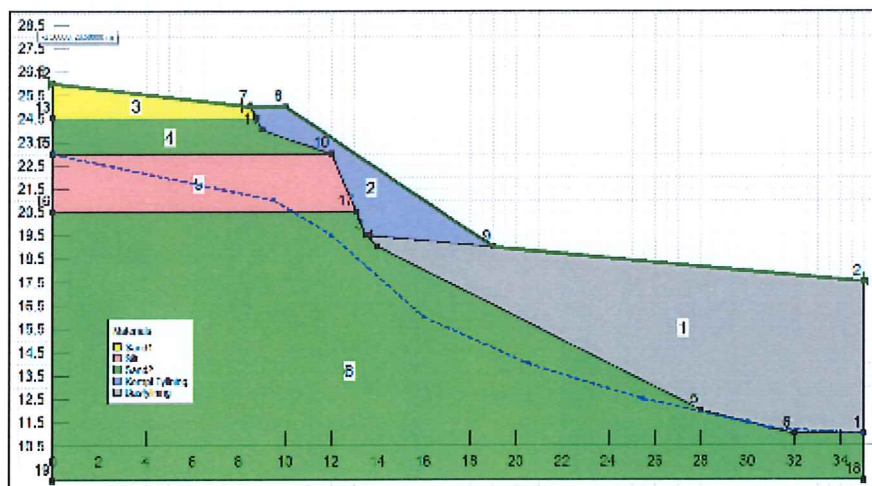


Figur 12. Planritning med fyllning markerad i färg.

5 SLÄNTSTABILITET. BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 BERÄKNINGSMODELL

Den kritiska sektionen som behandlades i PM Släntstabilitet 190219 har valts. Basfyllningen lutar med 5% för att garantera avrinningen mot ett nytt dike i mitten av ravinen, som leder bort vattnet i längsled också med 5% lutning. Den kompletterande fyllningen som projekterats för sektion 0/110 har lutning 1:2.



Figur 13 Samtliga jordlager och fyllningsalternativ för sektion 0/110.

5.2 SÄKERHETSKLASS OCH GEOTEKNISK KATEGORI

SK3 och GK2.

PM Släntstabilitet behandlade endast Fastighet 9:27 Backvägen. Det ansågs att för denna lokal, vid detta tillfälle, tillräckligt att klassa som SK2. Hela ravinen behandlas nu, ytterligare rörelser har observerats och därför höjs säkerhetsklassen till SK3. Då sätts partialkoefficient (SK3) till $\gamma_d = 1$.

Det bedöms precis som förut, enligt SS-EN 1997-1 att hela området tillhör geoteknisk kategori 2 (GK2).

5.3 BERÄKNINGSMETOD OCH PROGRAMVARA

Samtliga beräkningar är baserade på släntstabilitetsberäkningsprogrammet SLOPE/W, version 2017, limit equilibrium software. Programmet kan hantera komplex stratigrafi, oregelbundet porvattentryck, olika linjära och olinjära beräkningsmodeller, olika former på glidytor, koncentrerade belastningar och vissa förstärkningsstrukturer. Som beräkningsmodell har Morgenstern Price använts, cirkulär-cylindriska glidytor. Beräkningen genomförs för brottgränstillstånd, men i dränerad situation eftersom det bedöms att jordlagren är tillräckligt genomsläppliga för att anses som dränerande.

5.4 DIMENSIONERANDE VÄRDEN

Beräkningsparametrar som utgick från borringar 2018 ovan slänten vid Backgatan 5 har nu justerats efter retroanalys, utgående från nya inmätningar av slänten. Om man antar att släntens pådrivande respektive mothållande krafter är i jämvikt sätts säkerhetsfaktor = 1 och ur retroanalys fås verkliga valda värden. För dimensionering av fyllning eller andra stabiliserande åtgärder skall Eurokods partialkoefficienter användas.

Eftersom en beräkning baserad på äldre värden utförs, så presenteras dimensionerande värden längre fram i nästa kapitel.

Fyllningarnas valda värden på friktionsvinkeln är 40°.

6 SLÄNTBERÄKNINGAR OCH RESULTAT

6.1 STABILITETSBERÄKNINGAR

Dessa beräkningar är utförda enligt samma metodik med programvara SLOPEW som i PM Släntstabilitet. Först har en beräkning utförts med ny inmätning och äldre parametrar. Sedan har en beräkning utförts med justerade parametrar enligt retroanalys. Båda dessa beräkningar är utförda med verkliga valda värden.

Därefter har beräkningar utförts på lösningsalternativ men då med dimensionerande värden enligt Eurokod. Alla beräkningar är utförda på högra sektionen 0/110.

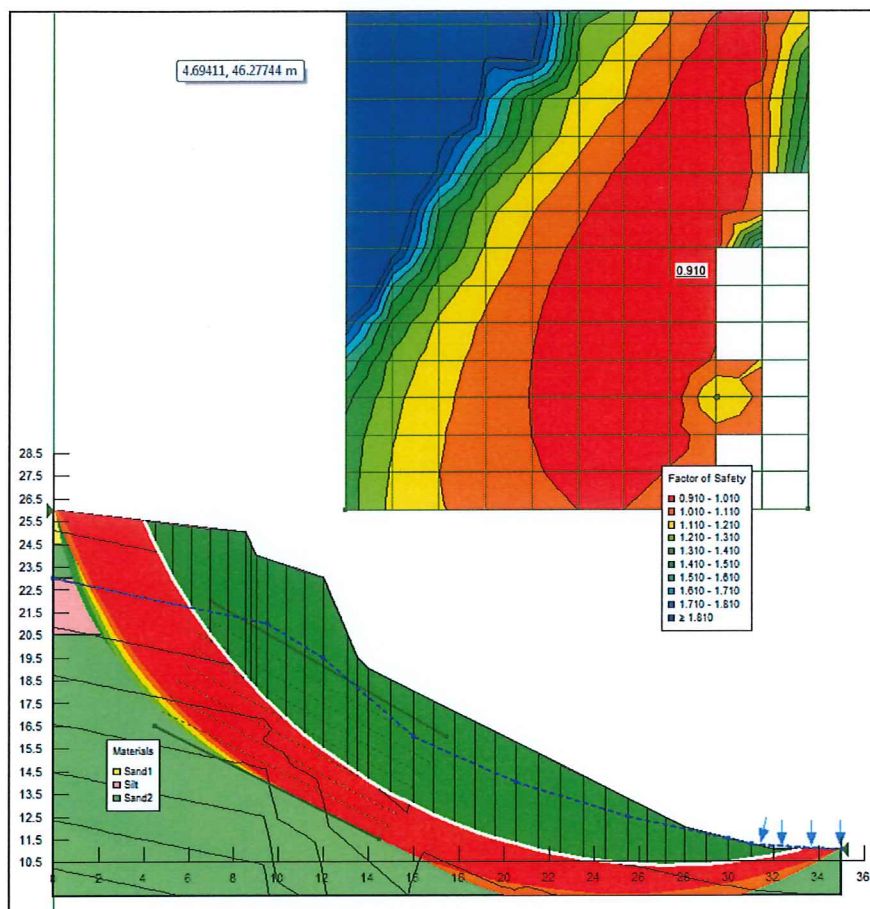
6.2 RESULTAT

6.2.1 0/110 med antagna jordparametrar enligt första markundersökning

I tidigare överslagsberäkningar antogs de värden som har fått genom borringar 2018 på slänten vid Backgatan 5. Last, jordegenskaper och indata sätts enligt PM Släntstabilitet. Dessa parametrar har använts i en inledande beräkning på den nya inmätningen vid kritiska sektionen vid Backgatan 5 för att erhålla säkerhetsfaktor. Denna beräkning gav säkerhetsfaktorn 0,910. Eftersom den är under 1 bör parametrarna justeras till högre värden.

Parametrar ur äldre beräkning

Egenskaper	Värderat medelvärde	Karakteristiskt värde	Dimensionerande värde
Friktionsvinkel, ϕ' sand	38°	34°	27°
Friktionsvinkel, ϕ' finsand	30°	26,4°	21°
Friktionsvinkel, ϕ' /skjuvhf silt	25° / 40kPa	21,9°/34,4kPa	17° / 23kPa



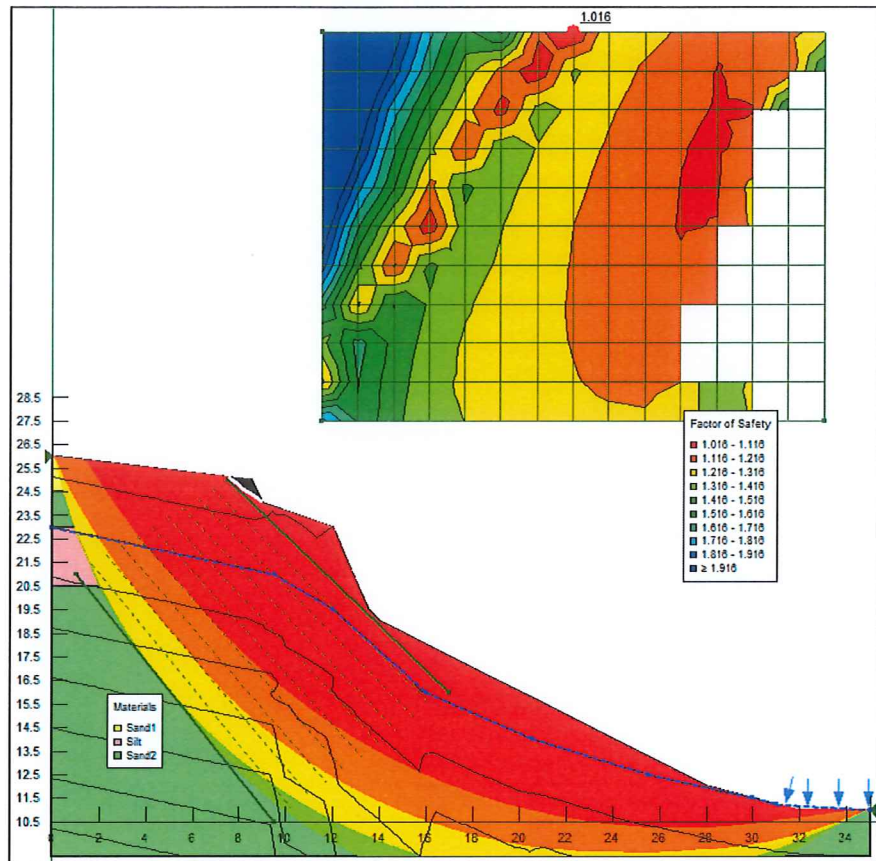
Figur 14 Arkiv: Sektion 110H orig1 (H, läs högersida av sektioner).

6.2.2 0/110 med justerade värden enligt markmätning maj 2019

Sand 2 och Silt har materialparametrar uppjusterade. Det är dessa värden som föregående materialtabell redovisar. Observera att beräkningarna måste utföras med reella värden, d.v.s. utan partialkoefficienter.

Dimensionerande värden

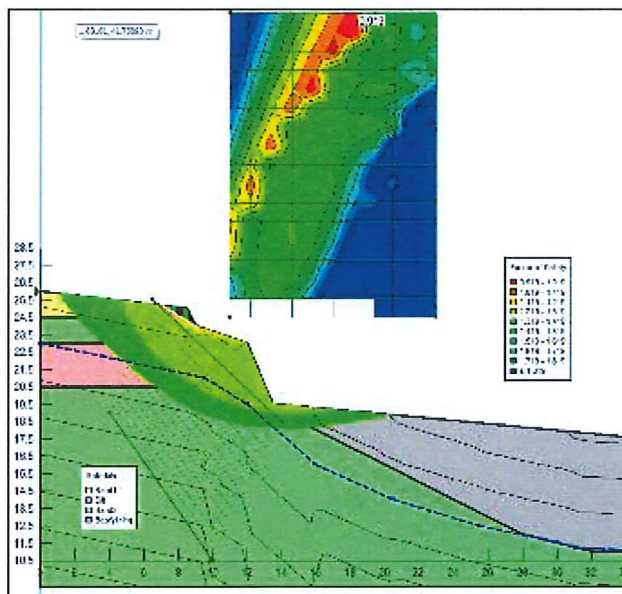
Egenskaper	Verkligt valt värde	Karakteristiskt värde	Dimensionerande värde
Friktionsvinkel, ϕ' sand	36°	32°	24°
Friktionsvinkel, ϕ' finsand	36°	32°	24°
Friktionsvinkel, ϕ' /skjuvhf silt	5° / 40kPa	4°/35kPa	3° / 23kPa



Figur 15 Arkiv: Sektion 110H orig2.

6.2.3 0/110 med basfyllning

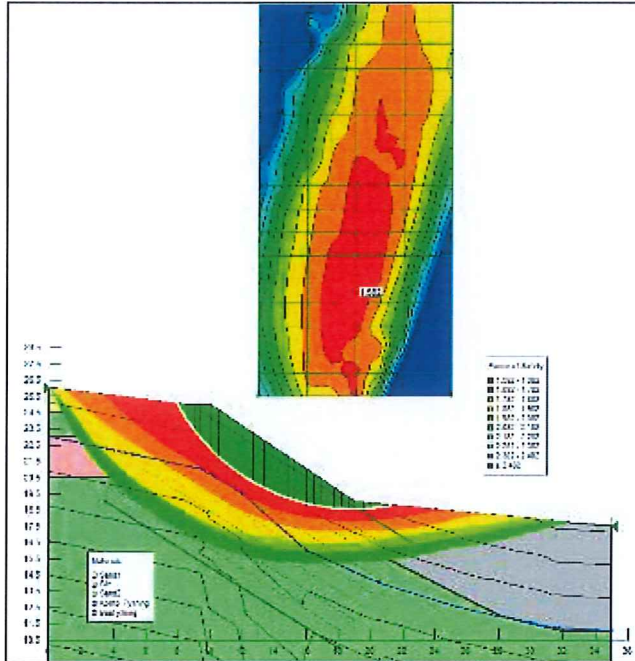
Basfyllningen ger ett bra stöd och mothåll mot större skred men räcker inte till för att hejda ytskred. Sådana skred ändrar släntens geometri och kan i värsta fall vandra inåt mot slänten i succesiva skred, en dominoeffekt.



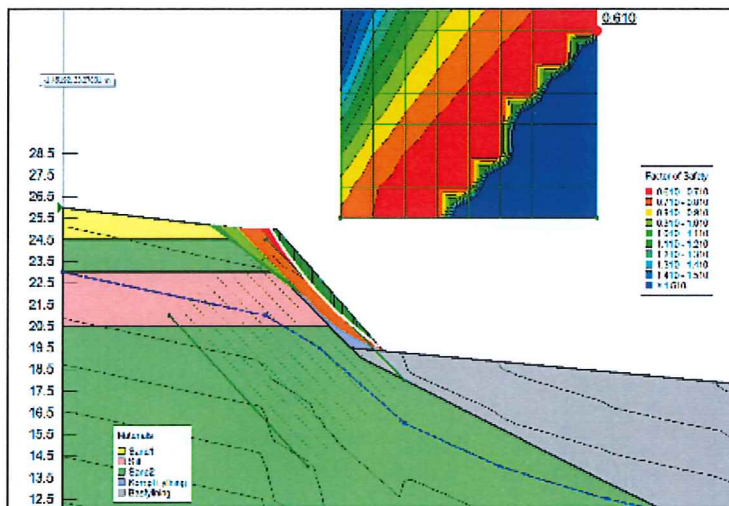
Figur 16 Sektion 0/110 är en av de platser som behöver kompletterande fyllning.

6.2.4 0/110 med kompletterande fyllning

Med en kompletterande fyllning i lutning 1:2 får slänten en betryggande säkerhetsfaktor 1,58, det är tillräckligt med 1,0 eftersom partialkoefficienterna är introducerade. Alltså kan den kompletterande fyllningens slänt ställas brantare, dock ej 1:1, vilket ger 0,6 i säkerhetsfaktor.



Figur 17 Godkänd kompletterande fyllning släntlutning 1:2



Figur 18mKompletterande fyllning släntlutning 1:1 fungerar ej.

Dimensionerande värden

Egenskaper	Verkligt valt värde	Karakteristiskt värde	Dimensionerande värde
Friktionsvinkel, ϕ' sand	36°	32°	24°
Friktionsvinkel, ϕ' finsand	36°	32°	24°
Friktionsvinkel, ϕ' /skjuvhf silt	5° / 40kPa	4°/35kPa	3° / 23kPa

7 REKOMMENDERADE ÅTGÄRDER

Enligt PM Släntstabilitet presenterades dessa tänkbara åtgärder för Ravinen:

- Avlastning av påskjutande krafter.
- Mothållande krafter.
- Öka hållfastheten i aktuella jordlager.

Det föreslås att man fokuserar på mothållande krafter i form av fyllning samt, om möjligt, under längre sikt (flerårsplan) ökar hållfastheten i ytliga jordlager med hjälp av växter, som genom sitt rotsystem tillfogar ett kohesionsintercept.

Var och hur mycket fyllning mot slänter som skall läggas bör analyseras noga eftersom ett arbete att fylla igen hela ravinen skulle bli mycket kostsamt och ej heller nödvändigt. I detta PM har sektion 0/110 exemplifierats, som med basfyllning och 6 m kompletterande fyllning 1:1,5 uppfyller stabilitetskraven. Avvattnings av befintlig bäck i ravinen föreslås ske genom mellanrummen av det grövre krossmaterial man lägger ut på botten.

Jordspikning, stödmurar, gabioner, jordankare har inte tagits med som alternativ i detta steg eftersom det förmodas att fyllning och växter kan fungera bra till ett lägre pris. Det är i nuläget obekant om dränerande åtgärder såsom horisontella dräner eller vissa växter kan krävas för att minska porvattentrycket i slänten.

7.1 RISKER

Det rekommenderas att området utreds av den myndighet som står för ansvarsfrågan för att avgöra om och var avspärningar bör utföras. De få träd som har lämnats kvar utgör en viss fara eftersom de både är höga och står på krönet där rotsystemet ej kan avancera, utan snarare stagnerar. De är således oskyddade mot vind och kan när de faller inte bara orsaka skador mot liv hus utan även provocera skred.



Figur 19 Många av Ravinens slänter är både branta och höga.

Ravinen 2, belägen mellan Skolgatan och Mariedalsgatan ingår ej i detta uppdrag, men eftersom vi passerade där för att hämta in kompletterande information, upptäcktes att även denna har utsatts för liknande kalhugning av växtlighet. Det finns även här risker med branta slänter. Dessutom finns ett undermåligt utlopp som täcks av ett rostigt galler som kan innebära två stycken faror: 1) fallrisk; 2) blockering av utloppet med växtdelar och jord så att avrinningen uteblir och eventuell ackumulering av regnvatten kan översvämma och även skreda fyllningen under Järnvägsgatan.



Figur 20 Rostigt galler vid utloppet Ravinen 2, (Ingår ej i detta uppdrag).

7.2 YTGALLRING

Minimalt med ingrepp i ytskiktet görs för att bibehålla vegetationsskiktet så intakt som möjligt. Även döda rötter håller ihop vegetationsskiktet.

7.3 FYLLNING

Total fyllning beräknad ur uppmätta sektioner med fyllningsyta etablerad enligt släntstabilitetsberäkningar, 14.480 m³.

FYLLNING				
SEKTION	HALVDISTANS	AREA m ²	MEDELV. AREA m ²	VOLYM m ³
0/010		0		
	10		20	200.00
0/020		40		
	10		64	640.00
0/030		88		
	10		89.5	895.00
0/040		91		
	10		96.5	965.00
0/050		102		
	10		102.5	1025.00
0/060		103		
	10		114.5	1145.00
0/070		126		
	10		120.5	1205.00
0/080		115		
	10		120	1200.00
0/090		125		
	10		118.5	1185.00
0/100		112		
	10		117	1170.00
0/110		122		
	10		129	1290.00
0/120		136		
	10		136.5	1365.00
0/130		137		
	10		137	1370.00
0/140		137		
	10		76.5	765.00
0/150		16		
	7.6		8	60.80
0/160		0		
	2.4		Total Fyllning	14480.00 m ³
0/170		0		

Det första lagret av fyllningen, som läggs i botten, skall vara dränerande och minst innehålla 2100 m³ av kornfraktionerna block, eller sten > 30 cm, enligt tidigare uträkningar under kapitlet HYDROLOGI, uträknad volym 2077 m³.

För att arbetet med fyllning skall fungera, behövs en tillfartsväg och byggtrafikplan. Det rekommenderas fyllning från uppströms och framåt. Hur kan arbetet med resten av fyllningen utföras? Det rekommenderas tillfart från uppströms, Mellangatan, så att dräneringsområdet närmare Järnvägsgatan (nedströms) tillsvidare lämnas i fred.

Vid påfyllnad av det översta ytskiktet med växtjord, gärna åkerjord, ska körning och packning undvikas över ytan efter utläggning av växtjord.

7.4 MARKAVJÄMNING

Utvärderas senare.

7.5 VÄXTER

7.5.1 Förberedelser

Etableringen föregås av en inventering av befintlig vegetation och växtförhållanden, såsom klimat-, markvatten- och jordförhållanden, vilket är lättast att utföras under sommarhalvåret.

Vid höstplantering kan markfukt tas tillvara vilket minskar vattningsbehov av plantorna. Plantering av orotade sticklingar kan utföras under växtens viloperiod, det vill säga under vinterhalvåret.

7.5.2 Val av växter

Vid val av växtarter bör man i första hand välja det som växer naturligt på platsen. För att erhålla en snabb etablering är det lämpligt att använda salixarter i kombination med annan vedartad vegetation (buskar och träd). De flesta salixarterna klarar övertäckning av jord från exempelvis erosion.

Växter etablerade i häcklager har större tillväxt (såväl bredd som längd) än punktvis etablerade plantor. Mikroklimatet (klimatet just kring växten) har betydelse, speciellt i det kärva klimatet som råder i regionen och växter tätt intill varandra ger skydd mot kyla och vind.

Lämpliga växter att stödplantera i ravinen utifrån de lokala förutsättningarna är bland annat:

Sälg, (*Salix caprea*),

Rödvide (*Salix purpurea*),

Krypvide (*Salix repens*),

Skogskornell (*Cornus sanguinea*),

Rönn (*Sorbus aucuparia*),

Skogstry (*Lonicera xylosteum*),

Druvfläder (*Sambucus racemosa*),

Skogsolvon (*Viburnum opulus*).

I en blivande parkmiljö kan även mer dekorativa buskar användas som komplement. Björk liksom asp kan få etablera sig naturligt.

Barrträd är mindre lämpliga i ingenjörbiologiska sammanhang eftersom de inte har samma höga vattenuppsugande förmåga som lövträd och eftersom barrträdens rötter inte har samma höga draghållfasthet som lövträdens. Gran och tall kan dock låtas självsås som ett naturligt inslag i naturmiljön.

7.5.3 Etablering av växter

Plantering och etablering beskrivs i skede 2.

8 FÖRSLAG, GESTALTNING

Punktinsatser med fyllning kanske behövs vid något av förråden som är byggda precis vid kanten av ravinen. Studeras i kommande steg.

En illustrationsskiss för en möjlig kommande användning bifogas med en vy från Mariedalsskolan.

9 BILAGOR

Fullständig inmätning Ravin Timrå A1

Planritning

Fullständig inmätning Sektion Timrå A1

Sektioner

Gestaltning

Illustrationsskiss

Stabilitetsberäkningar finns att tillgå i filform från WSP.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 40 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 200 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

