

PM **Talga, Nunasvaara Södra**
Uppdateringar sand- och gråbergsmagasin

UPPDRAGSNUMMER
3152001-600

ANLÄGGNING
Nunasvaara Södra

DATUM
2021-10-29

UPPRÄTTAD AV
Annika Bjelkevik
Roger Knutsson

MOTTAGARE
Peter French, Talga AB

STATUS
Slutversion

PROJEKTLEDARE
Annika Bjelkevik

TEKNISK GRANSKNING
Roger Knutsson

GODKÄND AV
Annika Bjelkevik

TAILINGS CONSULTANTS SCANDINAVIA AB

Annika Bjelkevik
M.Sc. Civil Eng.
+46 (0) 706 – 022 086
annika.bjelkevik@tailings.se

Kungsgatan 37
111 56 Stockholm
SWEDEN
www.tailings.se

Sammanfattning

Sedan den ursprungliga ansökan skickades in (maj 2020) har Talga fortsatt att utveckla gruvprojektet Nunasvaara södra. Detta inkluderar förändringar, förbättringar och optimeringar vad det gäller utformningen av sand- och gråbergsmagasinet, och baseras till stora delar på den information som domstol och myndigheter efterfrågat.

Detta dokument avser att beskriva och motivera de förändringar som skett, och som således skiljer sig gentemot de handlingar som tidigare skickats in i målet.

Följande punkter beskrivs i detta dokument samt tillhörande ritningar (001-008). De behandlar förändringar, kompletteringar, alternativt förtydliganden, jämfört med vad som tidigare har redovisats i målet.

1. Flytt av infart till deponin (för deponering av restprodukter)
2. Nytt material för liner, inklusive dränage under linern
3. Stabilitet (grundläggning gråbergsvall)
4. Vattenhantering (flytt av skärmdike samt lutning av överyta i deponi)
5. Utformning av täckning för efterbehandlingen i anslutning till gråbergsvallens nedströmstå
6. Cell för deponering av slam från vattenrening i deponin
7. Förtydligande av konceptet (höjningar planeras utifrån produktion)

TCS bedömer att inkomna yttranden i målet har varit mycket konstruktiva. Önskemålen kring komplettering har medfört ett dimensioneringsarbete som nu, efter häri redovisade förändringar, innebär en förbättrad design av sand- och gråbergsmagasinet vid den planerade gruvan vid Nunasvaara Södra.

PM:et avslutas med en tabell där inkomna frågor och önskade kompletteringar summeras tillsammans med Talgas svar och tillgodosedda kompletteringar. I tabellen ges även referenser till var i detta dokument som frågorna behandlas.

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
2	Förändringar jämfört med tidigare handlingar	5
2.1	Infart för deponering av massor	6
2.2	Liner och dränage	6
2.2.1	Alternativstudie liner – sammanfattning	6
2.2.2	Ny linerdesign	8
2.3	Stabilitet grundläggning	10
2.4	Vattenhantering	15
2.4.1	Dränage under linern	15
2.4.2	Dränage över linern	16
2.4.3	Dike 1	17
2.4.4	Dike 2	17
2.4.5	Dike 3	17
2.4.6	Kontroll av grundvatten	17
2.4.7	Hantering av ytvatten i magasinet	17
2.5	Täckning för efterbehandling	18
2.6	Cell för deponering av slam från vattenrening	18
2.7	Systembeskrivning av sand- och gråbergsmagasinet	20
2.7.1	Etapper – deponering och höjning av vall	21
2.7.2	Övervakning	23
3	Slutkommentar	23
	Referenser	26

Bilagor

Ritningar:

- 001 – Plan grundläggningsyta, 2021-10-29
- 002 – Plan startetapp, 2021-10-29
- 003 – Plan full höjd, 2021-10-29
- 004 – Plan underdränage, 2021-10-29
- 005 – Plan överdränage, 2021-10-29
- 006 – Typsektion 1_normalsektion, 2021-10-29
- 007 – Typsektion 2_läge för utloppsledning och underdränage, 2021-10-29
- 008 – Typsektion 3_Hela magasinet, 2021-10-29

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Talga AB har ansökt om miljötillstånd för att bryta och processa grafitmalm samt hantera tillhörande restprodukter. Ansökan (Mål nr M 1573-20) skickades in till Mark- och miljödomstolen vid Umeå tingsrätt 2020-05-26 och kompletterades 2021-02-19. Talga avser att ytterligare komplettera ansökan med förtydliganden i målet. Denna komplettering kommer skickas in i oktober 2021.

Tailings Consultants Scandinavia (TCS) har av Talga blivit tillfrågade att bistå vid arbetet med att hantera de inkomna önskemålen om förtydliganden och/eller kompletteringar i målet avseende hantering av restprodukter i den integrerade sand- och gråbergsdeponin, härafter kallat sand- och gråbergsmagasinet.

Sedan den ursprungliga ansökan skickades in (maj 2020) har Talga fortsatt att utveckla gruvprojektet Nunasvaara södra. Detta inkluderar förändringar, förbättringar och optimeringar vad det gäller utformningen av sand- och gråbergsmagasinet till delar baserat på den information som domstol och myndigheter efterfrågat. I föreliggande dokument beskrivs dessa uppdateringar.

I enlighet med tidigare inlämnade uppgifter i målet så avser Talga nyttja ett sand- och gråbergsmagasin som anläggs mellan gruvans planerade dagbrott och industriområde, norr om sjön Hosiojärvi. I magasinet omhändertas och samdeponeras restprodukterna anrikningssand, gråberg samt slam från vattenrening. Anrikningssanden genereras året runt, och avvattnas via filterpressar till ett tillstånd lämpligt för utkörning till magasinet med lastbil och/eller dumper. Gråberget genereras under sommarhalvåret, och körs även det till magasinet via lastbil och/eller dumper. Slam från vattenreningen avvattnas på industriområdet innan det tillförs magasinet. Sand- och gråbergsmagasinet avses vara i drift under 11 år. Efter att deponering i magasinet avslutats avses deponering i stället ske i utbrutna dagbrott, och magasinet kan förberedas för efterbehandling.

1.2 Syfte

Utifrån inkomna önskemål om kompletteringar i miljöansökan så har Talga valt att utföra ett antal förändringar relaterade till sand- och gråbergsmagasinet och tillhörande hantering av anrikningssand, gråberg och slam. Detta dokument avser att beskriva och motivera de förändringar som skett, och som således skiljer sig gentemot de handlingar som tidigare skickats in i målet.

Dokumentet är avgränsat till att enbart behandla frågor som berör magasinets utformning samt tillhörande aspekter kring deponering och vattenhanteringsfrågor.

2 Förändringar jämfört med tidigare handlingar

Nedan följer de produktionsmängder som Talga ansöker om att omhänderta i sand- och gråbergsmagasinet:

- Anrikningssand:
upp till 1,0 Mt, vilket ger 0,67 Mm³ vid torrdensitet 1,5 t/m³
- Gråberg:
upp till 4,5 Mt, vilket ger 2,2 Mm³ vid torrdensitet 2,09 t/m³
- Slam (vattenrening):
upp till 5 000 ton, vilket ger 4 200 m³ vid torrdensitet 1,2 t/m³

Mängden anrikningssand och gråberg är densamma som tidigare angetts. Tillkommande är mängden slam från vattenreningen. Denna mängd är liten, ca 0,3 % av den totala mängden anrikningssand (0,67 Mm³) och berg (0,67 Mm³) som deponeras i deponin. Resterande mängd gråberg (1,53 Mm³) används för den omgivande gråbergsvallen.

Följande punkter kommer beskrivas ytterligare i detta dokument samt tillhörande ritningar (001-008). De behandlar förändringar, kompletteringar alternativt förtydliganden jämfört med vad som tidigare har redovisats i målet.

1. Flytt av infart till deponin (för deponering av material)
2. Nytt material för liner, inklusive dränage under linern
3. Stabilitet (grundläggning gråbergsvall)
4. Vattenhantering (flytt av skärmdike samt lutning av överyta i deponi)
5. Utformning av täckning för efterbehandlingen i anslutning till gråbergsvallens nedströmstå
6. Cell för deponering av slam från vattenrening i deponin
7. Förtydliga koncept (höjningar planeras utifrån produktion)

I följande kapitel beskrivs de föreslagna förändringarna.

I den följande beskrivningen används två benämningar för olika typer av vatten; "rent vatten" och "kontaktvatten". Definitionen av dessa är:

- Kontaktvatten = vatten som är, eller har varit, i kontakt med restprodukter (anrikningssand, gråberg eller slam från vattenreningen), dvs vatten som kan ha varit i kontakt med sulfidhaltiga mineral och därmed potentiellt kan generera surt lakvatten.
- Rent vatten = vatten som ej är eller har varit i kontakt med gruvans restprodukter (anrikningssand, gråberg eller slam från vattenreningen).

2.1 Infart för deponering av massor

Tidigare redovisade handlingar visar en infartsväg till sand- och gråbergsmagasinet från norr. Nu föreslås två vägar till sand- och gråbergsmagasinet, se Figur 1, för att effektivisera transporter vilket minskar damning, buller och CO₂ utsläpp kopplade till materialtransporterna.

Infartsvägen i norr kommer att nyttjas för hanteringen av slam från vattenreningen samt visst gråberg för att minimera transportsträckorna och infartsvägen från söder kommer att nyttjas för att köra anrikningssand och gråberg till magasinet.

Gråberg kommer att köras ut sommartid, både för att deponeras samt för att höja den omgivande gråbergsvallen, medan anrikningssand kommer att köras ut till magasinet året runt. Slam från vattenreningverket körs ut vid behov.



Figur 1 Plan från ritning 61-38474-C001 (GHD, 2019) som visar infartsväg från norr t.v. och plan som visar nytt förslag med infartsväg från norr och söder t.h. (se även Bilaga ritning 002) Röda boxar förtydligar respektive läge för infartsvägar.

2.2 Liner och dränage

Ursprunglig design för liner under magasinet inkluderade material (lera) som av TCS bedöms vara svårt att få fram liksom att materialet bedöms vara känsligt för klimatpåverkan såsom frost och torka. Med anledning av detta har en alternativstudie av andra linerlösningar utförts (Golder, 2021), vilken ledde fram till ett beslut om att byta liner till en bitumenbaserad liner (BGL) som är ett asfaltshaltigt vattentätt geomembran. I det följande sammanfattas alternativstudien i 2.2.1 och valt alternativ beskrivs och motiveras i 2.2.2.

2.2.1 Alternativstudie liner – sammanfattning

Studien omfattade nio olika linerlösningar (inkluderat ursprungligt alternativ med lera). De viktigaste egenskaperna för vart och ett av alternativen sammanfattas nedan.

Liner av kompakterad lera

En liner av lera kräver material av rätt kvalitet som kan packas rätt densitet, vilket kräver rätt väderförhållanden (det får inte vara för kallt eller för torrt). Detta bedöms vara svårt att uppnå för sand- och gråbergsmagasinet, dvs att hitta lera av rätt kvalitet och erhålla bra förutsättningar för anläggande.

Vanligt användningsområde: Gruvapplikationer

High Density Polyethene – HDPE

HDPE har mycket god resistans mot ett flertal kemikalier och UV-strålning samtidigt som det klarar kyla. Det är en av de mest använda liners. Nackdelarna är att skarvar måste svetsas samt att materialet är känsligt för punktering och sprickbildning till följd av spänningar.

Vanligt användningsområde: deponier och deponier för kemiskt kontaminerat material

Low density Polyethene – LLDPE

LLDPE tillverkas av samma material som HDPE och har därför i stort samma egenskaper. Skillnaden är att LLDPE är mer flexibel och formbar men har lägre draghållfasthet samt lägre resistens motkemikalier, UV-strålning etc.

Vanligt användningsområde: (ej redovisat)

Reinforced Polyethene - RPE

RPE kombinerar fördelarna med HDPE och LLDPE och är tunnare och lättare. Största nackdelen är kostnaden och att det inte finns så mycket studier på livslängd liksom att den ej använts för restprodukter från gruvindustrin i Europa.

Vanligt användningsområde: Kanaler och dammar

Flexible Polyethene – FPP

FPP är en flexibel och tämligen stark liner, vilket gör den resistent mot revor, repor och punktering. Den är dock känslig för kolväten, klor, oljor och starka oxidationsmedel. Den har livslängd upp till 30 år om den är övertäckt. Kostnaden ligger ej så högt.

Vanligt användningsområde: Kanaler och dammar

Polyvinyl Chloride – PVC

PVC har god resistens mot kemikalier och ganska god mot revor och punktering, men mycket dålig mot UV-strålning, vilket medför att livslängden kortas om den inte omgående täcks över. Den klarar inte heller kallt klimat så bra då det medför en känslighet mot sprickor och revor, vilket medför att installation bör vara på frostfritt djup. Låg kostnad.

Vanligt användningsområde: Bassänger

Ethylene Propylene Diene Monomer – EPDM

EPDM är en mjuk och hållbar liner av syntetiskt gummi. Den expanderar/krymper mindre vid höga/låga temperaturer jämfört med andra linermaterial. Den största nackdelen är att skarvarna inte kan svetsas ihop, utan måste tejpas. Kostnaden är dessutom relativt hög.

Vanligt användningsområde: Bassänger och tak

Butyl

Butyl (syntetiskt) gummi liknar EPDM, dvs är flexibelt och klarar både höga och låga temperaturer, liksom att den klarar UV-strålning och ozon. Som EPDM deformeras den vid temperaturförändringar vilket medför en avancerad metod för att svetsa och tejpa skarvarna. Den har också lägre resistens jämfört med EPDM mot kemiska ämnen samt lägre hållfasthet. Kostnaden har ökat senaste åren och den kan vara svår att få tag i.

Vanligt användningsområde: Bassänger. Användningen minskar i Europa

Bituminous Geomembrane Liner – BGL

BGL är ett asfaltshaltigt vattentätt geomembran. Den har lång livslängd och är resistent mot UV-strålning, höga och låga temperaturer, kemiska och biologiska ämnen samt släpper ej igenom gaser. Den har god elasticitet och viskositet och har därmed god resistens mot t.ex. differentialsättningar. Den har en hög friktionsvinkel mot kontaktmaterialet och hög beständighet mot revor och punktering, vilket gör att den kan läggas på förhållandevis grovt material. Kostnaden för både inköp och utläggning är dock relativt hög.

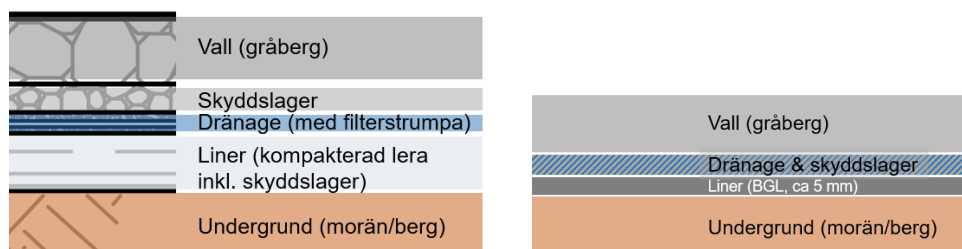
Vanligt användningsområde: Bassänger för dricksvatten och fiskodlingar, kanaler, gruvapplikationer, deponier etc.

Slutsats

Av studerade alternativ har en teknisk jämförelse resulterat i att BGL bedöms vara den bästa linern för projektet. BGL erhöll ca 4,5 "poäng" på en femgradig skala medan övriga alternativ låg mellan ca 2,5 – 3,5.

2.2.2 Ny linerdesign

Utifrån alternativstudien fattades beslut om att byta ut den kompakterade lerlinern till en BGL (Bituminous Geomembrane Liner). Designen för den förra och den nya visas principiellt i Figur 2.



Figur 2 Principiell sektion för ursprunglig liner (kompakterad lera) t.v. och ny liner (BGL) t.h.

Den nya linern, GBL, kan anläggas direkt på avtäckt och avjämnad morän- eller berggrundläggning. Vid större ojämnheter (t.ex. vid berggrundläggning) kan utjämnning av ytan behöva ske, vilket kan utföras med morän eller filtermaterial. Över linern läggs ett skyddslager av krossat filtermaterial av lämplig storlek och kornfördelning för att dränagevatten ska kunna rinna i detta till dränaget och dike 1 (se 2.4.1). Installation av linern ska ske enligt leverantörens instruktioner.

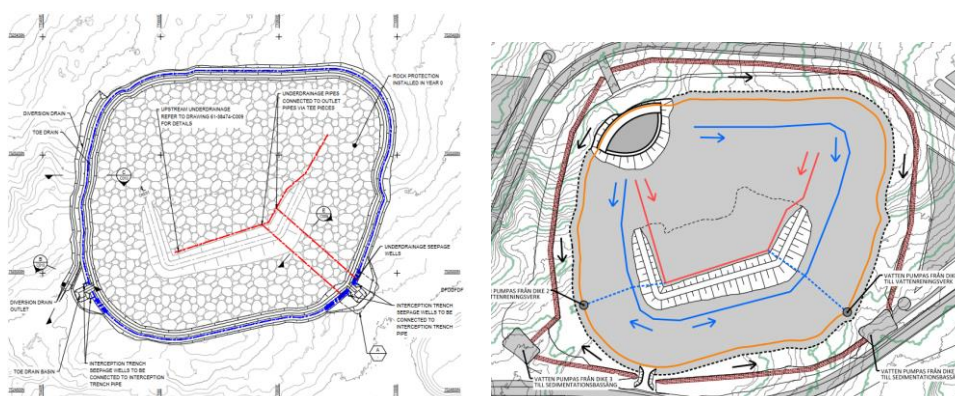
Dränagesystem

Ihop med linern anläggs dränagesystem. Syftet med dessa beskrivs även under 2.4 nedan.

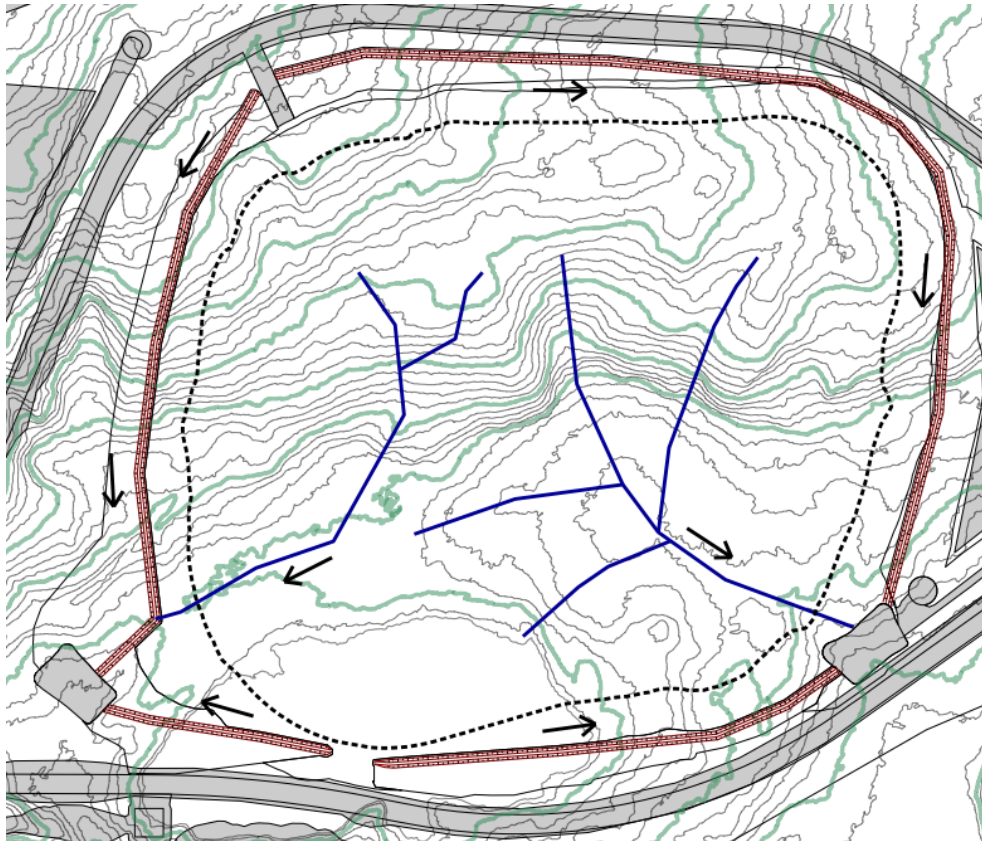
Ursprunglig linerdesign inkluderade ett **dränagesystem över linern** för att samla upp potentiellt dränage (kontaktvatten) från deponerat material (GHD, 2019). Detta system avses bibehållas med en mindre justering i sand- och gråbergsmagasinet västra del. I Figur 3 illustreras dels ursprunglig utformning samt nu justerad utformning. Dränaget utgörs av perforerade dränageledningar inbäddade i filtermaterial. Ledningarna mynnar i deponins lågpunkter ut i dike 1 under den omgivande gråbergsvallen, från vilket det leds vidare i en slutna ledning till dike 2. Ledningsbädden till den slutna ledningen ska utgöras av kontaktjord framtagen av sorterad morän. Detta för att säkerställa att ledningsbädden inte agerar dränering åt kontaktvatten från gråbergsvallen.

Som tillägg till ursprunglig utformning föreslås även ett **dränagesystem under linern**. Detta dränagesystem ska samla upp rent vatten från undergrunden och särskilt från kontaktvatten. Utformningen för detta dränage visas principiellt i Figur 4. Dränerna är tänkta att utgöras av diken schaktade i morän eller anlagda på berg. I morän schaktas ett dike, i vilket en perforerad dränageledning läggs med kringfyllnad av filtermaterial. Hela det schaktade diket fylls upp med filtermaterial med undantag för sträckan under den omgivande gråbergsvallen då den övre delen av diket fylls upp med morän för att säkerställa särskilt av kontaktvatten. Diket schaktas till ett djup så att erforderlig moräntäckning erhålls (återfylls). På berg läggs en bädd av filtermaterial ut på vilket dränageledningen läggs och överfylls av filtermaterial. Linern läggs sedan över dränaget. Eftersom dränaget går under den omgivande gråbergsvallen i två lågpunkter förväntas det vara möjligt att anlägga dränaget i ett schaktat morändike i båda dessa punkter och dränage anlagt på berg endast i deponin. Dränagediket mynnar ut i dike 3, ett öppet skärmdike utanför den omgivande gråbergsvallen. För profil för dränaget genom gråbergsvallen och sektion av dränaget i morän respektive på berg, se Figur 5.

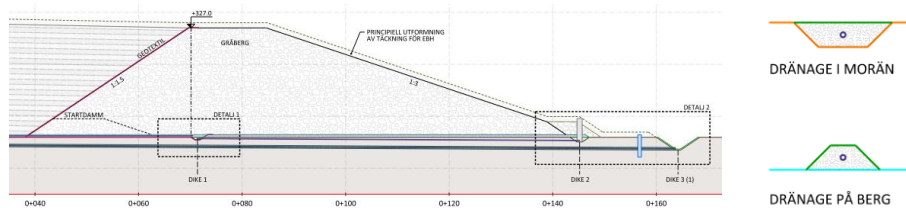
Vatten från de båda dränagesystem leds vidare enligt beskrivning i kapitel 2.4.



Figur 3 *Principiell plan av dränage över liner (röda linjer) från ritning 61-38474-C008 (GHD, 2019) t.v. och nu föreslagen justerad utformning (röda linjer för uppsamling dränagevatten och blå linjer för utlopp dränagevatten till dike 1 och från dike 1 till dike 2) t.h. (Se även Bilaga ritning 005)*



Figur 4. Principiell plan av dränage under liner (blå linjer). Se även bilaga – ritning 004.



Figur 5 Principiell utformning av dränage under och över liner i läge för gråbergsvallen t.v. (Se även Bilaga ritning 007) och principiell sektion genom dränageledning under linern i morän respektive på berg t.h. (se även Bilaga ritning 004)

Exakt utformning av dränagesystemen bör dock fastställas först i anslutning till anläggande för att en anpassning ska kunna ske till topografin (lutningen) under deponin. Denna information erhålls först efter att avtäckning av jordmån, torv etc. och beredning av undergrunden (bra morän eller berg) utförts.

2.3 Stabilitet grundläggning

Ett kompletteringsönskemål som inkommit avseende stabilitetsanalysen var att översätta denna till svenska. Nedan följer en svensk sammanfattning av stabilitetsanalyser som utförts. Till detta ges dessutom ett antal förtydliganden (efterfrågade via inkomna kompletteringsönskemål) samt beskrivningar av de förändringar som gjorts kring designen (jämfört med tidigare handlingar).

Notera att beräkningarna nedan redovisar fall som Talga inte helt och hållet går vidare med i tillståndsansökan. Beräkningarna nyttjas dock som en del av den

iterativa designprocess som skett, och som sedan lett fram till den design som Talga nu söker tillstånd för.

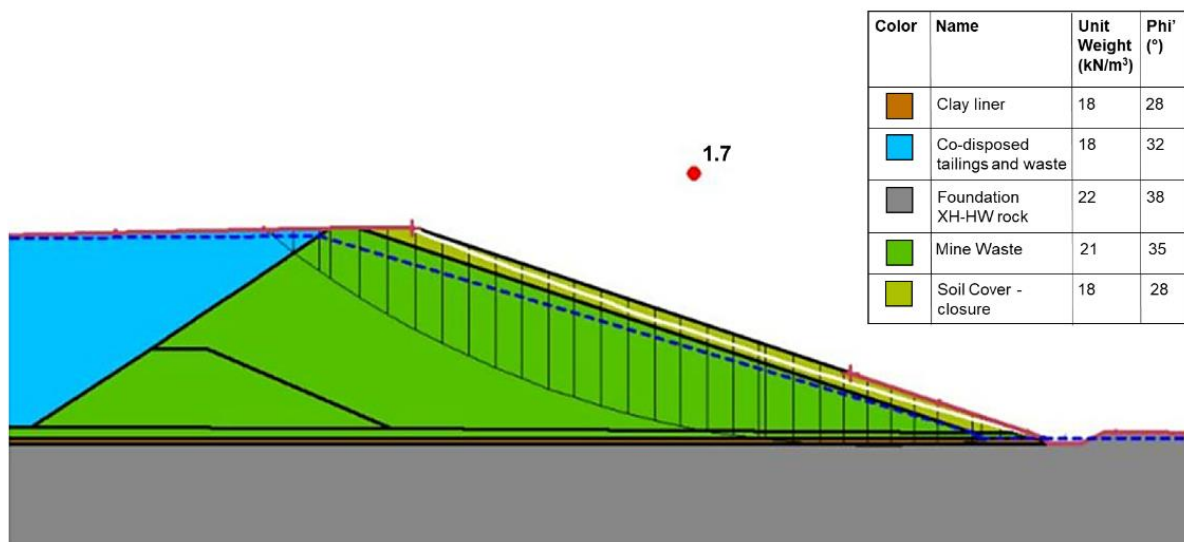
Stabilitetsanalyserna som låg till grund för tidigare inskickade handlingar utfördes av GHD (2019). Beräkningarna utfördes som tvådimensionella gränslastberäkningar för en sektion av deponin/gråbergsvallen. Sektionen motsvarade ett läge i deponins sydöstra del som representerar den högsta sektionen. För beräkningarna nyttjades Geostudios program SLOPE/W, där kraft- och momentjämvikt mellan lameller hanterades med hjälp av Morgenstern-Price metod.

Till beräkningarna nyttjades fem material, där hållfasthet beskrevs med Mohr-Coulombs brottkriterium (friktionsvinkel). Hållfastheten för det samdeponerade materialet i magasinet bedömdes utifrån odränerade triaxialförsök på anrikningssand. Hållfastheten för övriga material bedömdes utifrån erfarenhet. Materialegenskaperna redovisas i Tabell 1.

Tabell 1 *Materialegenskaper enligt GHD (2019)*

Material	Tunghet (kN/m³)	Friktionsvinkel (°)
Lerbaserad liner	18	28
Samdeponerad a-sand + gråberg	18	32
Undergrund	22	38
Gråberg	21	35
Täckmaterial vid efterbehandling	18	28

Beräkningarna utfördes med antagande av en extremt hög grundvattenyta i magasinet. Både magasinet och gråbergsvallen ansattes fullt vattenmättade med grundvattenytan i nivå med magasinets överyta samt längs gråbergsvallens yttre slänt. Med hänsyn till att samdeponering ska ske med filterpressad anrikningssand och gråberg, att bottendränage anläggs i botten av magasinet, samt att gråberget bedöms vara fritt dränerande, så är den i beräkningarna ansatta porttryckssituationen extremt konservativ. Trots de extrema antagandena, så blir den beräknade säkerhetsfaktorn 1.7, dvs. god marginal gentemot minsta tillåtna 1.5. Resultatet redovisas i Figur 6:



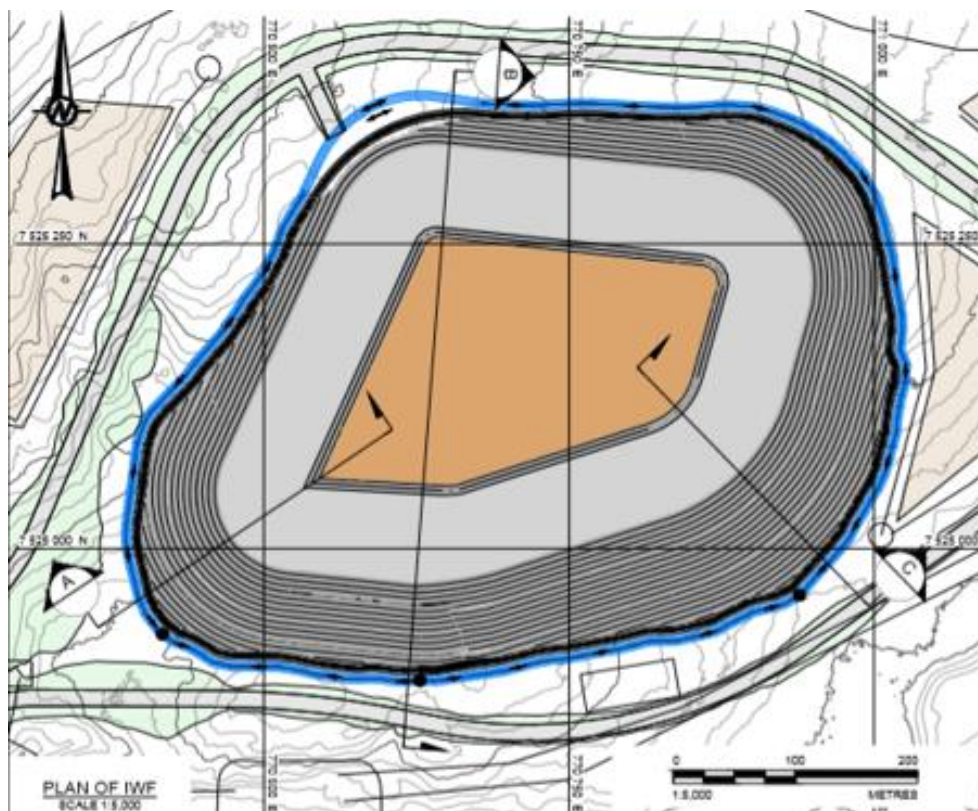
Figur 6 Beräkningsresultat i tidigare inskickade handlingar (GHD, 2019). Säkerhetsfaktor 1.7.

Talga valde därefter att låta Golder (2021) se över designen samt uppdatera stabilitetsberäkningarna. Även dessa beräkningar utfördes i SLOPE/W med Morgenstern-Price metod. Jämfört med tidigare beräkningar av GHD kontrollerades stabiliteten med "ny" bitumenbaserad liner kallad BGL (se avsnitt 2.2) och tillhörande hållfasthet. För att undvika vattenuppträck under linern kompletterades dessutom designen med ett dränagesystem under linern (se kapitel 2.4). Golder gjorde dessutom en stabilitetsbedömning av magasinet utifrån det faktum att magasinet och gråbergsvallarna anläggs på lutande terräng (uppmärksammat i en av inkomna kommentarer från Länsstyrelsen). Designen kontrollerades dessutom med en pseudo-statisk beräkning, motsvarande en mycket extrem jordbävning.

Golders materialegenskaper redovisas i Tabell 2. Jämfört med tidigare beräkningar (se Tabell 1) nyttjade Golder generellt sett lägre hållfasthetsvärden. Liner, gråberg och undergrund ansattes med flera grader lägre friktionsvinkel jämfört med vad GHD nyttjade. I Golders design antogs däremot deponin helt och hållet bestå av anrikningssand, med en grad högre friktionsvinkel än vad GHD nyttjade för deras samdeponerade material.

För den pseudo-statiska beräkningen ansattes en maximal markacceleration (peak ground acceleration) om 0,1g. Detta värde är extremt högt och motsvarar en mycket kraftig jordbävning.

Golder utförde beräkningarna för tre sektioner (A, B och C) av deponin, se deras lägen i Figur 7. En av sektionerna motsvarar samma sektion som beräknades av GHD, av Golder benämnd sektion C. Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3.



Figur 7 Lågen för Golders beräknade sektioner (Golder, 2021). Sektion C överensstämmer med sektionen i GHDs beräkning.

Tabell 2 Materialegenskaper enligt Golder (2021)

Material	Tunghet (kN/m ³)	Friktionsvinkel (°)
Bitumenbaserad liner	11	25
Anrikningssand	15	33
Undergrund	20	33
Gråberg	21	32

Tabell 3 Beräknade säkerhetsfaktorer enligt Golder (2021)

Material	Statisk beräkning	Pseudo-statisk beräkning (PGA 0,1g)
Sektion A (sydväst)	1,79	1,36
Sektion B (hela magasinet – nord-syd)	1,83	1,39 / 1,37*
Sektion C (sydöst)	1,71	1,31

* Känslighetsanalys där portryckslinje ansattes i deponin/gråbergsvallens överyta.

Utifrån de stabilitetsresultat som presenterats av både GHD och Golder är stabiliteten mycket god. Trots de olika ansatserna i metodval visar beräkningsresultaten på en väl tilltagen säkerhetsmarginal gentemot de

rekommendationer som finns i GruvRIDAS. För normala situationer bör säkerhetsfaktorn överstiga 1,5 och vid extrema driftsituationer överstiga 1,3. Enligt kanadensiska riktlinjer (CDA, 2014) bör säkerhetsfaktorn vid denna extrema jordbävningslast överstiga 1,0. Även med känslighetsanalyser motsvarande mycket högt vattentryck är magasinet och tillhörande gråbergsvallar stabila med marginal.

Baserat på beräkningsresultaten väljer Talga att kvarstå vid en design som till huvuddelen överensstämmer med GHD's design (dvs. det som hittills presenterats i målet). Däremot väljer Talga att förbättra utformningen genom att nyttja en bitumenbaserad liner (se avsnitt 2.2) samt nyttjandet av ett dränagesystem under linern (se avsnitt 2.4). Dessa aspekter har således kontrollerats via beräkningar av Golder.

Trots beräkningarnas entydiga bild av fullgod säkerhet så väljer Talga att ytterligare öka robustheten kring grundläggningsförhållandena. Detta sker genom att minska grundläggningens beroende av linerns geotekniska egenskaper. Hållfasthet för liners ges av tillverkarens specifikationer, och med dessa hållfasthetsvärden (här friktionsvinkel 25°) uppnås tillräcklig säkerhet då hela magasinet inklusive gråbergsvallen byggs ovanpå linern. Trots det så anser TCS att linern är den del av konstruktionen som innebär störst osäkerhet. Funktionen med linern är att motverka läckage och kontakt mellan kontaktvatten och rent vatten. Men ur geoteknisk betraktelse är liner en relativt "nyintroducerad" teknik, där det ännu ej finns en betydande erfarenhetsbas när det gäller linerns samverkan med jordmaterial. Liners i gruvdamssammanhang är visserligen en väl beprövad teknik, men då vanligen enbart för deponin (och ej under omgivande vall/damm). När även omgivande vall grundläggs på en liner introduceras ett plan med tydligt kritisk funktion för anläggningens stabilitet. TCS ser därför linerns funktion under gråbergsvallen som den mest kritiska utifrån ett släntstabilitetsperspektiv.

För att öka konstruktionens robusthet, med en ökad tillförlitlighet på de ingående materialen, så väljer Talga därmed en design där gråbergsvallens nedströmsdel anläggs på fast mark utan liner (morängrundläggning eller berggrundläggning). Under deponin och under inre delen av gråbergsvallen (allt rakt under inre hörnet av slutligt krön, dvs under all deponerad anrikningssand) agerar linern som ett tätskikt som motverkar läckage, och under gråbergsvallens nedströmsdel sker grundläggning på jord/berg med ökad geoteknisk tillförlitlighet.

Inga nya beräkningar har utförts med design där linern avlutas under halva gråbergsvallen. Men gentemot de beräkningsresultat som finns tillgängliga från GHD och Golder så innebär den avslutade linern enbart förbättrad stabilitet. Grundläggning på fast morän och/eller berg ger en högre säkerhet mot brott än vad som erhålls vid grundläggning på en liner.

Som tillägg till beskrivningen av utförda stabilitetsberäkningar följer här ett bemötande till inkomna önskemål om kompletteringar i målet.

Angående frågan om dränerade respektive odränerade analyser så vill Talga göra ett antal förtydliganden. Av de material som har inverkan på sand- och gråbergsmagasinet så är det enbart anrikningssand som rimligen kan resultera i kontraktant beteende med tillhörande portrycksuppbyggnad. I dessa fall

kan odränerad hållfasthet vara lägre än vid dränerade förhållanden. För övriga material med inverkan på magasinets stabilitet (morän eller gråberg) så förväntas det ej utvecklas ett odränerat beteende med hållfasthetsreducering som följd.

I aktuellt fall kommer dock anrikningssanden hanteras på ett sätt som gör att risken för kontraktant beteende och hållfasthetsreducering är mycket låg. Materialet kommer nämligen 1) filterpressas och köras ut till magasinet och 2) samdeponeras med lika stor volym gråberg. Allt material i magasinet kommer således att hanteras via maskinell utläggning. Sand- och gråbergsmagasinet kornskelett och geotekniska beteende kommer således att definieras av gråberget, där porerna istället fylls upp av anrikningssand. Det samdeponerade materialet kommer bli betydligt tätare än enbart gråberg (lägre hydraulisk konduktivitet), men mekaniskt kommer hållfastheten bli huvudsakligen styrd av gråbergets kornskelett. Att utföra odränerade analyser med löst lagrade material bedöms därför ej relevant. Den ansatta hållfastheten på det samdeponerade materialet bedöms därför vara fullgott.

Angående frågan om vattenmättad densitet i undergrund så bedömer Talga att frågan är inaktuell nu när linern bytts ut till en bitumenbaserad liner, och ej en lerbaserad liner som skulle ha mixats tillsammans med morän. Som tillägg kan nämnas att undergrunden (moränen) i samtliga fall ansatts med vattenmättad densitet.

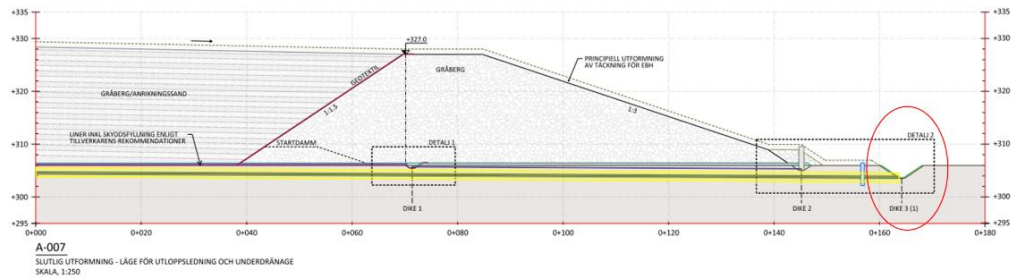
Angående lutningsförhållanden på platsen så är denna fråga nu hanterad via Golders beräkningar (sektion B). Dessutom medför justeringen med att grundlägga nedströmsdelen av gråbergsvallen på fast mark (och inte liner) ytterligare säkerhet gentemot glidning orsakad av terrängens lutning.

2.4 Vattenhantering

I detta avsnitt beskrivs en helhetsbild av vattenflöden och tillhörande vattenhantering för sand- och gråbergsmagasinet. Beskrivningen börjar från botten av magasinet och går uppåt. Nedan följer en principiell utformning på diken och dränagesystem på diken och dränagesystem. Exakt placering av dessa beslutas i samband med detaljprojektering.

2.4.1 Dränage under linern

Dränaget under linern ska säkerställa att upptryck inte uppstår under denna för att säkerställa sand- och gråbergsmagasinet övergripande stabilitet, dvs att erforderlig friktion erhålls mellan liner och undergrund (jämför avsnitt 2.3). Eftersom vattnet från detta dränage är rent särhålls det från kontaktvatten och det samlas upp i två lågpunkter i det yttre dränagediket, dike 3 (se Figur 8). Dike 3 fungerar även som ett skärmdike och samlar upp tillrinnande (rent) vatten från områden runt magasinet.



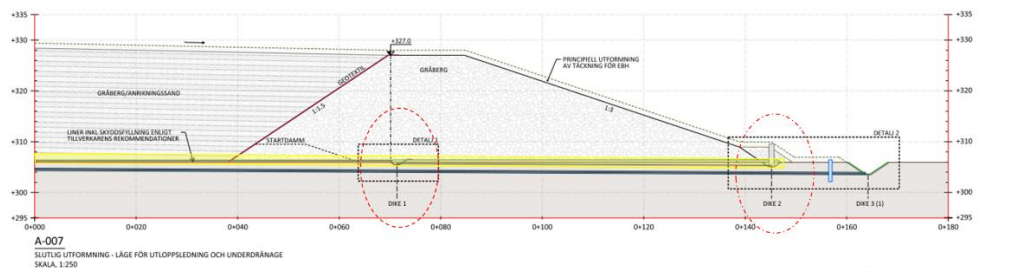
Figur 8 Principiell typsektion (från Bilaga ritning 007) för gråbergsvall där dränering under linern har gulmarkerats och dike 3 markerats med en röd oval.

Det rena vattnet pumpas från dike 3 till sedimentationsbassängen för att användas i processen eller för andra behov (t.ex. dammbekämpning). Vid överskott i sedimentationsbassängen bräddas vattnet till recipient.

Detta dränering, under linern, fungerar även som ett backupsystem för linern, dvs om linern inte fungerar och kontaktvatten går igenom denna fångas det upp av detta dräneringsystem och hamnar i dike 3. Genom provtagning av detta vatten kan linerns funktion kontrolleras. I händelse av att vattnet är kontaminerat pumpas det till vattenreningsverket för rening innan det går till sedimentationsbassängen.

2.4.2 Dränering över linern

Över linern anläggs ett dränering som ska samla upp vatten som dränerar ur från deponerat material, dvs anrikningssand och gråberg. Detta vatten som varit i kontakt med deponerade material kan vara kontaminerat och benämns kontaktvatten. Kontaktvattnet rinner via skyddslagret till dräneringarna och samlas från dessa upp i ett dike (dike 1). Dike 1 placeras under den omgivande gråbergsvallen varifrån det leds vidare i en sluten ledning till ett dike i dammtån (dike 2). I dike 2 samlas dessutom vatten som infiltrerar genom gråbergsvallen. Se Figur 9 för dräneringens och dikenas placering i sektion. Skyddslagret över linern avses utgöras av ett krossat filtermaterial av lämplig storlek och kornfördelning för att dränera vatten från linerns yta till dräneringsystemet.



Figur 9 Principiell typsektion (från Bilaga ritning 007) för gråbergsvall där dränering över linern har gulmarkerats och dike 1 markerats med en rödstreckad oval och dike 2 med en röd punktstreckad oval.

På ytan mellan dike 1 och 2 finns ingen linier i syfte att säkerställa vallens stabilitet mot glidning på grundläggningssytan, jämför avsnitt 3. Ytan mellan dike 1 och 2 ska utgöras av väl kompakterad morän med lutning från dike 1 till dike 2 för att säkerställa att avrinning sker till dike 2 och att infiltration av vattnet ner i moränen motverkas. På moränens yta anläggs ett dränerat skikt (lämpligen gråberg med bortsorterade silt och sandfraktioner). Detta dränelager underlättar flödet till dike

2, och motverkar flöde till underliggande morän. I dike 2 blandas vatten som infiltrerar genom gråbergsvallen med det vatten som samlas ihop på linern. Båda dessa vatten utgör kontaktvatten och pumpas från dike 2 (via mätbrunnar) till vattenreningsverk för rening. Efter rening leds vattnet vidare till sedimentationsbassängen för användning i processen alternativt bräddas till recipienten.

2.4.3 Dike 1

Dike 1 utgör uppsamlings- och förankringsdike för linern. Allt vatten, kontaktvatten, som samlas upp på liner leds till detta dike som ligger under den omgivande gråbergsvallen. Placeringen under vallen ska vara så att allt vatten som infiltrerar genom deponerad anrikningssand ska samlas upp i detta dike, dvs det ska ligga utanför slutligt uppströmskrön för gråbergsvallen. I diket anläggs en perforerad dräneringsledning, omgiven med väl-dränerande filtermaterial.

2.4.4 Dike 2

Dike 2 utgör ett dike i gråbergsvallens nedströmstå. Till detta dike kommer kontaktvatten från dike 1 samt vatten som infiltrerat gråbergsvallen och ner via dränage på ytan mellan dike 1 och 2. Denna yta ska luta så att vattnet rinner till dike 2. I diket anläggs en perforerad dräneringsledning omgiven av väl-dränerande filtermaterial.

2.4.5 Dike 3

Dike 3 är ett öppet dike som anläggs strax utanför magasinet. Diket har två funktioner, att samla upp rent vatten från 1) dränaget under linern och 2) ytligt vatten från omgivande områden. Diket bekläs med ett skyddslager.

2.4.6 Kontroll av grundvatten

Mellan dike 2 och 3 installeras grundvattenrör för kontroll av grundvattenkvaliteten. Genom denna kontroll (tillsammans med kontrollen av rent vatten i dike 3) kan linerns funktion övervakas.

2.4.7 Hantering av ytvatten i magasinet

Deponering av material i sand- och gråbergsmagasinet ska utföras så att materialens överyta alltid lutar mot den omgivande gråbergsvallen. På så sätt kommer nederbörd och ytvatten att rinna mot gråbergsvallen och genom denna för att samlas upp i dike 1 eller 2. En lämplig lutning bedöms vara i storleksordningen ca 1:50. Härav kommer en höjdpunkt att erhållas mitt i magasinet, vilket medför att vatten inte ska ansamlas på magasinets yta.

Samtliga flöden kommer att dräneras genom den omgivande gråbergsvallen. Under magasinets drifttid kommer gråbergsvallens krön ligga högre än det deponerade materialet. Detta leder till att ytvatten vid kraftig nederbörd eller snösmältning kan ansamlas invid gråbergsvallen till dess att det hunnit dränera genom denna.

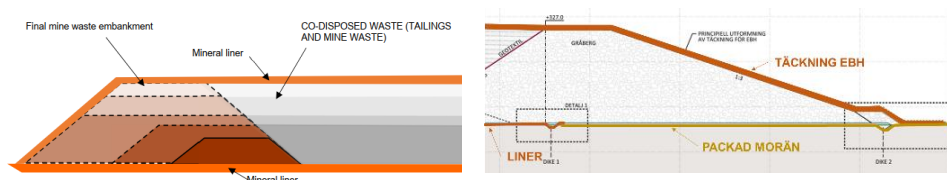
Pumpkapaciteter och kapaciteten för sedimentationsbassängen dimensioneras för ett 20-års regn inklusive en klimafaktor om 1,25. Vid kraftig nederbörd kan dränagesystemen komma att översvämmas tillfälligt. Vid en sådan situation kommer delen frisläppt vatten att spädas med de naturligt höga flödena i hela

området. Vid extremt kraftig nederbörd kan vatten eventuellt ansamlas innanför gråbergsvallen. Även om detta vatten skulle stiga så pass mycket att gråbergsvallen överströmmas så bedöms denna vara stabil för ett sådant flöde.

2.5 Täckning för efterbehandling

I tidigare redovisat förslag för täckning av deponin i efterbehandlingsskedet ansluter täckningen över sand- och gråbergsmagasinet och på gråbergsvallens slänter mot linern under deponin, se vänstra sektionen i Figur 10. Här föreslagna lösningen då linern avslutar under gråbergsvallen för att förbättra stabiliteten avses täckningen över magasinet och på gråbergsvallens slänter anslutas mot naturlig morän, se vänstra sektionen i Figur 10. Erforderlig täthet bedöms kunna erhållas genom att moränen mellan dike 1 och 2 packas och täcksiktet ansluts mot naturlig morän utanför gråbergsvallen.

Innan sluttäckning av magasinet säkerställs att överyta och ytterslänter har lämplig lutning och jämnhet. Vid behov kompletteras ytorna med avjämningsmassor.



Figur 10 *Principiella typsektioner för hur täckning är tänkt att utföras i efterbehandlingsskedet. T.h. tidigare redovisat förslag och t.v. här föreslagen utformning.*

2.6 Cell för deponering av slam från vattenrening

Sand- och gråbergsmagasinet kommer att ges en separat cell för deponering av slam från vattenreningen.

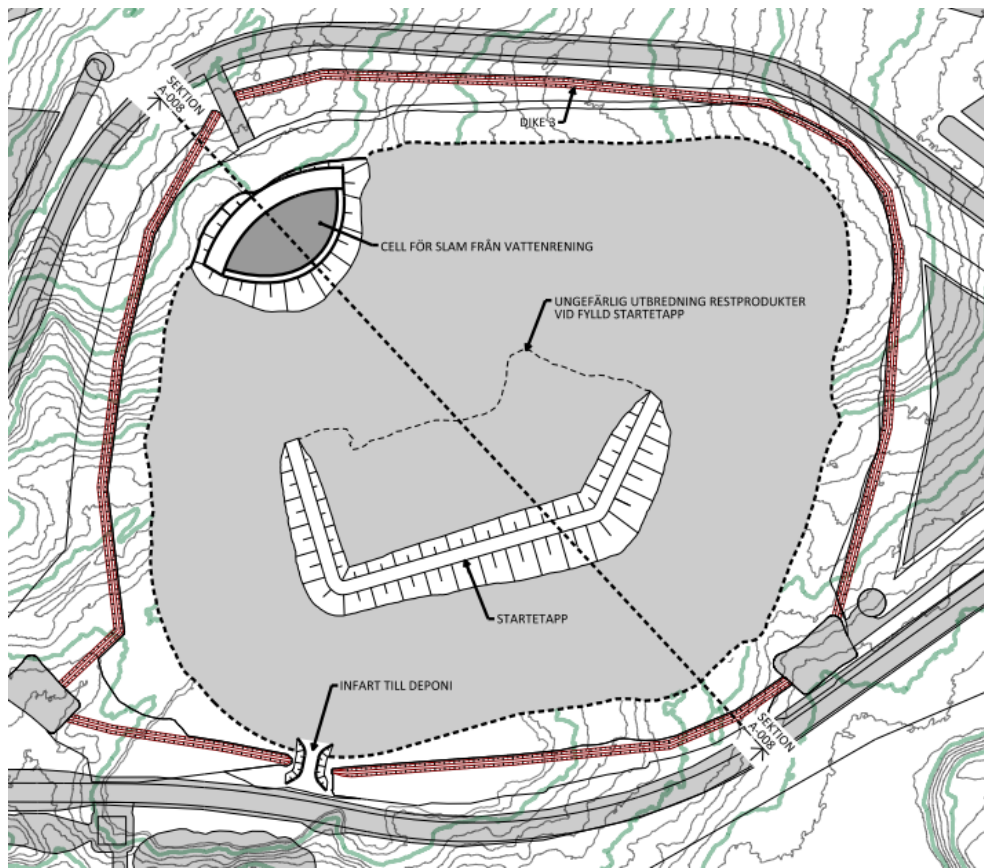
Slammet är en fällningsprodukt från vattenreningssprocessen. Efter vattenreningen omhändertas slammet i s.k. geotubes där avvattning sker. Detta sker i närheten av vattenreningssanläggningen. Geotubes är en form av dränerande socka där vatten tillåts dränera ut, och kvar blir det avvattnade slammet. Efter att avvattning skett så transporteras slammet till sand- och gråbergsmagasinet.

I magasinet isärhålls slammet från övriga restprodukter genom att deponera det i en separat cell i magasinets norra del. Mängden slam är, jämfört med övriga restprodukter, relativt låg (ca 5 000 ton eller ca 4 200 m³). Med hänsyn till förhöjda metallhalter i slammet så är materialet eventuellt intressant att återanrika i framtiden. För att möjliggöra en sådan återanrikning är det därför önskvärt att låta slammet vara isolerat från andra restprodukter. Genom att lokalisera cellen i magasinets norra del underlättas dessutom tillgängligheten för att i framtiden eventuellt ta tillbaka materialet. Med hänsyn till hantering av lakvatten så är isärhållning ej nödvändig. Eventuellt lakvatten hanteras med övrigt vatten från magasinet.

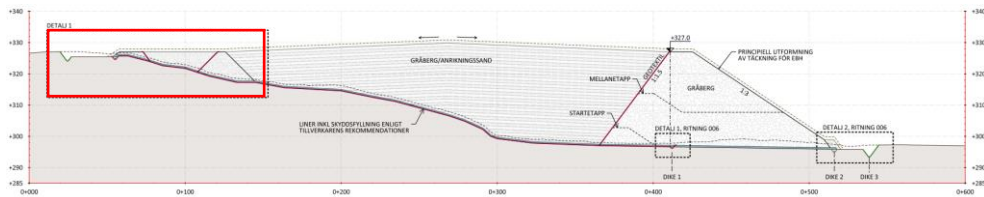
Hanteringens föreslås ske genom att bygga upp en cell med en omgivande vall av gråberg i magasinets norra del, se Figur 11 och Figur 12. Principiell sektion

genom magasinet (från Bilaga ritning A-008). Röd ruta representerar cell för slam från vattenhantering.. Cellen anläggs på den liner som sträcker sig under hela magasinet. Bergvallens inre slänter kläs med geotextil för att minska potentiell materialtransport men släppa igenom nederbörd och potentiellt lakvatten från cellen in i resterande del av magasinet. Bergvallens krön anläggs till slutlig nivå för planerad mängd slam. Det medför att vallens krönnivå kommer att vara högre än gråbergsvallens initiala krön, vilket beror på att 1) naturlig mark är högre i norr jämfört med i söder och 2) vallen är liten och att det därmed är opraktiskt att anlägga den i etapper.

Med hänsyn till vattenhantering så har cellen ett obetydligt nederbördsområde, varför endast små mängder nederbörd förväntas behöva hanteras i cellen. Den omgivande gråbergsvallen är erosionsstabil, vilket betyder att om vallen överströmmas så medför detta inte några konsekvenser då vattnet samlas upp i magasinet. Detta kan endast ske om vattenflödet till cellen blir större än genomströmningen genom vallen, och att vattennivån överskrider cellens krön.



Figur 11 Principiell plan (från Bilaga ritning 002) som visar cell för deponering av slam från vattenrening



Figur 12. Principiell sektion genom magasinet (från Bilaga ritning A-008). Röd ruta representerar cell för slam från vattenhantering.

2.7 Systembeskrivning av sand- och gråbergsmagasinet

Sand- och gråbergsmagasinet är avsett att hantera Talgas restprodukter som genereras under gruvverksamhetens första 11 år. Restprodukterna utgörs av anrikningssand, gråberg och slam från vattenrening. De restprodukter som genereras efter verksamhetens första 11 år kommer att deponeras i utbrutna dagbrott, och kommer ej att ytterligare beskrivas här.

I samband med gruvbrytningen genereras gråberg. Mängden gråberg som genereras varierar över tid, beroende på malmkroppens utsträckning. Under den inledande 11-årsperioden uppgår den ackumulerade mängden till upp till 4,5 miljoner ton. Gråberget bryts under månaderna april-september.

I samband med att grafit anrikas ur malmen genereras anrikningssand. Under den inledande 11-årsperioden uppgår den ackumulerade mängden anrikningssand till upp till 1 miljon ton. Till skillnad från gråberget så genereras anrikningssand under hela året.

Sand- och gråbergsmagasinet omgivande vallar byggs upp med gråberg. Till detta krävs ca 1,53 miljoner m³. Resterande volym gråberg avses deponeras innanför vallarna tillsammans med anrikningssanden, dvs. ca 0,67 miljoner m³. Erforderlig kapacitet för sand- och gråbergsmagasinet blir således 1,34 miljoner m³ avfall (0,67 Mm³ gråberg, 0,67 Mm³ anrikningssand och 0,004 Mm³ slam från vattenreningen). Gråbergsvallarna har dimensionerats till en nivå så att 1,4 miljoner m³ kan lagras i magasinet. Därtill ska nämnas att de torrdensiteter som nyttjats för volymberäkningarna är baserade på förväntade värden då gråberg och anrikningssand deponeras var för sig. Med hänsyn till samdeponering förväntas en viss mängd anrikningssand fylla ut delar av gråbergets porutrymme. Den nödvändiga deponeringsvolymen förväntas därmed bli mindre än 1,34 Mm³, vilket medför att en säkerhetsmarginal är inbyggd i systemet.

Anrikningssanden avvattnas på industriområdet innan den transporteras till sand- och gråbergsmagasinet med lastbil och/eller dumper. Detta sker året runt, med ca - 9 transporter i genomsnitt per dygn. Efter lossning av sanden sprids den ut med hjälp av schaktmaskin (bulldozer). Schaktmaskiner behöver således nyttjas året runt.

På liknande sätt som anrikningssanden så transporteras gråberget till sand- och gråbergsmagasinet med lastbil och/eller dumper under sommarhalvåret. Även gråberget lossas varefter materialet sprids och jämnas ut med hjälp av schaktmaskin.

För att erhålla en stabil anläggning behöver utläggningen av material planeras så att lämplig lagertjocklek erhålls. Hänsyn ska då även tas till att gråberg ej körs ut under vintermånaderna, vilket kommer att kräva god planering för att säkerställa att det inför vintern finns tillräckligt stora ytor med gråberg för att lägga ut anrikningssanden under motsvarande tid. Vid denna form av samdeponering skapas en fast anläggning där gråbergets kornskelett skapar en fast yta att köra på. Detta är nyttigt ur både drift- och efterbehandlingssynpunkt.

Förutom att med hjälp av schaktmaskin skapa en jämn yta med gråberg och anrikningssand så kommer även en lutning eftersträvas. Sand- och gråbergsmagasinet högst punkt eftersträvas alltid att vara i magasinets mitt. På detta sätt underlättas ytavrinningen från magasinets överyta, så att vattenpölar ej genereras i magasinet, utan fritt vatten tillåts rinna av mot gråbergsvallena och dränera genom dessa.

Genom samdeponering minskar risken för yterosion i anrikningssanden inne i magasinet då gråberget ej är erosionsbenäget. Genom att materialen läggs ut med flack yta minskar även risken för yterosion. Skulle yterosion uppstå leder denna till att anrikningssand kan transporteras ut mot omgivande gråbergsvall som på insidan, mot magsinet, är klädd med en geotextil, vilken säkerställer att anrikningssanden stannar kvar i deponin.

Under vinterhalvåret nyttjas även schaktmaskinen för snöröjning från magasinets yta. Snö som avlägsnas från magasinet får ej ha varit i kontakt med deponerat material. På detta sätt reduceras mängden fritt vatten (i magasinet) i samband med snösmältning. Kan ren snö ej särskiljas från snö som varit i kontakt med deponerade material så ska snön hållas kvar i magasinet, så att smältvatten kan renas likt annat kontaktvatten.

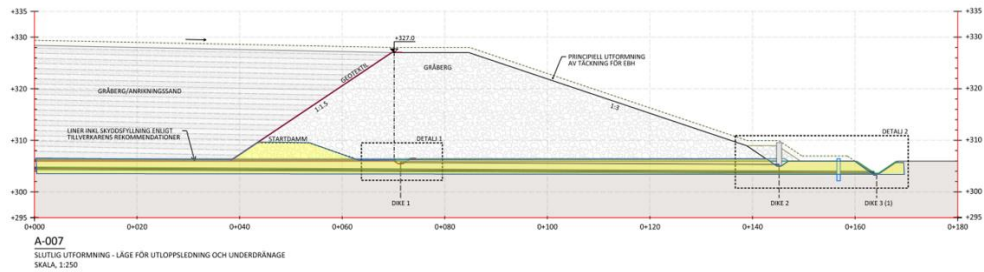
2.7.1 Etapper – deponering och höjning av vall

I det följande beskrivs hur sand- och gråbergsmagasinet, inklusive cellen för slam från vattenreningen, planeras att byggas upp. Sand- och gråbergsmagasinet avses att anläggas i en **startetapp** innan produktionen startar. Startetappen visas i Figur 13 och inkluderar följande delar:

- Avtäckning av magasinets område till bra morän
- Anläggande av dränage under liner på hela magasinets yta och dike 3
- Anläggande av liner på avtäckt yta (morän och berg) och dike 1 som fungerar som förankring av linern
- Anläggande av skyddslagret och dränage över liner
- Kompaktering av moränyta mellan dike 1 och 3 samt anläggande av dike 2 och dränagelager från dike 1 till dike 2
- Anläggande av startvallen genom utläggning av gråberg som packas i lager
- Installation av geotextil på startvallens insida, vilken förankras under skyddslagret (som läggs på linern)

- Installation av grundvattenrör för kontroll av linerns funktion mellan dike 2 och 3

Under denna etapp kan samtliga diken 1-3 vara öppna under förutsättning att problem med frysning ej erhålls. Om så sker behöver diken täckas med upp till ca 2-3 m material.



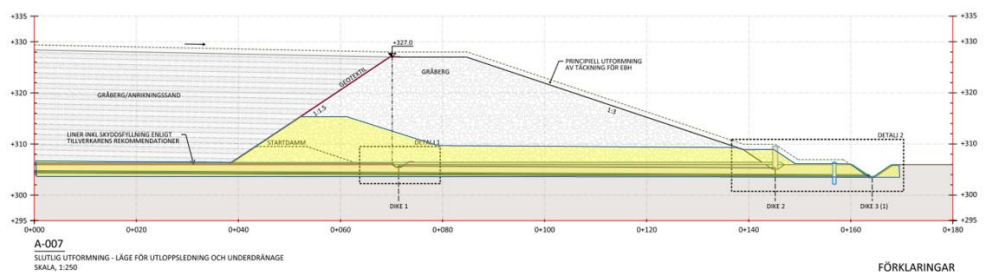
Figur 13 Startetapp visas i princip sektion (från Bilaga ritning 007) med gul skraffering

Deponering av anrikningssand och gråberg sker i lager med en lagertjocklek som ger god bärighet. Tjockleken på lagren beror på gråbergets fraktion (storlek) och hur mycket anrikningssand som tränger ner i porutrymmet i gråberget. Lämplig lagertjocklek beslutas genom att inledningsvis testa olika tjocklekar och utvärderas utifrån bärighet och logistiska möjlighet.

Mellan startetapp och slutnivå för magasinet utförs höjningar av gråbergsvallen i **mellanetapper** så att gråbergsvallens krön alltid är minst 0,5 m över nivån för material utlagt i magasinet. Vid dessa höjningar av gråbergsvallen kommer diken 1 och 2 successivt att fyllas med fillermaterial innan gråbergsvallen anläggs över dessa.

Mellanetapperna innehåller följande moment:

- Fyllning av dike 1 och 2 med filtermaterial (om så inte redan skett i startetappen)
- Anläggande av mätbrunnar i dike 2
- Höjning av gråbergsvallen genom utläggning och packning i pallar
- Förlängning av geotextilen på vallens insida



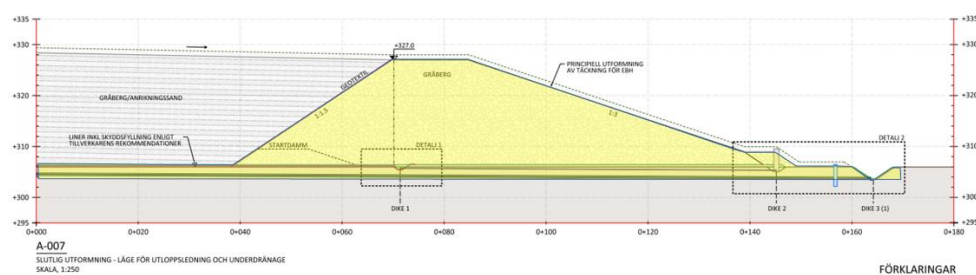
Figur 14 En mellanetapp visas i princip sektion (från Bilaga ritning 007) med gul skraffering

Deponering av anrikningssand och gråberg sker på samma sätt som beskrivet för startetappen.

Slutetappen innebär att gråbergsvallen anläggs upp till tillståndgiven krönnivå, se Figur 15. Anläggningsmomenten inkluderar:

- Höjning av gråbergsvallen genom utläggning och packning i pallar
- Förlängning av geotextilen på vallens insida
- Utformning av nedströmssläntens yta inför efterbehandling (om så inte skett tidigare)

Deponering av anrikningssand och gråberg tillåts nu ske ända upp till gråbergsvallens krön.



Figur 15 Slutetapp visas i princip sektion (från Bilaga ritning 007) med gul skraffering

Cell för deponering av slam från vattenrening anläggs i en etapp till slutlig höjd med hänsyn till att den är så liten så att det inte blir effektivt att anlägga den i etapper. Krönnivån för denna gråbergsvall kommer därför inledningsvis att vara högre än krönnivån för startetappen på huvudvallen. Gråbergsvallen som omger cellen anläggs på skyddslagret (som ligger över linern) med gråberg och insidan av vallen kläs med geotextil.

2.7.2 Övervakning

Ursprunglig handling inkluderar förslag till instrumentering. Här vill TCS poängtera att slutlig placering och omfattning av instrumentering bör utvärderas i samband med anläggandet av deponin då information om grundläggning och anläggande finns. Eventuella kritiska områden, svårigheter eller osäkerheter kan då identifieras och övervakningen av anläggningen anpassas efter dessa.

3 Slutkommentar

TCS bedömer att inkomna yttranden i målet har varit mycket konstruktiva. Önskemålen kring komplettering har medfört ett dimensioneringsarbete som nu, efter ovannämnda förändringar, innebär en förbättrad design av sand- och gråbergsmagasinet. Således kommer de inkomna yttrandena att ha bidragit till en förbättrad hantering av Talgas restprodukter vid den planerade gruvan vid Nunasvaara Södra.

Följande Tabell 4 summerar inkomna frågor och kompletteringsönskemål tillsammans med Talgas svar och tillgodosedda kompletteringar. I tabellen redovisas även referenser till var i detta dokument som frågan behandlats.

Tabell 4 Sammanställning av inkomna yttranden och svar med hänvisning till var i detta PM behandlas mer i detalj.

Fråga	Sammanfattande svar	Avsnitt i detta dokument
Arealer och volymer/viktkapaciteter	Deponins kapacitet = 1,4 Mm ³ , erforderlig kapacitet = 1,34 Mm ³ utan att sand tränger in i gråbergets porer => en marginal om >5%	2.7
Anläggandet med utfyllnad, botten tätning och anläggandet av dränering mm avses genomföras	Beskrivs i flera avsnitt	2.2, 2.4, 2.7
Uppfyller kraven enligt 55 och 56 §§ utvinningsavfallsförordningen	Beskrivs utförligt i avsnitten om stabilitet	2.3
Grundvattenförhållandena/ utströmningsområde vid grundläggningen, risker för sättningar, uppträngande grundvatten mm	Dränage under linern har som funktion att ta hand om grundvatten	2.2, 2.3, 2.4
Utveckla och beskriva funktionen i tätskikten och i viken utsträckning och grad vatten, uppbyggnad av portryck, kan orsaka stabilitetsrisker	Beskrivs i avsnitten om stabilitet	2.3
Riskerna för ytlig erosion	Samdeponering och flack lutning minska risken för yterosion. Geotextilen medför att eventuellt eroderad anrikningssand stannar kvar i magasinet.	2.7
Avjämningsmassor för efterbehandling	Slutytor utformas för att skapa bra förutsättningar för sluttäckning. Vid behov läggs avjämningsmassor ut.	2.5
Klargörande av hur samdeponeringen av anrikningssand och gråberg sker	Materialen avses att läggas ut i lager. Lämplig lagertjocklek provas ut i samband med att deponering inleds.	2.7

Avslutningsvis konstaterar TCS att föreslagen design för deponering av anrikningssand, gråberg och slam från vattenreningen är robust och stabil med marginal mot gällande nationella och internationella riktlinjer.

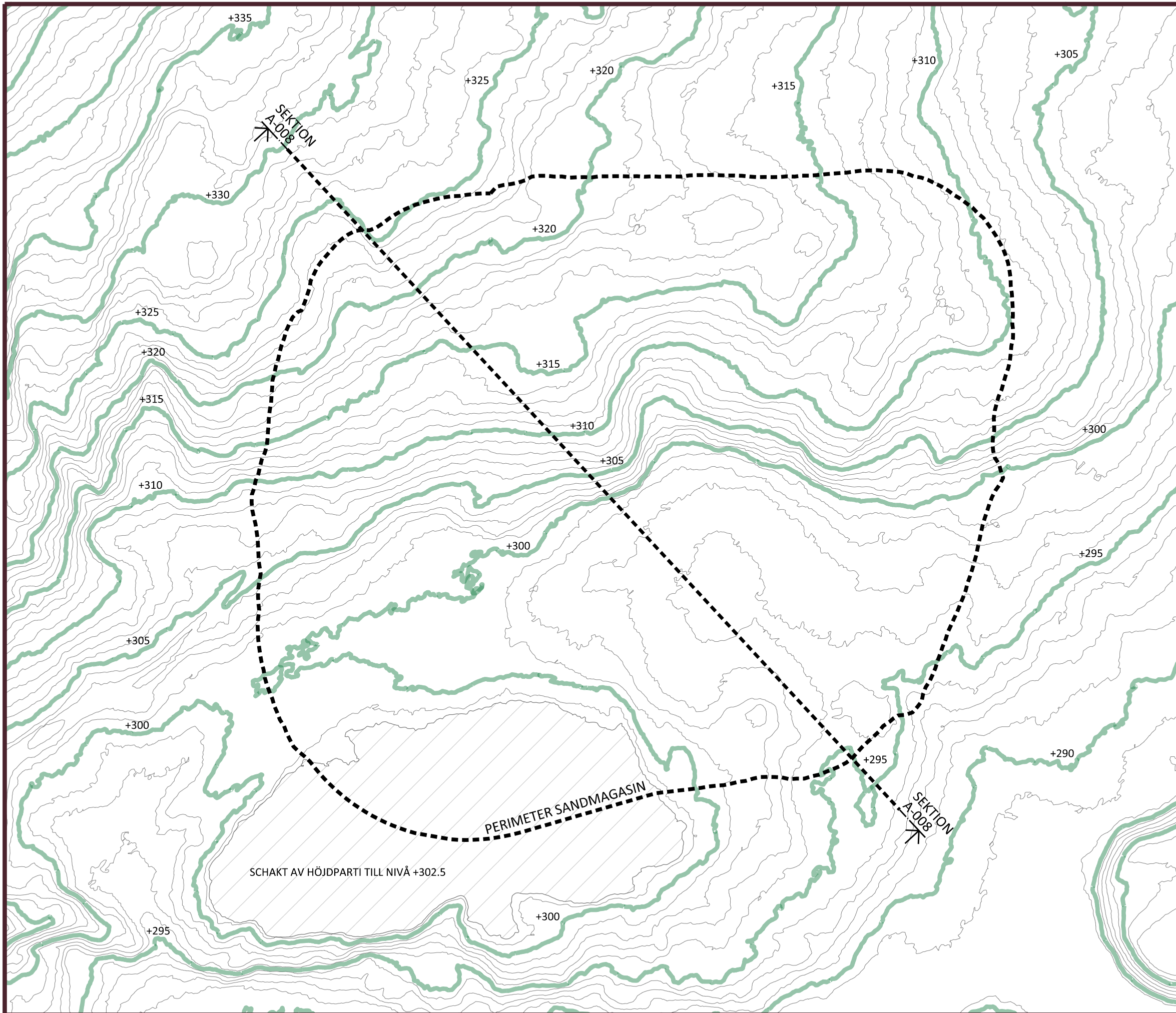
Referenser

- CDA. (2014). *Technical Bulletin: Application of Dam Safety Guidelines to Mining Dams*. Toronto, Canada: Canadian Dam Association.
- GHD. (2019). *Nunasvarra South Mine - Integrated Waste Facility - (Bilaga A7 enligt ansökan 2020-05-26)*. GHD.
- Golder. (2021). *Nunasvaara South DFS Integrated Waste Facility Design*. Buckinghamshire, UK: Golder associates UK Ltd.

TCS - Tailings Consultants Scandinavia AB

Annika Bjelkevik

Roger Knutsson



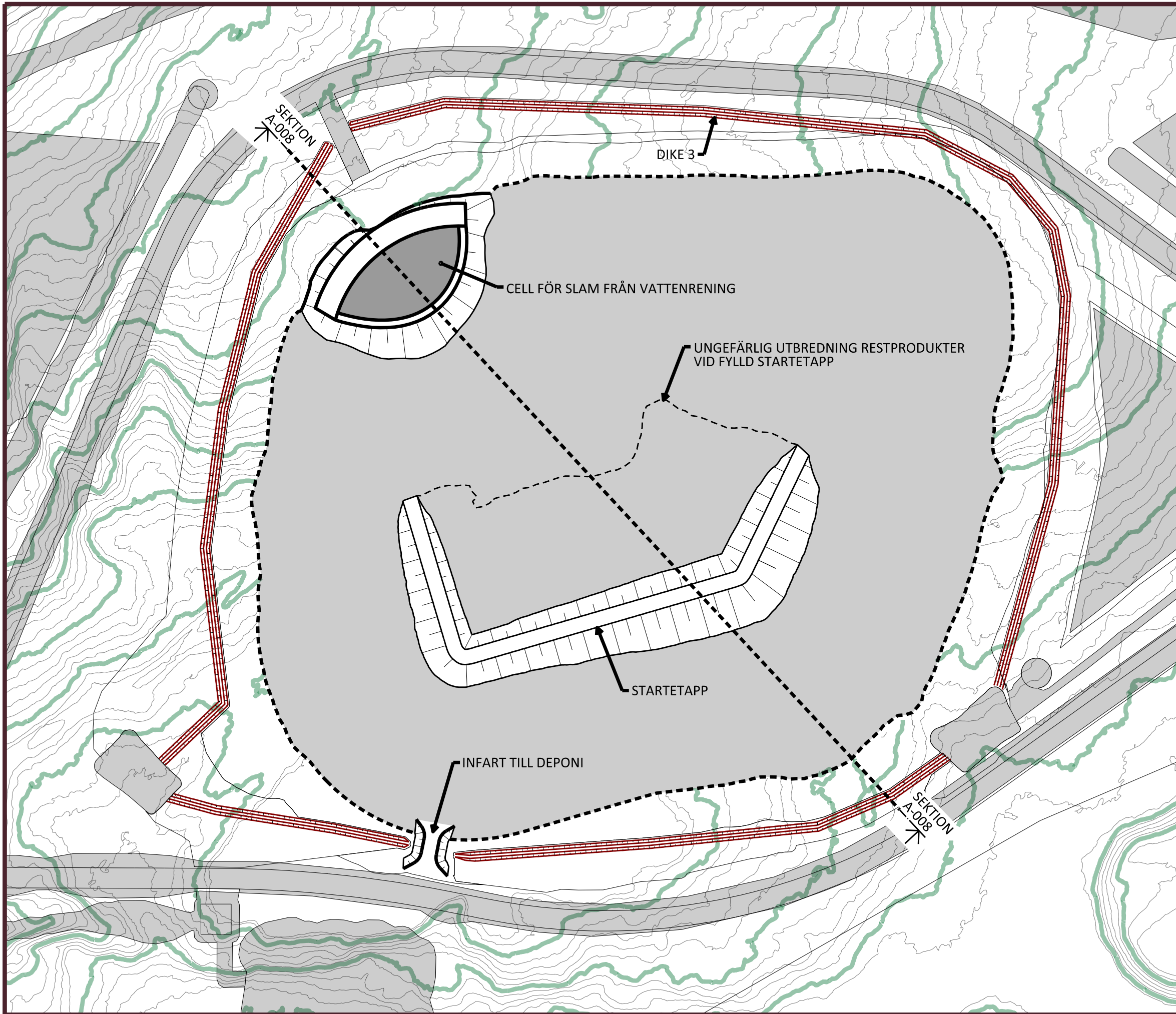
A-001 SKALA, 1:1250
 GRUNDLÄGGNINGSYTA
 VISADE NIVÅER INKLUDERAR 1 m AVTÄCKNING



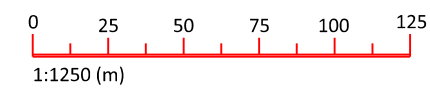
REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		Anläggning	AB	FL	
		NUNASVAARA SOUTH	Granskad	Godkänd	
		IWF	RK	AB	
		FÖRSTUDIE	Storlek	Skala	
		PLAN GRUNDLÄGGNINGSYTA	A1	1:1250	
			Datum	Uppdragsnummer	
			2021-10-29	3152001	
			Ritör	Rev	
			001	-	

Dokumentstatus
 FÖRSLAGSSKISS
 Leverantör



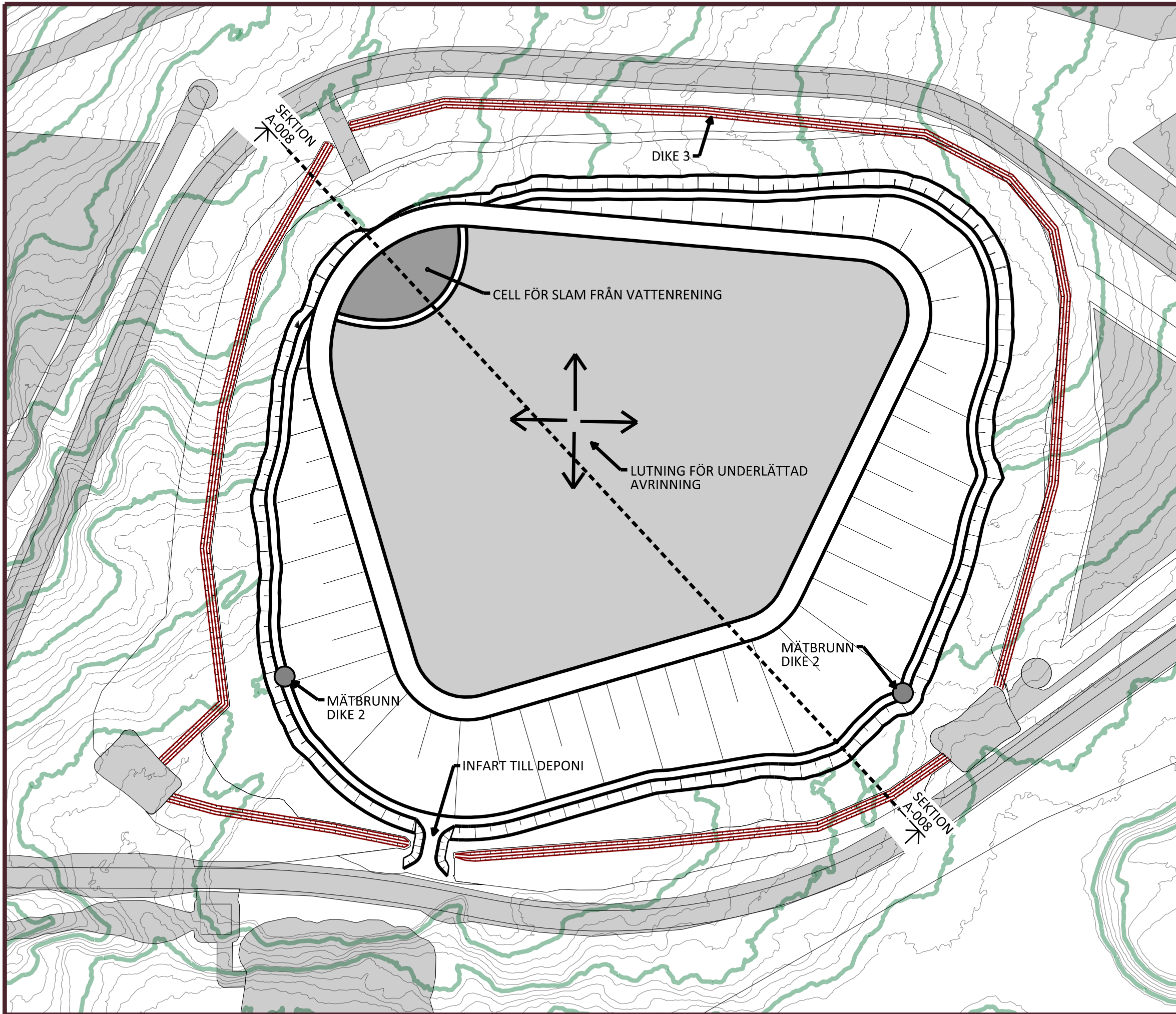


A-002 SKALA, 1:1250
MAGASIN STARTETAPP

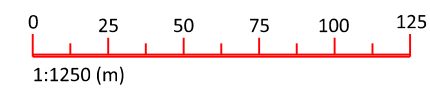


REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		Anläggning	AB	FL	
		NUNASVAARA SOUTH	Granskad	Godkänd	
		IWF	RK	AB	
		FÖRSTUDIE	Storlek	Skala	
		PLAN STARTETAPP	A1	1:1250	
			Datum	Uppdragsnummer	
			2021-10-29	3152001	
			Ritnr	Rev	
			002	-	



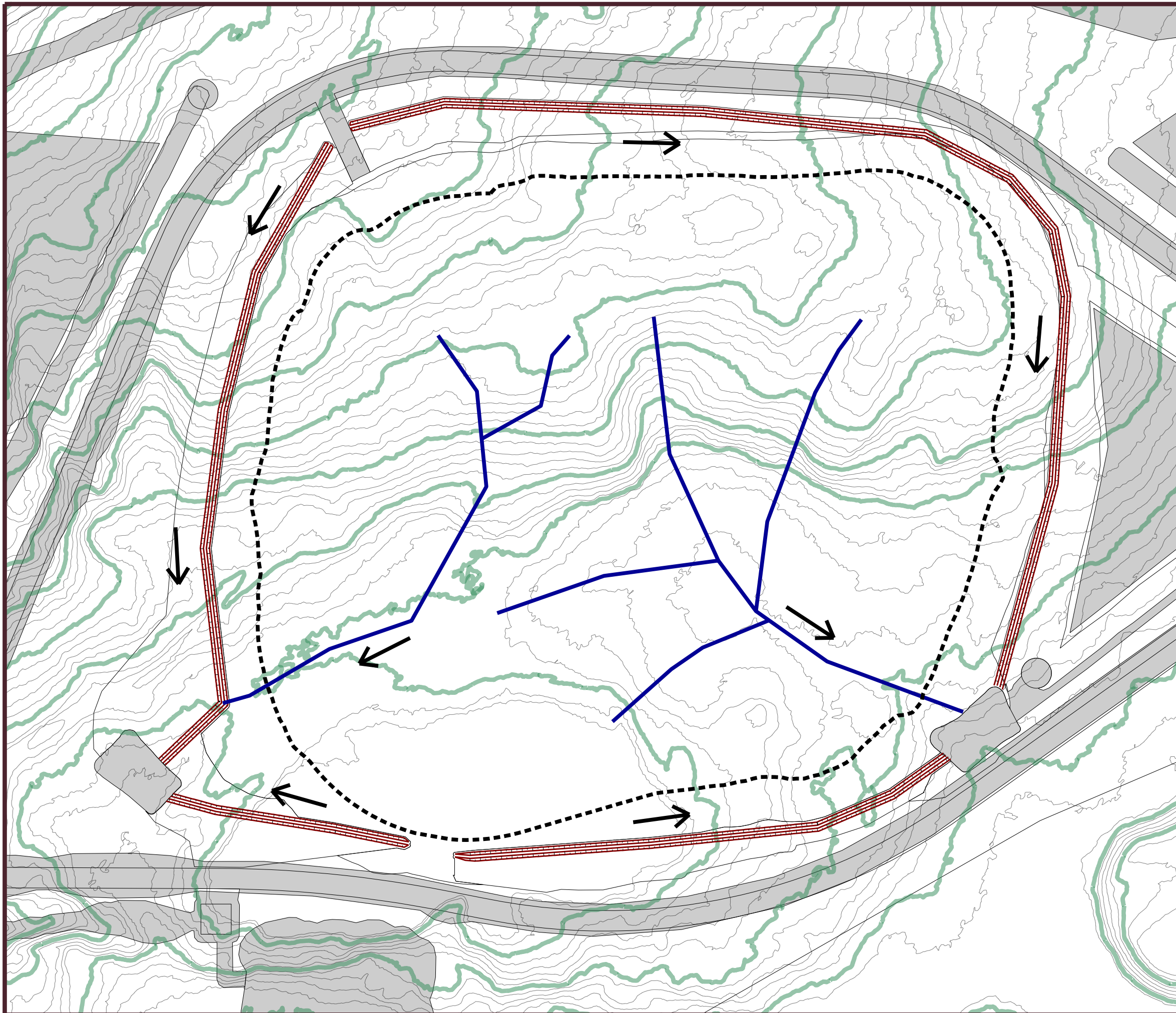


A-003 SKALA, 1:1250
MAGASIN FULL HÖJD



REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		Anläggning	AB	FL	
		NUNASVAARA SOUTH	Granskad	Godkänd	
		IWF	RK	AB	
		FÖRSTUDIE	Storlek	Skala	
		PLAN FULL HÖJD	A1	1:1250	
			Datum	Uppdragsnummer	
			2021-10-29	3152001	
			Ritnr	Rev	
			003	-	





— DRÄNAGE UNDER LINER
 — DIKE 3



DRÄNAGE I MORÄN



DRÄNAGE PÅ BERG

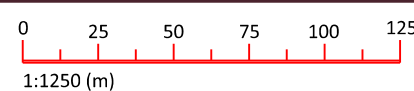


DIKE 3



DIKE 3 UTSLÄPPSPUNKT

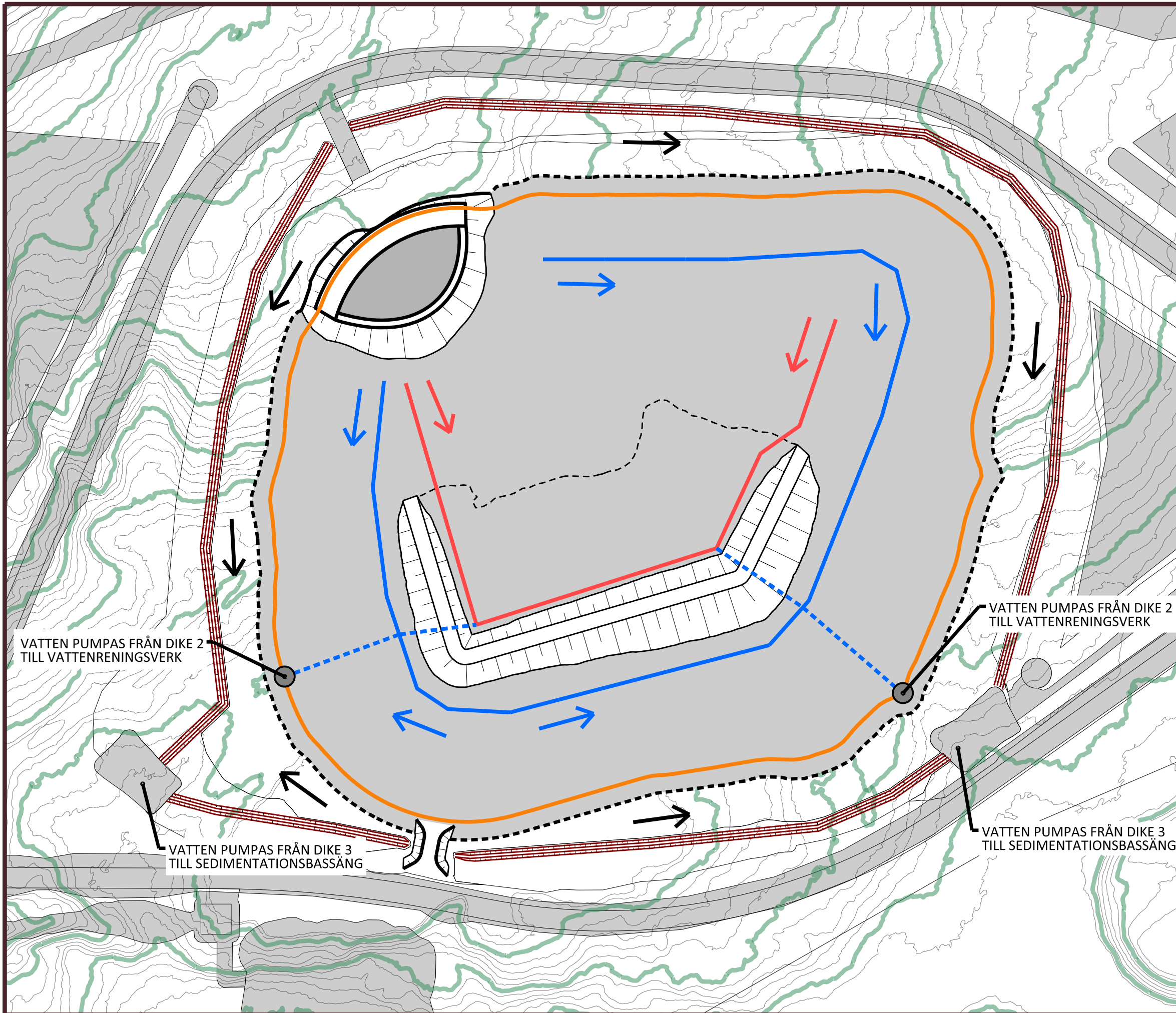
A-004 SKALA, 1:1250
 DRÄNAGE UNDER LINER



Dokumentstatus
 FÖRSLAGSSKISS
 Leverantör

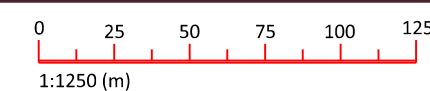
REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		NUNASVAARA SOUTH	AB	FL	
		IWF	Granskad RK	Godkänd AB	
		PLAN DRÄNAGE	Storlek A1	Skala 1:1250	
			Datum 2021-10-29	Uppdragsnummer 3152001	
			Ritnr 004	Rev -	





- DIKE 1
- - - UTSLÄPPSPUNKT TILL MÄTBRUNN
- DRÄNAGELEDNINGAR I SKYDDSLAGER
- DIKE 2
- DIKE 3
- MÄTBRUNN

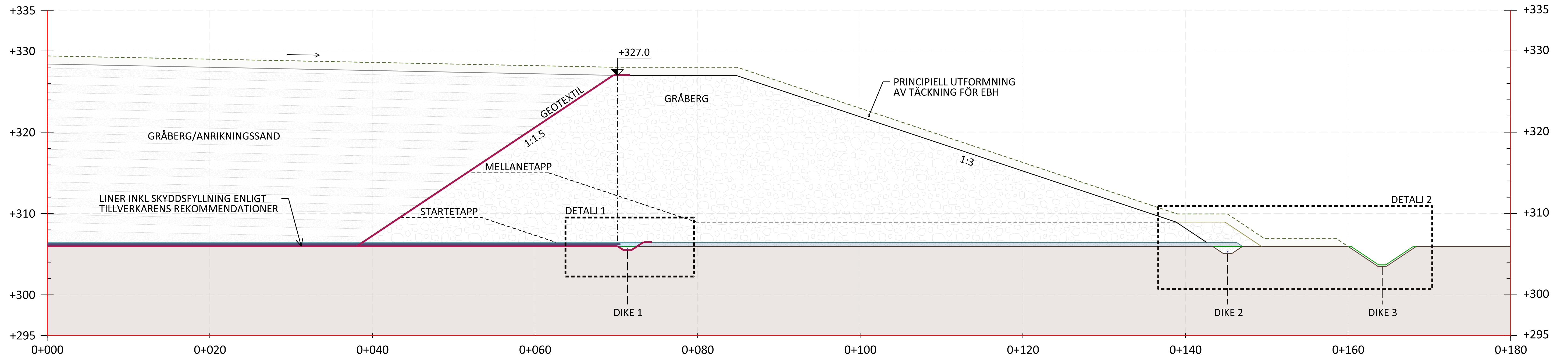
A-005 SKALA, 1:1250
DRÄNAGE ÖVER LINER



Dokumentstatus
FÖRSLAGSSKISS
Leverantör

REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		Anläggning NUNASVAARA SOUTH	AB	FL	
		IWF	Granskad RK	Godkänd AB	
		PLAN DRÄNAGE	Storlek A1	Skala 1:1250	
			Datum 2021-10-29	Uppdragsnummer 3152001	
			Ritör 005	Rev -	



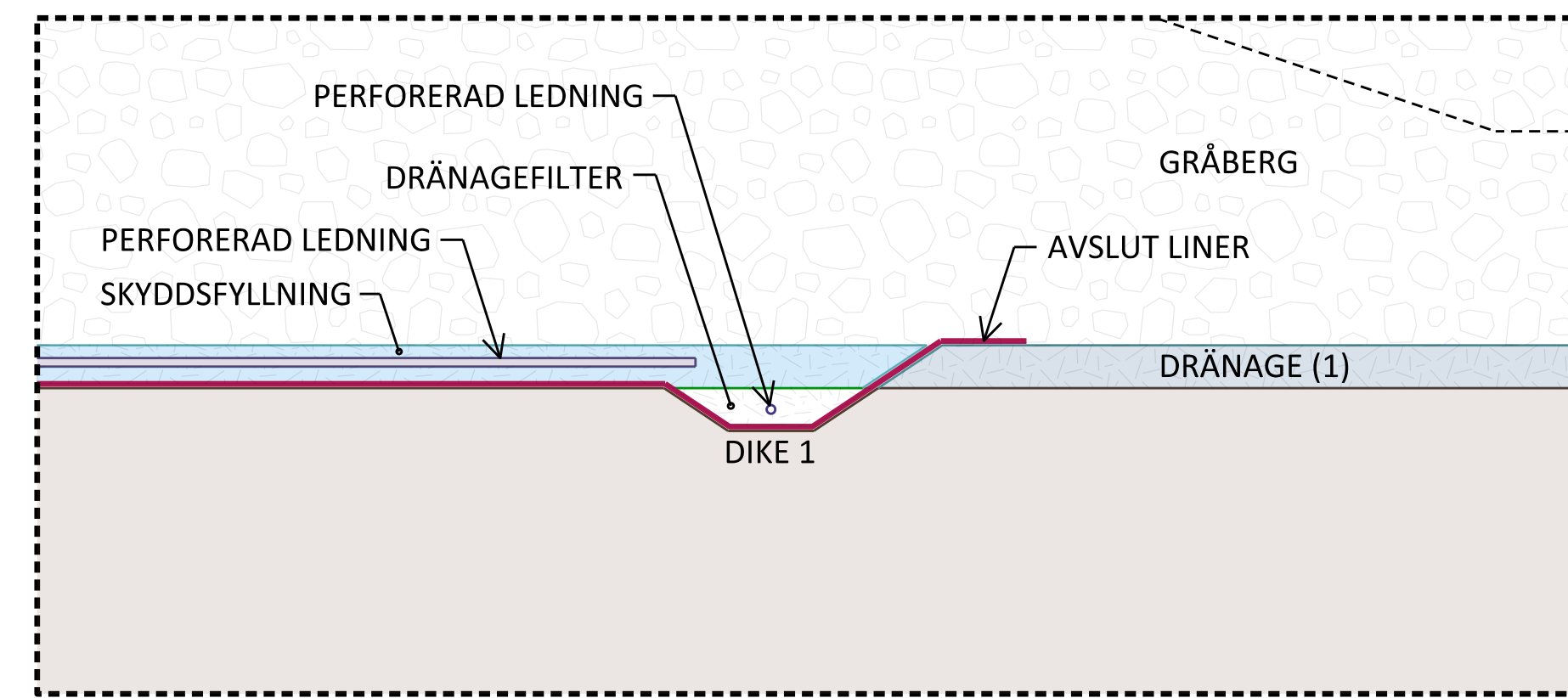


A-006

SLUTLIG UTFORMNING - NORMALSEKTION
SKALA, 1:250

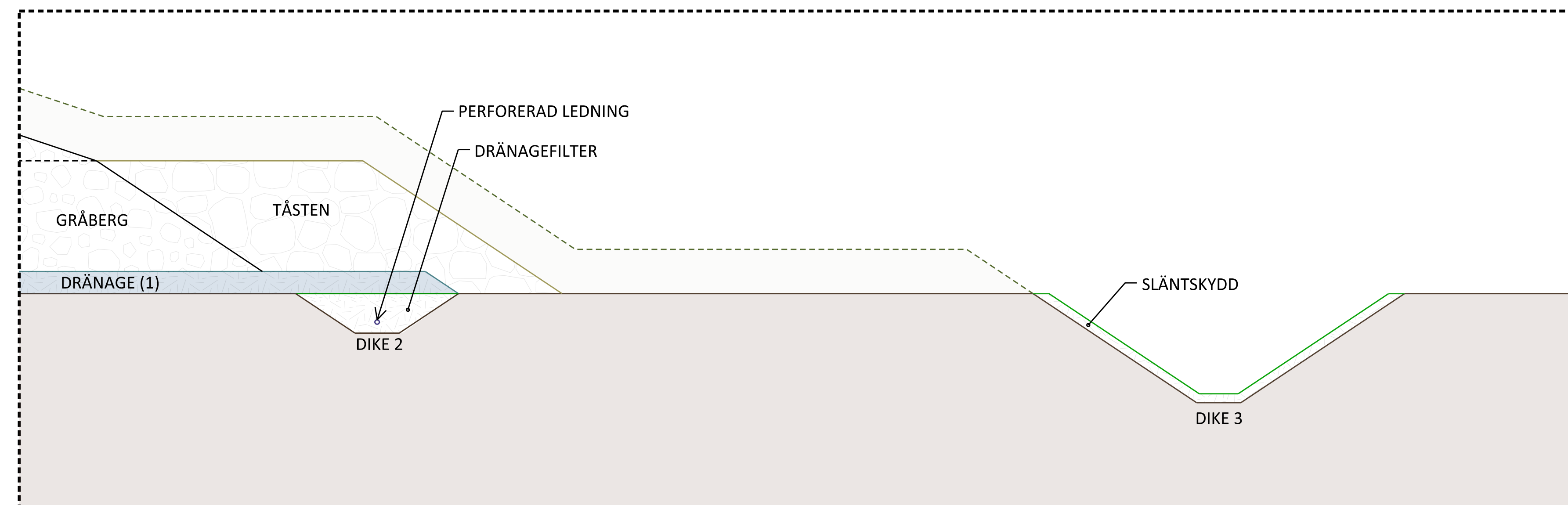
FÖRKLARINGAR

- (1) SORTERAD DEL AV GRÅBERGET FÖR ATT KVALITETSSÄKRA DRÄNAGE



DETALI 1

SKALA, 1:75

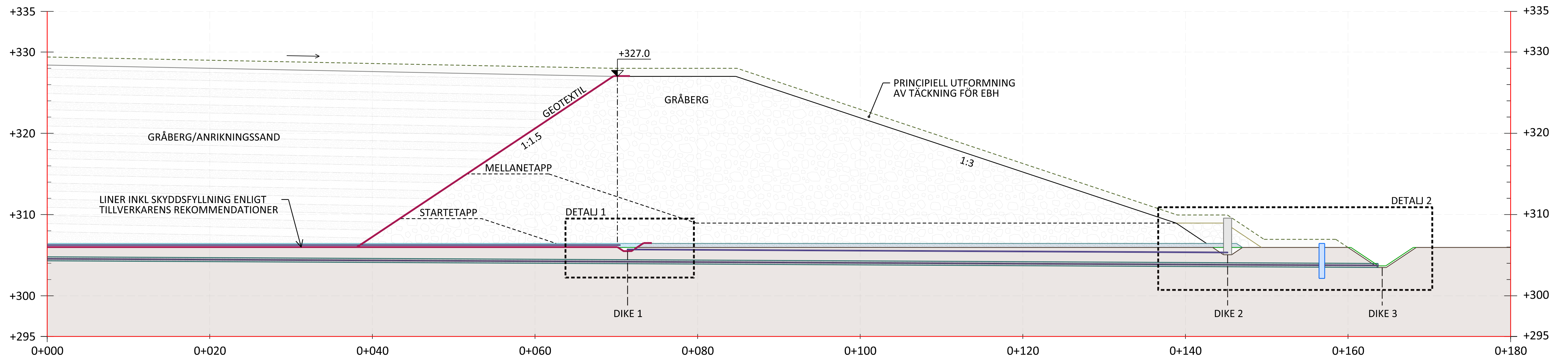


DETALI 2

SKALA, 1:75

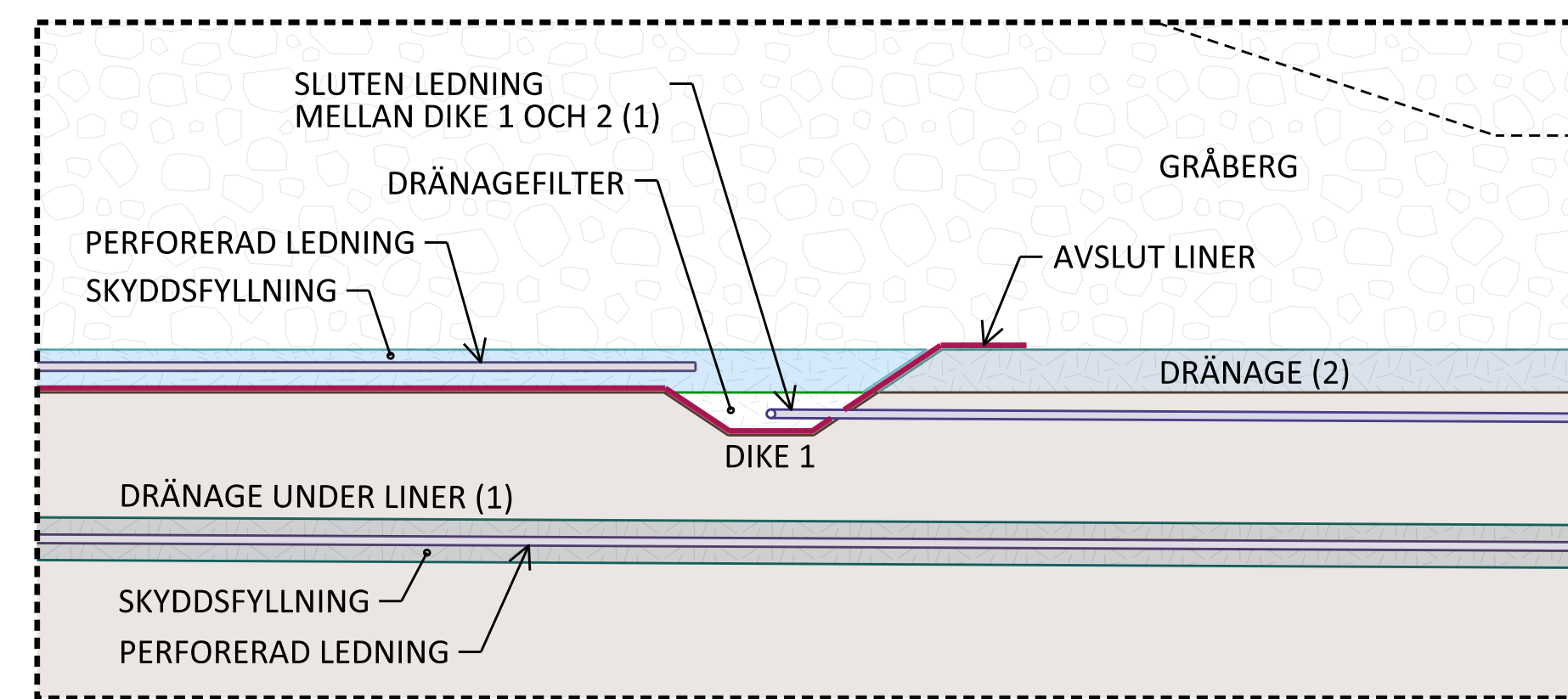


REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		Anläggning	AB	FL	
		NUNASVAARA SOUTH	AB	FL	
		IWF	RK	Godkänd	AB
		FÖRSTUDIE	AB	Godkänd	AB
		TYPSEKTION	AB	Godkänd	AB
		Dokumentstatus			
		FÖRSLAGSSKISS			
		Leverantör			
		Storlek	A1	Skala	1:250
		Datum	2021-10-29	Uppdragsnummer	3152001
		Ritnr	006	Rev	-



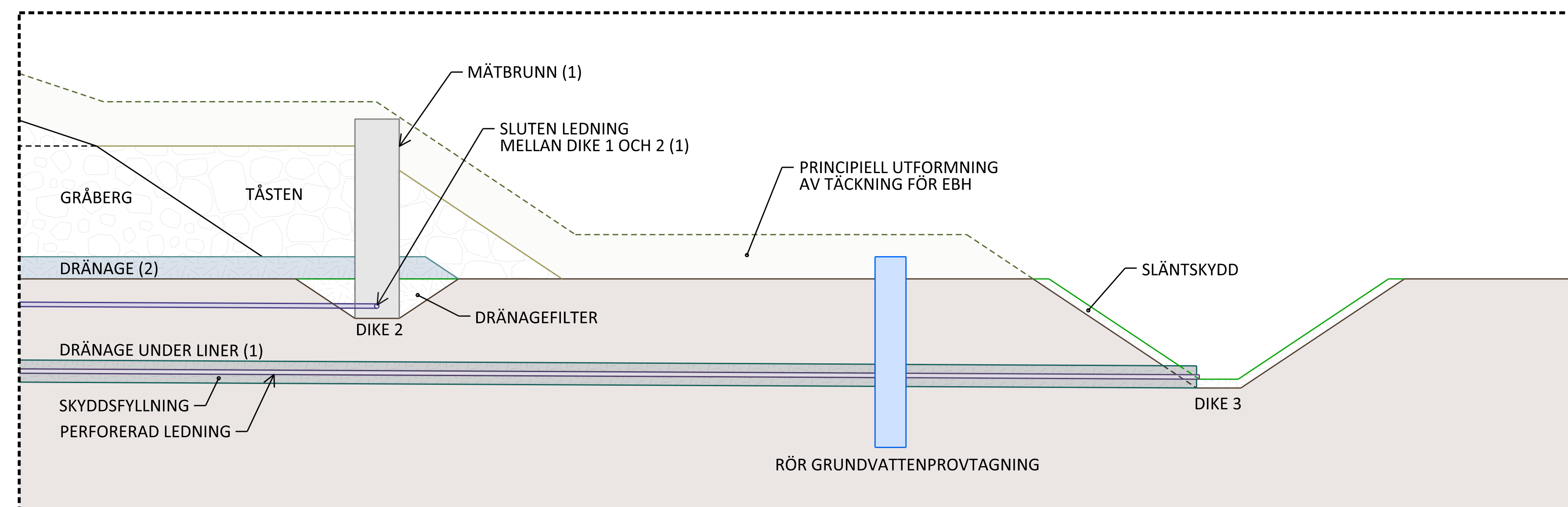
A-007

SLUTLIG UTFORMNING - LÄGE FÖR UTLOPPSLEDNING OCH UNDERDRÄNAGE
SKALA, 1:250



DETALI 1

SKALA, 1:75



DETALI 2

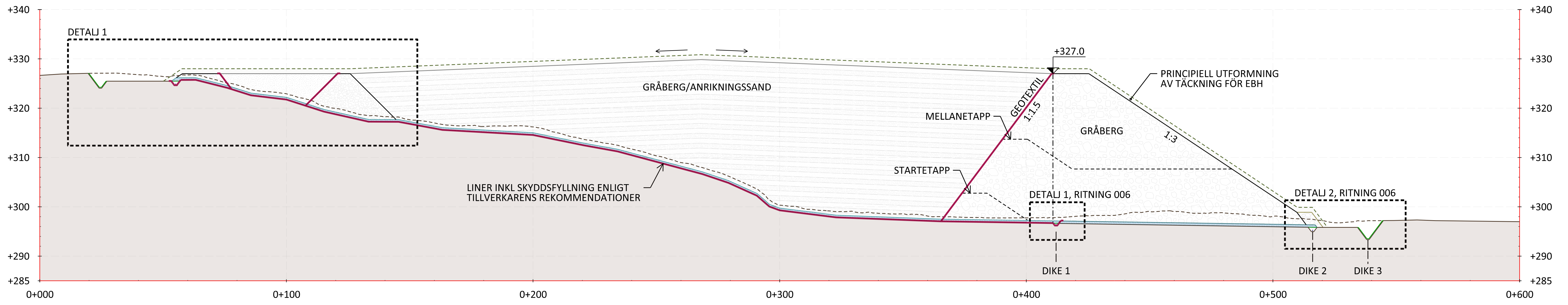
SKALA, 1:75

FÖRKLARINGAR

- (1) ENDAST I UTVALDA LÅPUNKTER I TERRÄNG, SE PLAN 004, 005
- (2) SORTERAD DEL AV GRÅBERGET FÖR ATT KVALITETSSÄKRA DRÄNAGE

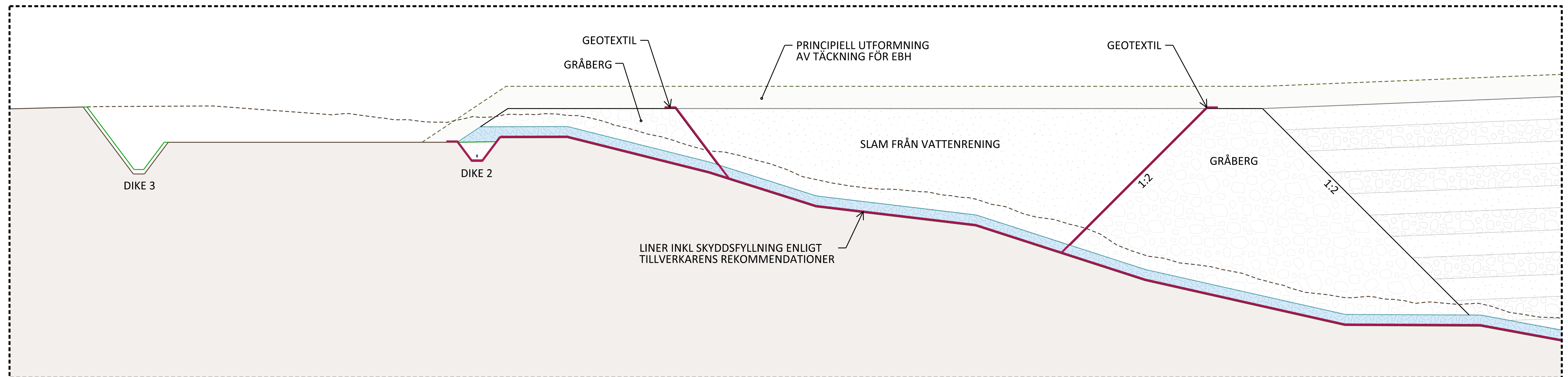


REV NR	DATUM	BESKRIVNING	Konstruktör	RITAD	GODKÄND
		Anläggning	AB	FL	
		NUNASVAARA SOUTH	Granskad	Godkänd	
		IWF	RK	AB	
		FÖRSTUDIE	Storlek	Skala	
		TYPSEKTION	A1	1:250	
			Datum	Uppdragsnummer	
			2021-10-29	3152001	
			Ritör	Rev	
			007	-	



A-008

SLUTLIG UTFORMNING
 LÄNGDSKALA, 1:800
 HÖJDSKALA, 1:400



DETALJ 1

LÄNGDSKALA, 1:200
 HÖJDSKALA, 1:100

REV NR	DATUM	BESKRIVNING	RITAD	GODKÄND
		Anläggning	AB	FL
		NUNASVAARA SOUTH	Granskad	Godkänd
		IWF	RK	AB
		FÖRSTUDIE	Storlek	Skala
		TYPSEKTION	A1	1:800
			Datum	Uppdragsnummer
			2021-10-29	3152001
			Ritnr	Rev
			008	-

