

Garpenberg

Lärdomar från ändrad dammutformning

Carin Alderman
Minna Winsa

Boliden
Sweco

2025-04-14



BOLIDEN

SWECO 

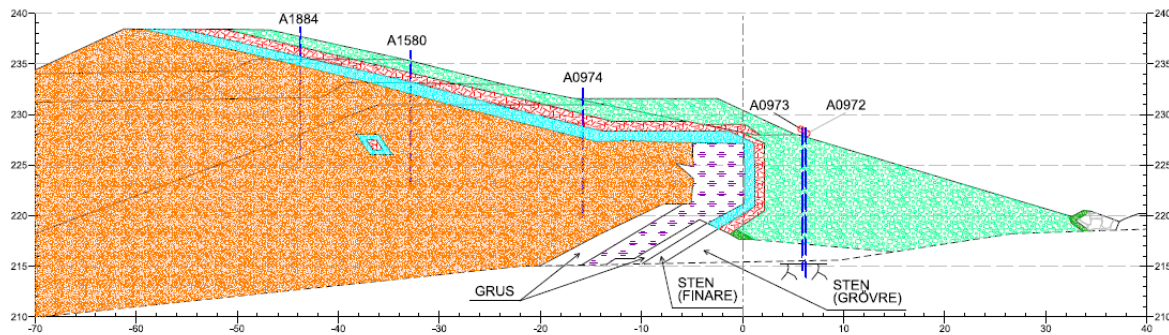
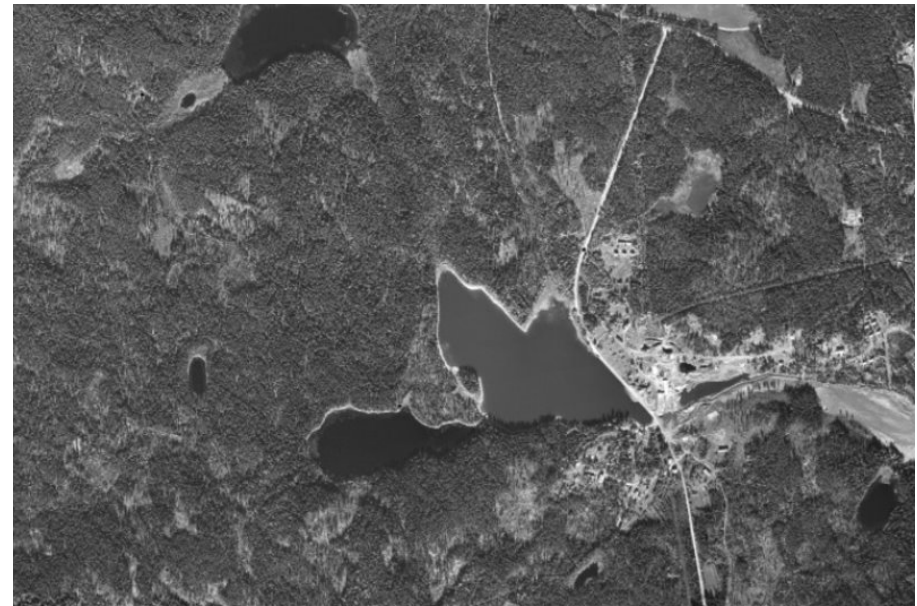
Introduktion

- Garpenbergsgruvan i Hedemora kommun är Sveriges äldsta gruvområde som fortfarande är i drift
 - Underjordsgruva som bryter Zn, Pb, Ag, Cu, Au
- Ryllshytttemagasinet är Garpenbergs gruvdammanläggning
- Första dammen (damm A) togs i drift 1965
- Anläggningen består idag av 8 dammar
 - Damm A, C, D, E och I är dränerande dammar
 - Damm E2 och I2 är täta dammar
 - Damm J är en tät damm vid klarningsmagasinet
- Två berg- och moräntäkter för dammkonstruktion



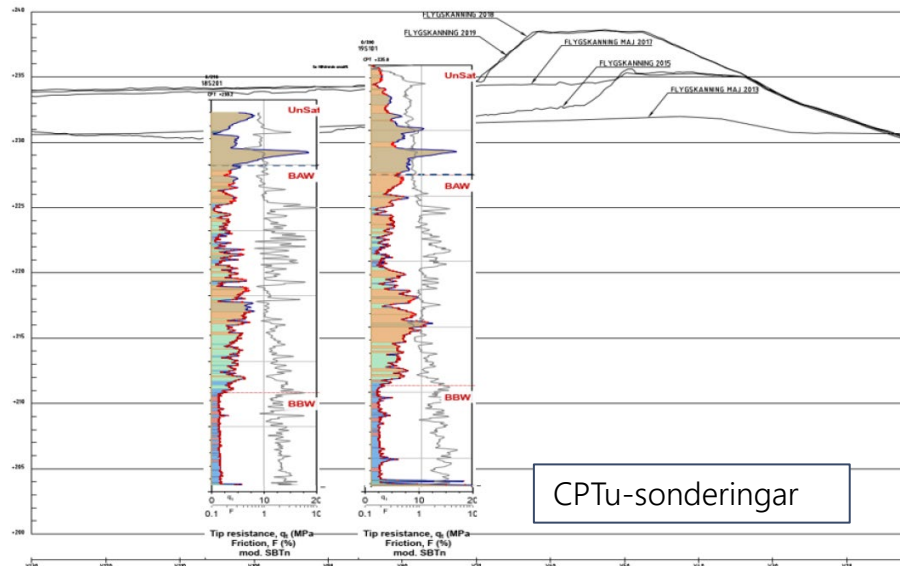
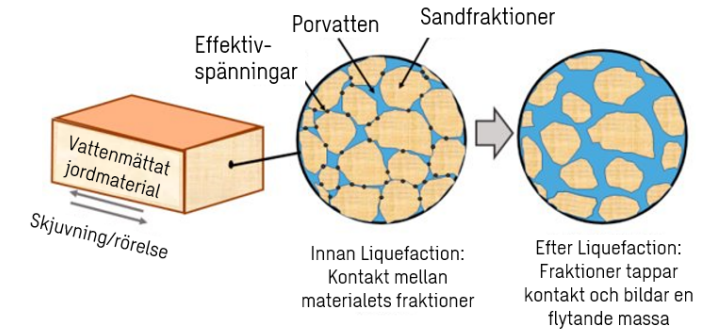
Bakgrund

- Deponering påbörjades i sjön Ryllshyttan
- Täta morändammar som anlades allteftersom magasinsnivån ökade
- Under 2000-talet övergick man till inåthöjning och spigottering
- Förutsättningar i form av framförallt sluthöjd har alltid förändrats.



Nya riktlinjer

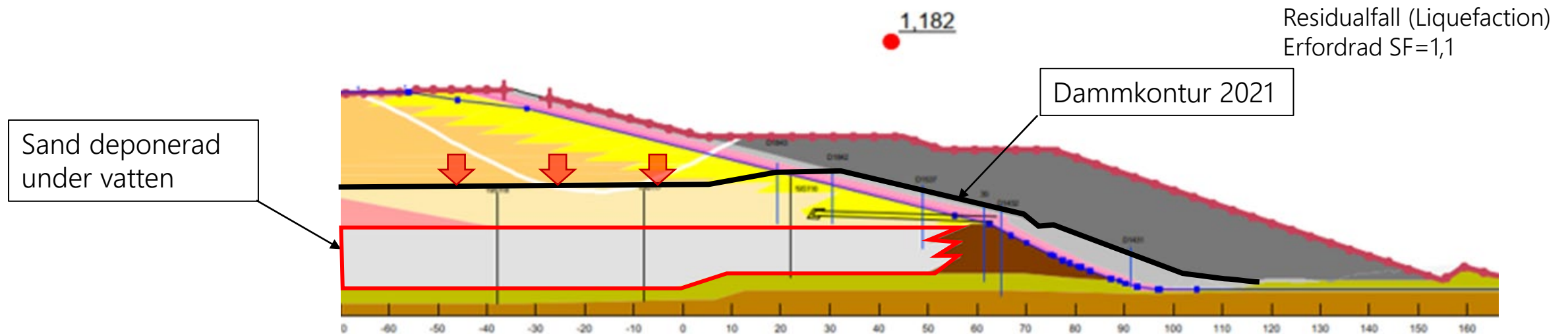
- Under 2017-2020 kom nya riktlinjer för hur risk för liquefaction (förvätskning) ska hanteras, både undersöknings- och utvärderingsmetoder.
 - ICOLD bulletin 181 – Tailings dam design (2019)
 - GISTM - Global Industry Standards for Tailings Management (2020)
 - Liquefaction var tidigare utrett med avseende på utlösande faktor, nu förutsätts det ske om förutsättningar finns.
- Kompletterande undersökningar av anrikningssand utfördes under 2018-2021



Sandprover – Sonicborring

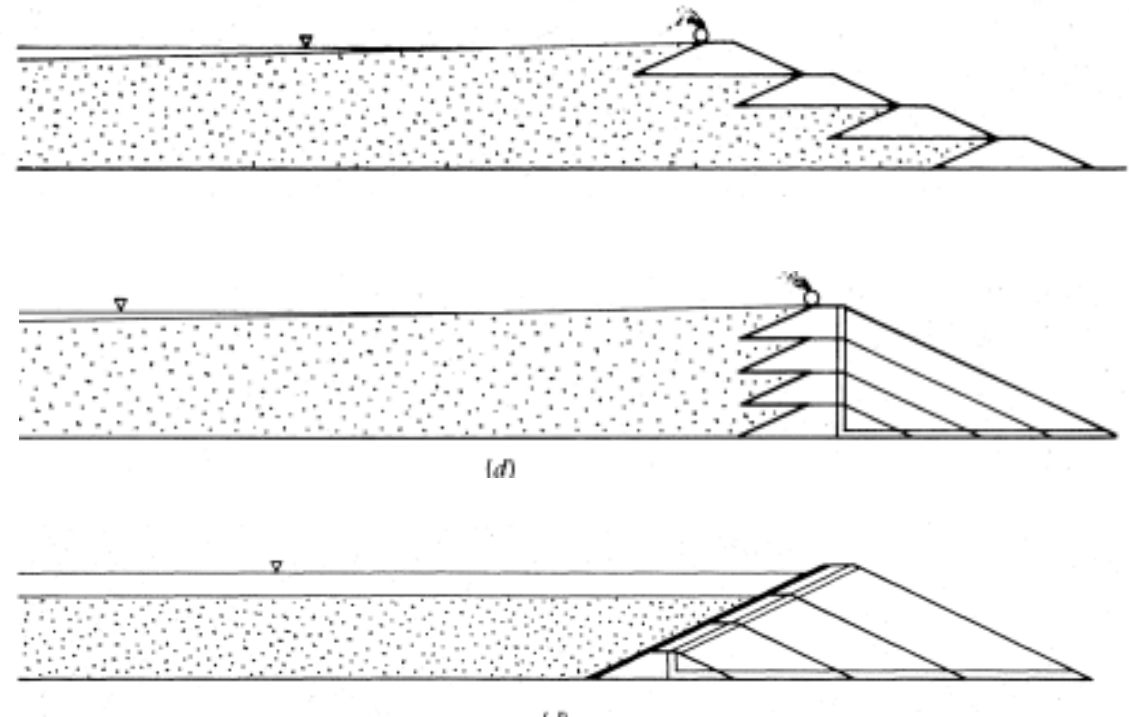
Påverkan på dammdesign

- Löst lagrad sand i botten av magasinet – deponering under vatten
- Ökad höjning leder till ökad last på dessa svaga skikt
- Uppdaterade stabilitetsanalyser visade på stort stödbanksbehov vid magasinets sluthöjd



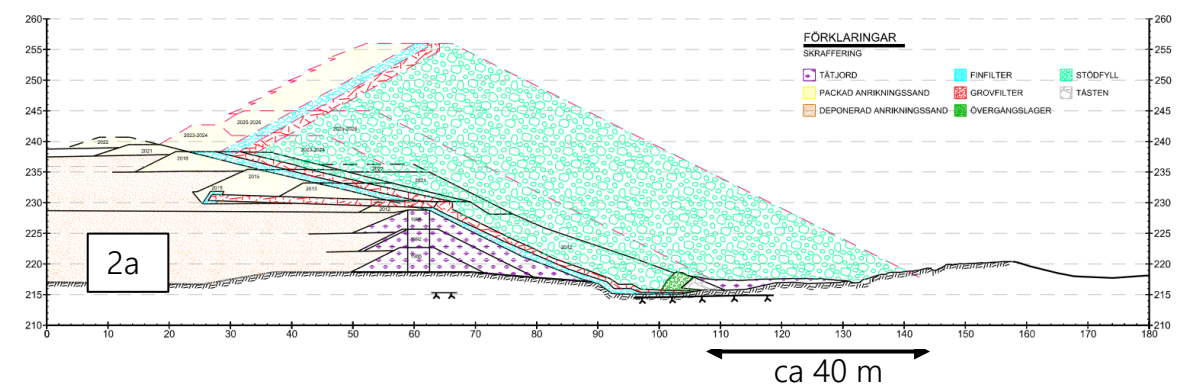
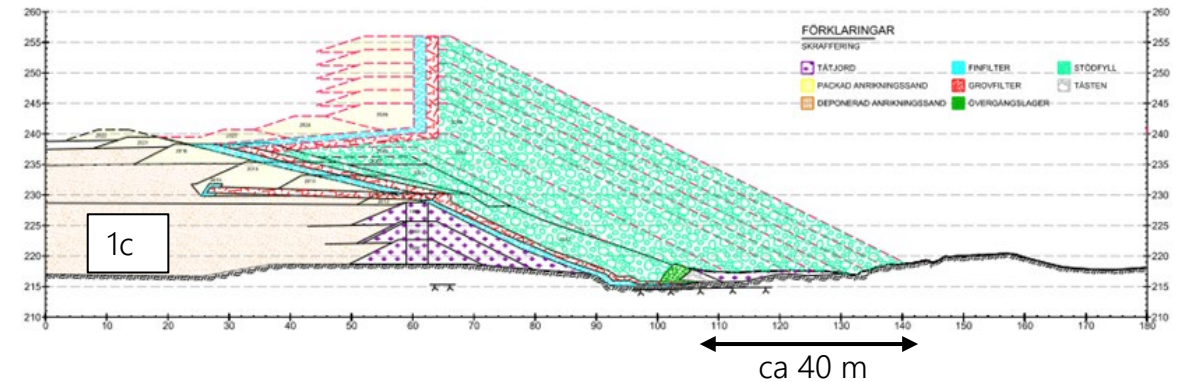
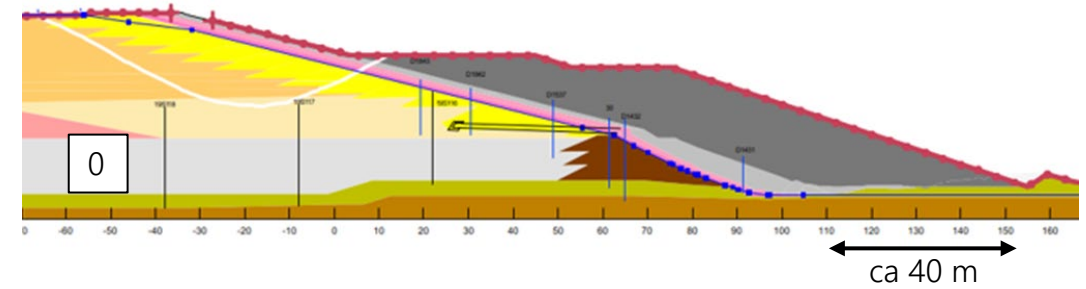
Alternativstudie – fortsatt höjningsmetod

- Alternativstudie för fortsatta höjningar
 - 0. Inåthöjning
 - 1. Uppåthöjning
 - 2. Utåthöjning
- Behövde anpassas till det redan byggda dammarna
- 8 alternativ togs fram och efter en första utvärdering återstod 3 alternativ



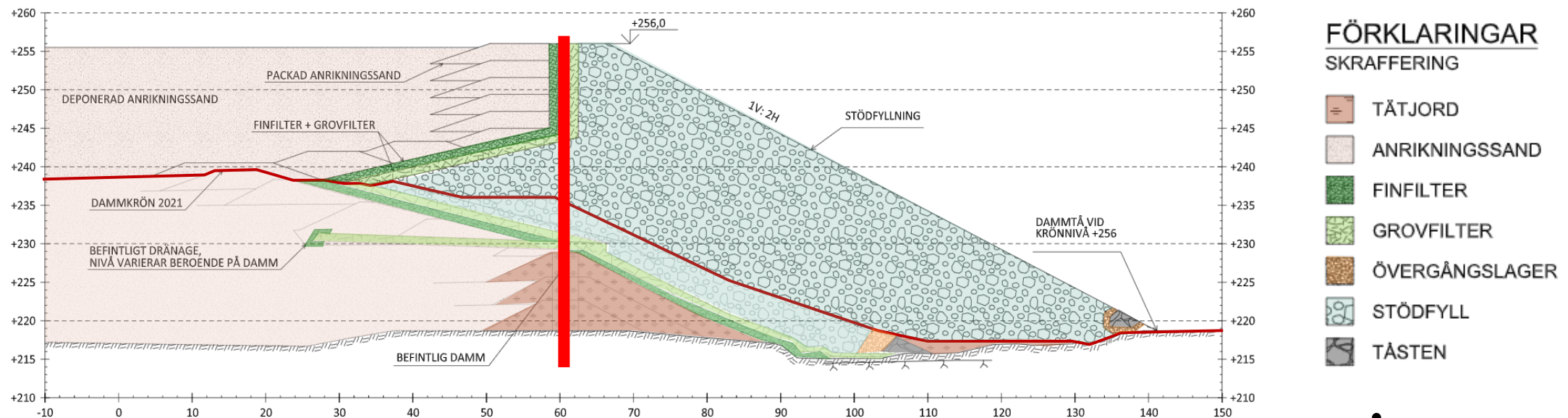
Alternativstudie –fortsatt höjningsmetod

- Fortsatta **inåtdammar** kräver stora volymer stödbank för att uppnå erforderlig stabilitet med avseende på liquefaction. Känslig för förändringar i anrikningssand och portryck
- Både **uppåt-** och **utåthöjning** innebär mindre beroende av tidigare deponerad sand med låg hållfasthet, samt skapar förutsättningar för en framtida robust utformning
- Alternativ **1c** ger snabbare ett minskat beroende av anrikningssand jämfört med alternativ **2a** samt mindre behov av stödfyllning.



Rekommenderat alternativ - Uppåthöjning

- Höjning utåt till dess att centrum hamnar ovan äldre startdammar
- Minskat beroende av egenskaper hos befintlig och framtida deponerad sand
- Dammens stabilitet till större del beroende av utlagt kontrollerat material
- Ytterligare 3-4 års deponeringskapacitet
- Liten skillnad i total mängd stödbanksmaterial för de olika alternativen



Utmaningar - tillstånd

- Alternativstudie klar under 2021 och beslut om ändrad dammdesign inom Boliden fattas samma år.
- Ändringstillstånd så snart som möjligt för att kunna påbörja arbeten samt minska antal höjningar inåt .
- Ansökan skickades in juni 2022 och godkändes juni 2023.
- För att kunna påbörja förberedande arbeten skickades ansökan om ny bergtäkt och anmälan om flytt av infrastruktur (för att göra plats för utökade stödbankar) separat.
 - Även vid fortsatt inåthöjning enligt tillstånd krävdes utökade stödbankar. Genom att flytta ut infrastruktur (dränage, pumpstationer och vägar) i tid möjliggjordes bättre kontinuerligt i övervakning.
- Ändrad dammdesign påverkade även efterbehandlingsplanen och äldre gruvhål nedströms dammarna.

BOLIDEN

2021-11-16

BESLUT OM FÖRÄNDRING - DAMMHÖJNINGSMETOD

Datum och tid: 2021-11-01 10:00-11:00 (Digitalt möte)

Deltagare: Gruvchef (DSA), Anrikningsschef, Driftledare (RTFE), Dammteknisk sakkunnig (alla Boliden), Designansvarig konsult (Sweco), Dammteknisk sakkunnig extern

Behov av förändring:
Stabilitetsberäkningar för Ryllshyttmagasinet har visat att för att uppnå erforderlig säkerhetsfaktor (1,1) vid lastfallet sprött brott ("liquefaction") krävs utläggning av stödbankar som idag inte ingår i tillståndsgiven anläggningsutformning. Då stödbanksbehovet för att uppnå erforderlig säkerhetsfaktor vid tillståndsgiven krönnivå är omfattande (3,5 Mm³) och ändringstillstånd krävs för utläggning av dessa finns möjlighet att se över gruvdamnanläggningens utformning så att konstruktionen blir mindre beroende av stabiliteten hos den i magasinet löst lagrade anrikningssanden som har liquefactionpotential.

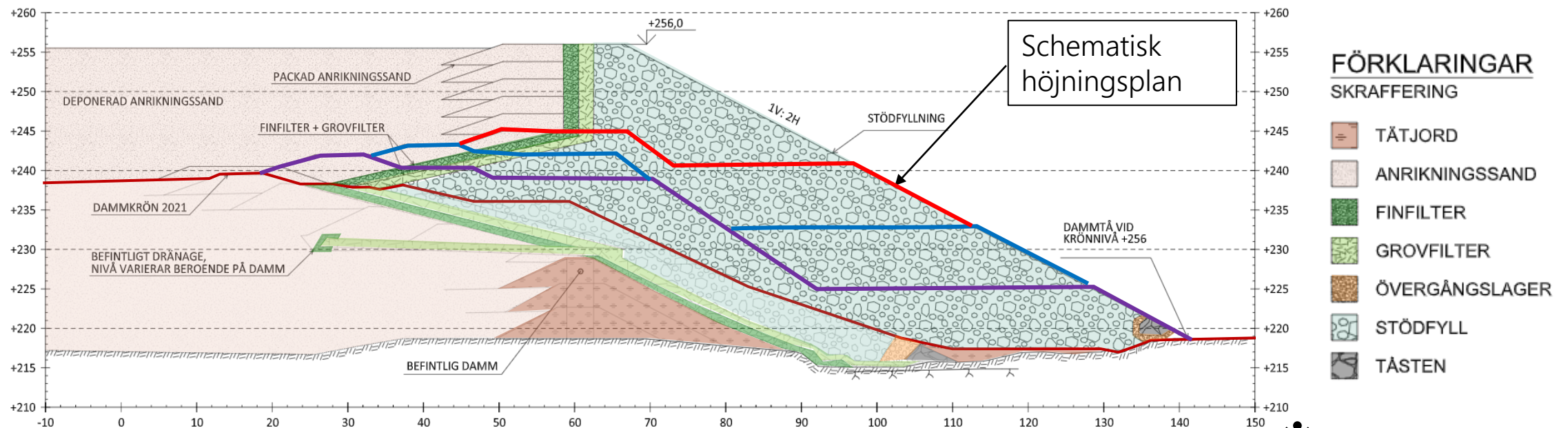
Föreslagen förändring:
Damm säkerhetsorganisationen föreslår att dagens dammhöjningsmetod där dammarna höjs inåt frångås. Detta bedöms vara en **betydande** förändring jämfört med tillståndsgiven utformning. Istället föreslås en ny utformning där dammkrön istället höjs uppåt för att minska konstruktionens beroende av hållfastheten hos de lösa lagren i sandmagasinet, i enlighet med bifogad presentation och rapport. Konstruktionen blir dock inte helt oberoende av anrikningssanden eftersom höjning fortfarande kommer ske med deponerad sand. Stödbanksbehovet bedöms bli ca 4,2 Mm³.
Förändringen bedöms ge ca 4 år extra lagringskapacitet i magasinet (baserat på tillståndsgiven krönhöjd +256 m) samt ge bättre förutsättningar för anslutning till de täta dammarna. Förändringen ger även bättre förutsättningar för fortsatta höjningar efter +256 m av de dränerande dammarna.
Förändringen kommer dock kräva större investeringar i närtid (2023-2025) – jämfört med tillståndsgiven utformning – för flytt av infrastruktur samt ökat behov av stödfyllningsmaterial

Kända risker:
För att övergången mellan nuvarande och föreslagen utformning ska bli så bra som möjligt krävs att ett ändringstillstånd erhålls snarast, helst innan dammhöjning 2023. Tidplanen för att lämna in en ny tillståndsansökan är därmed ansträngd. Andra kända risker inkluderar:

- Flytt av infrastruktur nedströms dammen
- Deponering måste kunna ske under höjning
- Tillgång till konstruktionsmaterial (täktstillstånd och produktion av krossmaterial, samt erforderliga mängder anrikningssand av rätt kvalitet)
- Förekomsten av gamla gruvhål under damm As grundläggning kräver utredning m.h.t. till hållfasthet, läckage. Belastningen på gruvhålen

Utmaningar - Utförande

- Stor volym stödfyllning som ska köras ut under kort tid
- Beslut togs tidigt att lägga ut stödfyllningen i full bredd för att slippa flytta ut dammtån/infrastruktur och inte behöva dela upp schakt- och grundläggningsarbeten
 - Bra på sikt men innebar omfattande arbeten under de första åren
 - Stödfyllning delades upp i övre och yttre och mycket arbete gjordes kring materialbalans



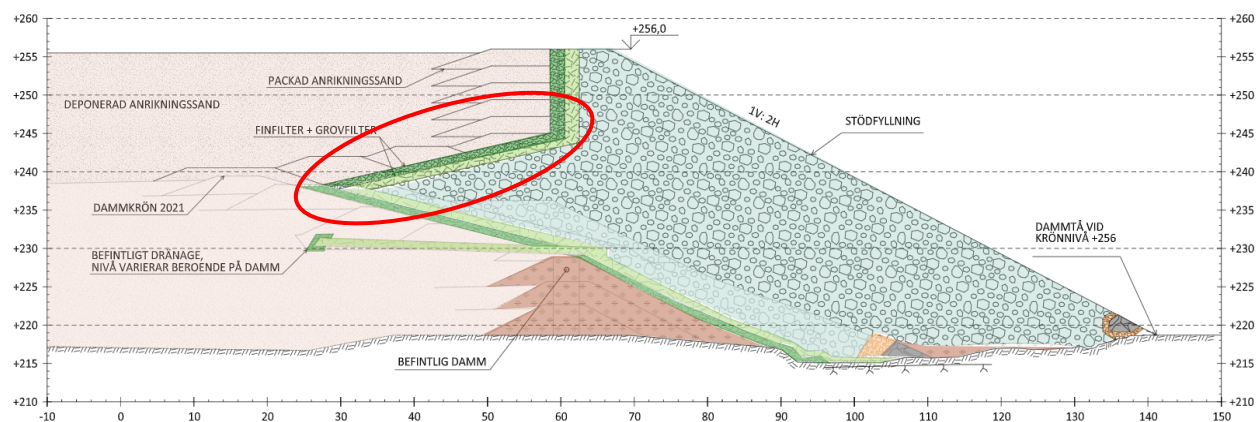
Utmaningar - Utförande

- Grundläggning av ny stödfyllning = schakter i dammtå
- Ett antal kritiska delar identifierades:
 - Uppdelade schaktsekvenser med krav på återfyllning
 - Utökad övervakning och platskontroll



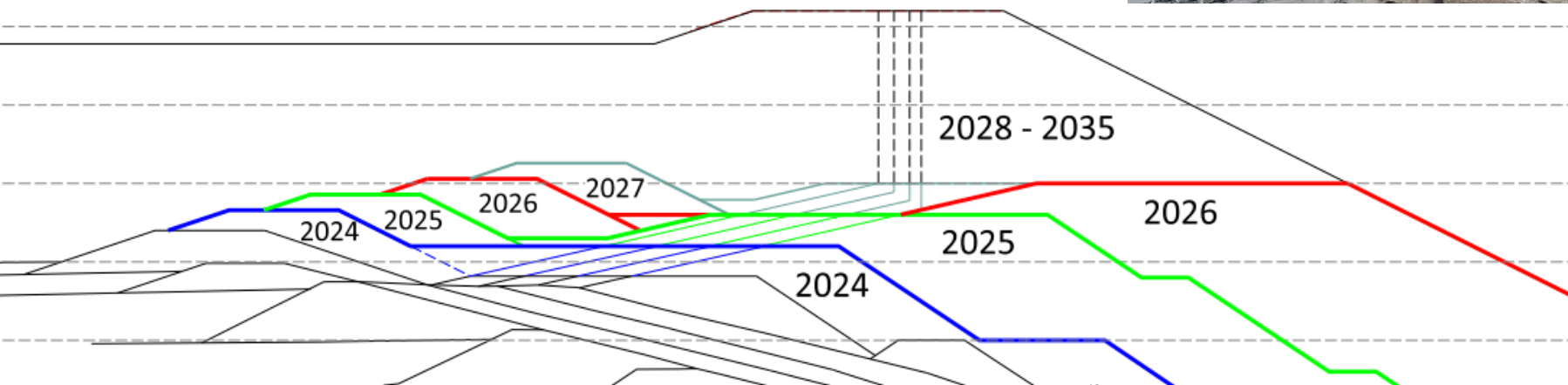
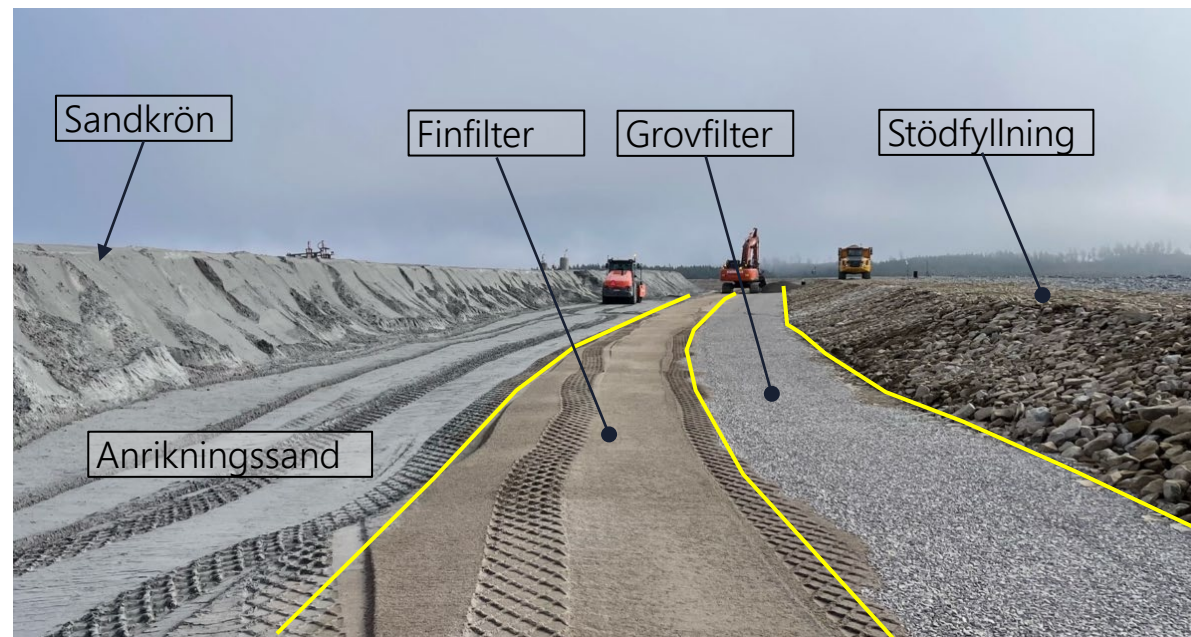
Utmaningar - Utförande

- Översyn materialkrav – nya förutsättningar med ny design – filter och stödfyllning har en annan funktion jämfört med inåthöjning
- Kritiska filter under utåthöjning – Filtertvätt köptes in vilket möjliggjort produktion av bra finfilter av krossat material



Utmaningar - Utförande

- Justering av höjningssekvenser för att vara praktiskt genomförbara under en säsong.
- Dammkrön av sand höjs separat från filter och stödfyllning



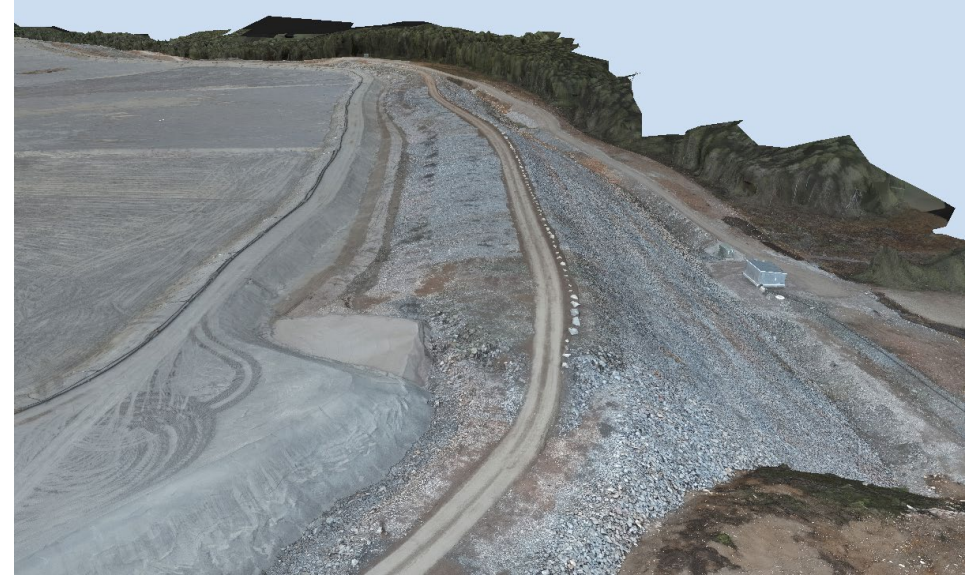
Utmaningar – Utförande/organisation

- Svårt hinna detaljprojektera och ta fram FU innan utförande skulle ske – därför handlades projektet upp som samverkan. Utmaning att hitta rätt arbetsformat i samverkan samt projektera i tid, framförallt grundläggning (schakt nära dammtå) och dränage var komplext och tog tid.
- Höga ambitioner för första året, 2023, alla arbeten hanns inte med men slutfördes under 2024 då projektering började komma ikapp.
- Bra saker att ta med:
 - Intern projektchef med fokus endast på projektet har varit avgörande för att få framdrift.
 - Tidigt i projektet startades en "teknisk styrgrupp" med stående veckomöte – möjliggjorde snabba beslut av personer med behörighet att fatta beslut.
 - PPTer användes för att ta fram beslutsunderlag och dokumentation
 - För att följa upp projektet användes SkyMap, en portal som samlar regelbundna drönarskanningar, inmätningar, projekterade ändringar och flygfoton så att alla i projektet har åtkomst.



Status 2025

- All grundläggning och dränage färdigställda och fortsatta arbeten med stödfyllningsutkörning och krönhöjningar



Summering

Lärdomar:

- Genomförbarhet – Inte "bara" gå från skiss till att utföra:
 - Fick se över ordning material lades ut, begränsningar kring vilka arbeten som kan utföras under sommaren – stödfyllning behövde ligga före för att ge arbetsytor
 - Frikopplade krönhöjning och filter så sand lades ut på föregående års filter
- Mycket arbete på kort tid – kanske hade kunnat prioriteras annorlunda från början

Några saker vi gjorde bra:

- Tydligt beslut om designändring
- Delade upp ansökan för att kunna påbörja vissa moment
- Riskanalys av ändring - kunde därmed få input till vad som behövde extra fokus
- Teknisk styrgrupp – möjliggjorde snabba beslut av rätt personer.



Tack!