

# LUOLA

## Savilahden liikunta- ja tapahtumakeskus

Louhintapäivät 13.3.2024

Tuomas Laamanen, Työpäällikkö, Skanska Infra Oy

Pieti Haapala, Geologi, A-Insinöörit Civil Oy

**SKANSKA**

**A-INSINÖÖRIT**



# Savilahden alueen yhteiskäyttöinen väestönsuoja

- Savilahti on Kuopion kaupungin kaupunkikehityskohde
  - Vuonna 2030\*
    - 22 000 Opiskelijaa
    - 15 000 – 17 000 työpaikkaa
    - 7000 – 8000 asukasta
- Liikunta- ja tapahtumakeskus ~2500 hengelle
- Väestönsuojana ~7000 henkilölle
- Kustannusarvio: 50,2 milj. €, kalliorakentamisen osuus n 15 %
- Hankkeen tilaaja: Kuopion Tilapalvelut
- Urakkamuoto
  - Kalliorakennusvaihe: Kokonaisurakka
    - pääurakoitsija: Skanska Infra Oy
  - Rakennusvaihe: Yhteistoiminnallinen tavoitehintaurakka
    - pääurakoitsija: Rakennusliike Lapti Oy
- LUOLA avautuu 08/2024

 KUOPION  
TILAPALVELUT

SKANSKA LAPTI

 A-INSINÖÖRIT

\* Lähde: Savilahti Kuopio



Kuvat: LUOLA

LUOLA toteutetaan olemassa olevia kalliotiloja hyödyntäen ja laajentaen

#### Halli 1

- leveys 50 m
- korkeus 17 m
- pituus 88 m

#### Halli 2

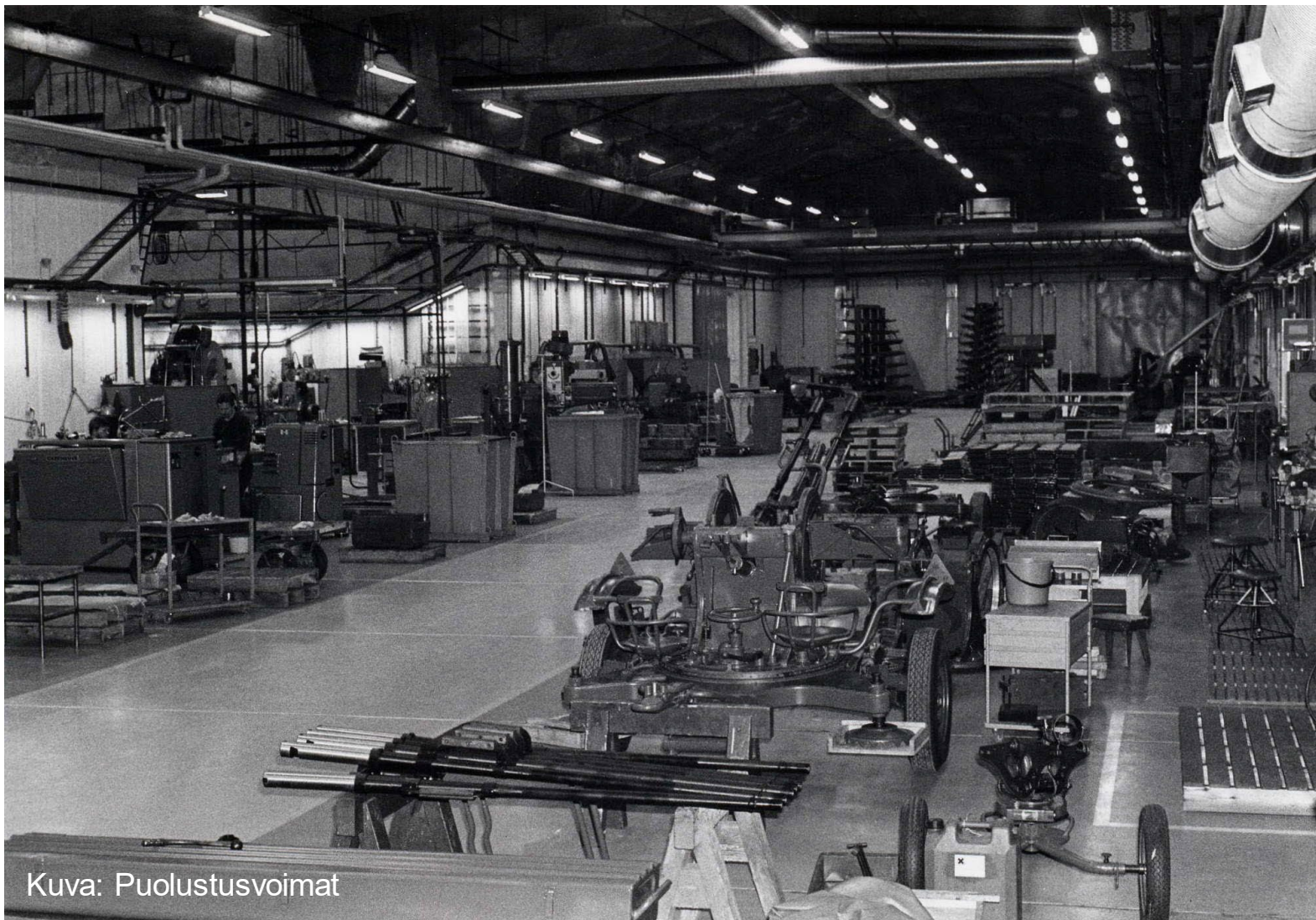
- leveys 26 m
- korkeus 12 m
- pituus 39 m

Seitsemän sisääntulotunnelia, joista viiteen tehtiin laajennuslouhintoja.

Olemassa olevan tilan tilavuus oli noin 29 000 m<sup>3</sup> ja laajennuslouhintojen laajuus noin 63 000 m<sup>3</sup>ktr



# Luolaston historiaa

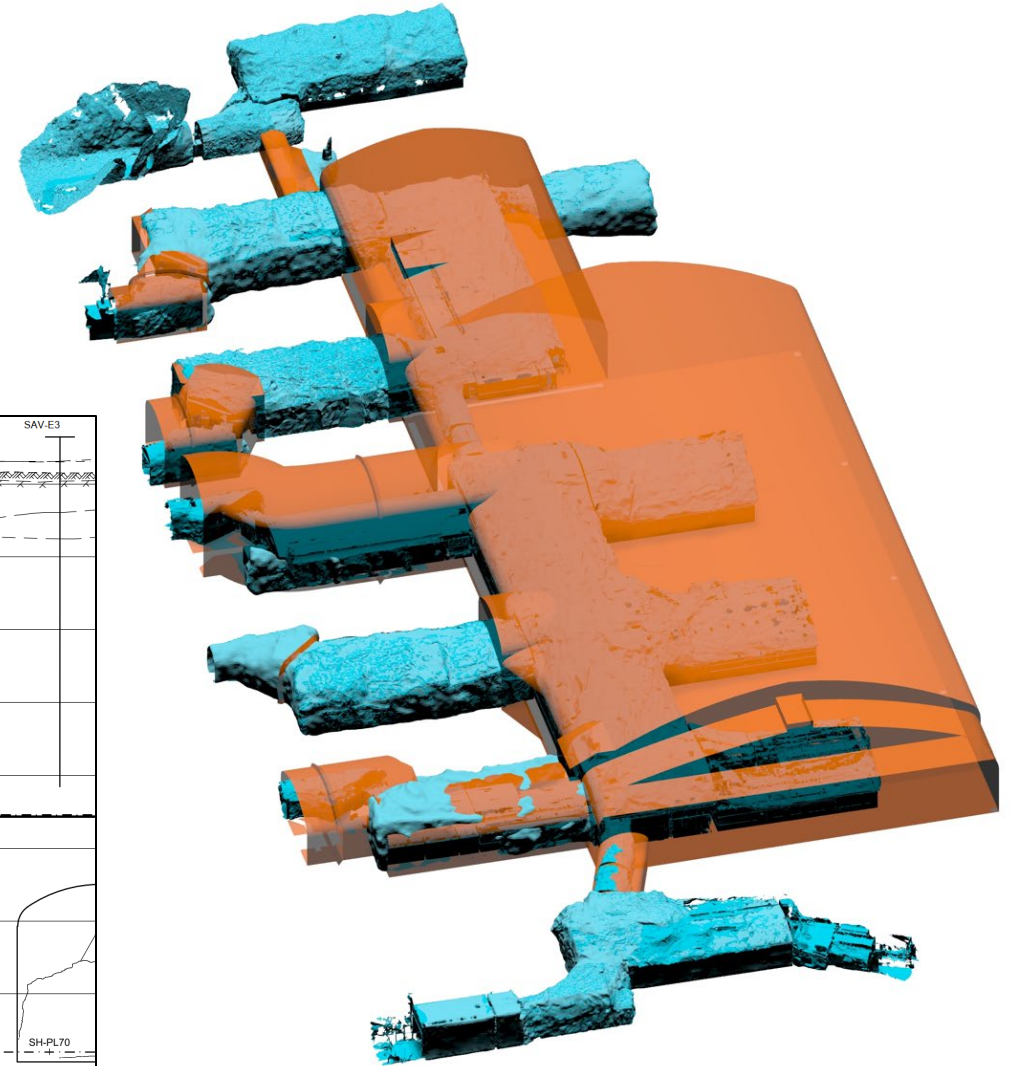
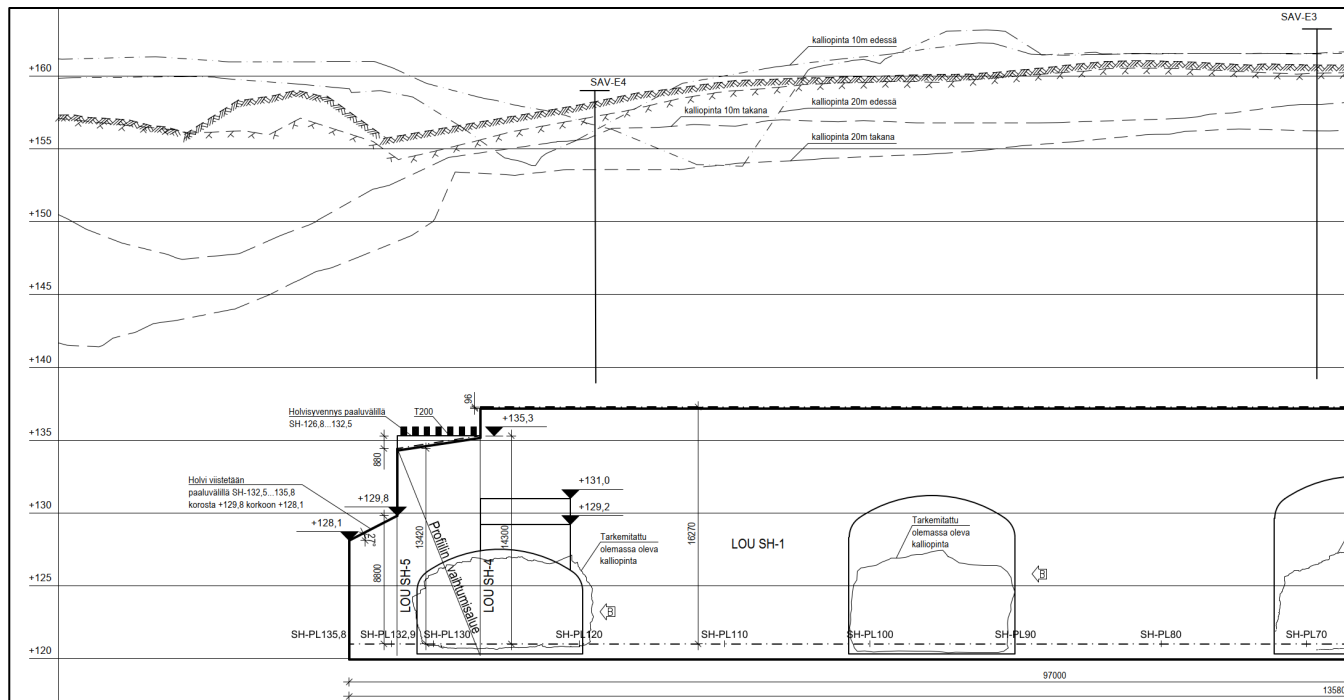


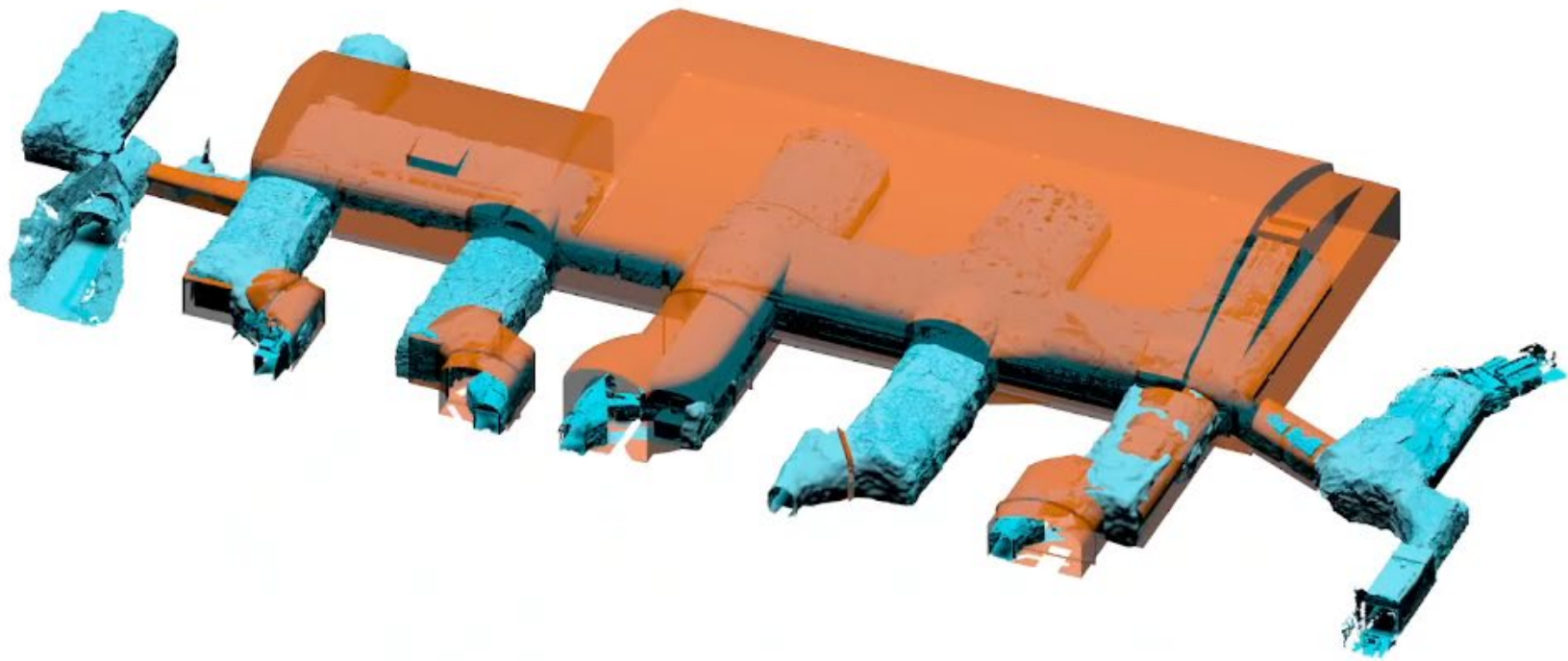
Kuva: Puolustusvoimat

- Jatkosodan aikana käyttöön otettu asevarikko
- Päätoimintona jalkaväen aseiden huolto ja tarkastus
- Luolasto laajennettiin 1960-luvulla PV:n tarpeiden mukaisesti
- Luolasto käsitti mm. maanalaisen ampumaradan
- Asevarikon toiminta lopetettiin 2009
- Alue siirtyi myöhemmin Kuopion kaupungin omistukseen

# Kohteen kallioteknisiä erityispiirteitä

- Olemassa olevat kalliotilat → roikkuvat massat louhinnan edetessä
  - Louhintojen vaiheistus
  - Välittömät lujitukset louhinnan edetessä
- Leveä jänneväli ~50 metriä
- Verrattain ohut kalliokatto
  - ~15 m hallin pohjoispäässä
- Väestönsuojavaatimukset

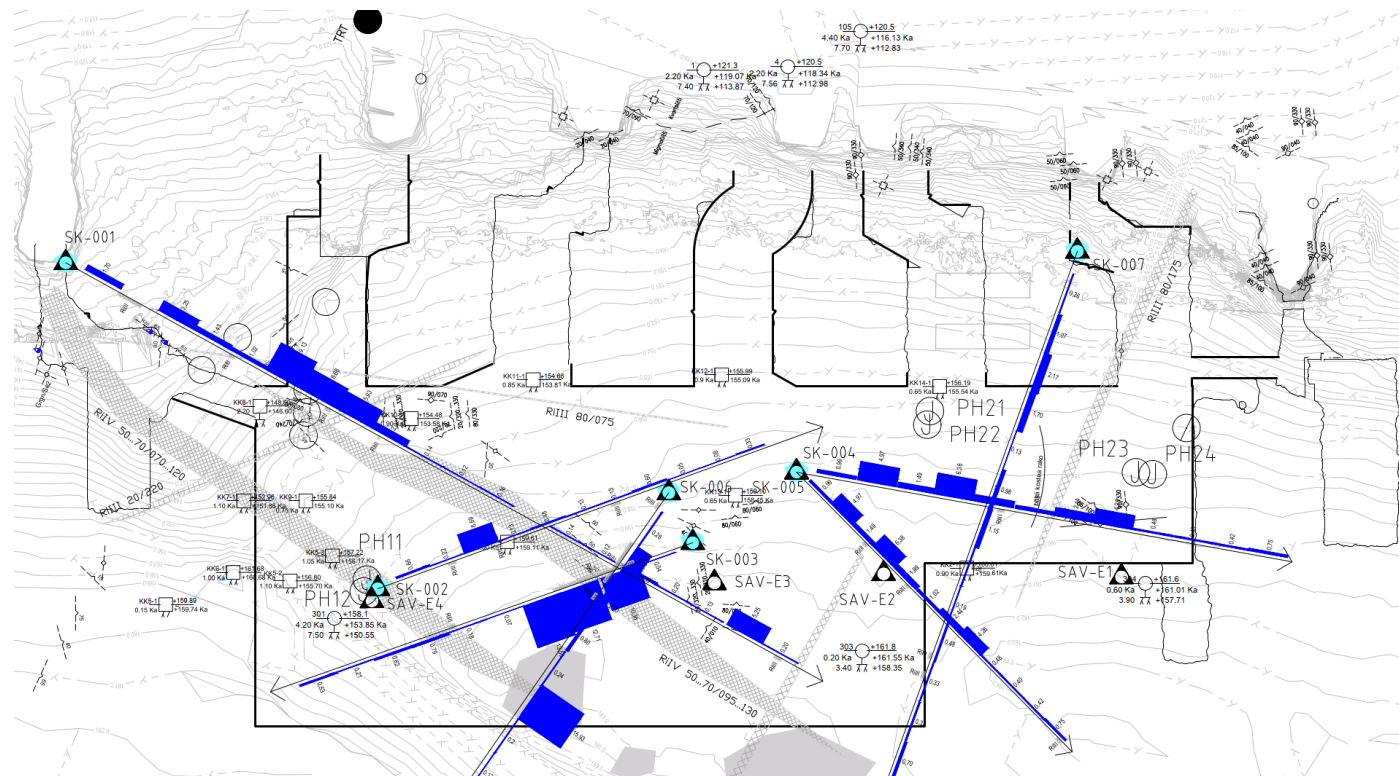




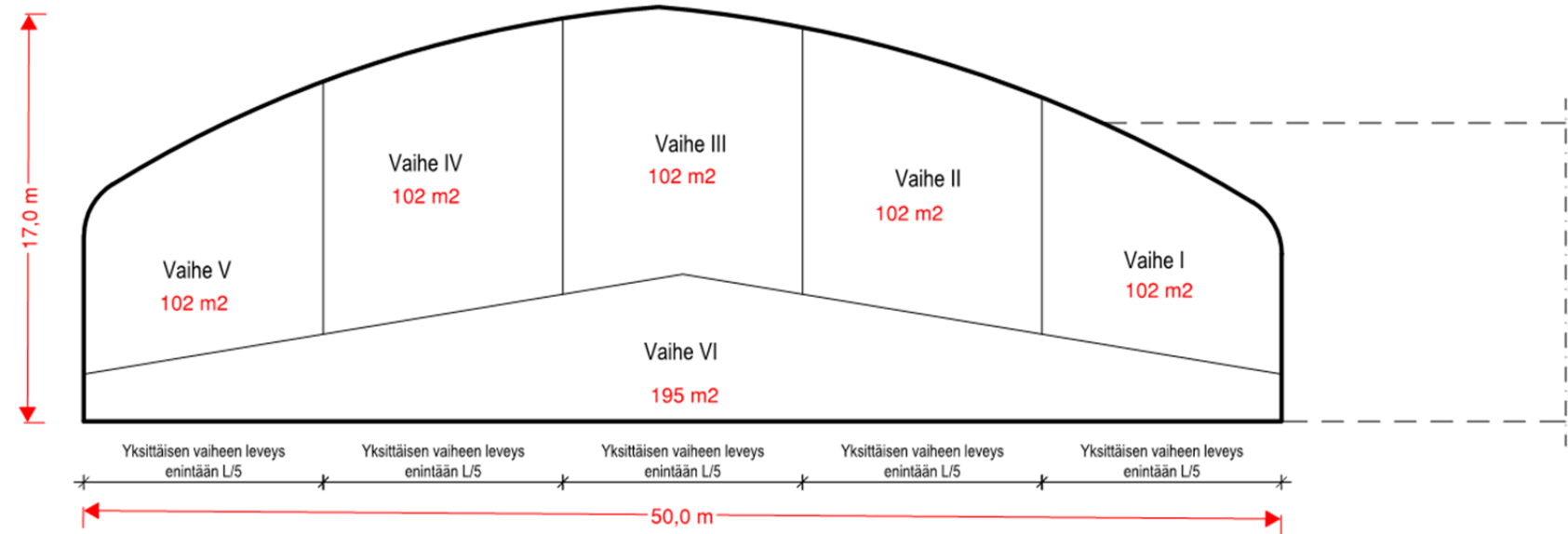
# Lähtötiedoista ja tutkimuksista

## Lähtötietoja

- Kalliorintauksen pistepilviaineisto
- Olemassa olevan luolaston keilausaineisto
- Kallionäyttekairaukset (7 kpl)
- Radonmittaus
- Geoenergiatutkimus
- Kalliomekaaniset laboratoriokeet
- Kalliopohjavesinäytteenotto
- Pohjaveden pinnan seuranta vanhasta porakaivosta
- Koekuopat
- Porakonekairaukset
- In situ –jännitystilamittaukset LVDT-menetelmällä



# Louhinnan vaiheistus



## Louhinnan vaiheistus hallin pituus- ja poikittaissuunnassa

### Kattoperän louhinnan periaatteet

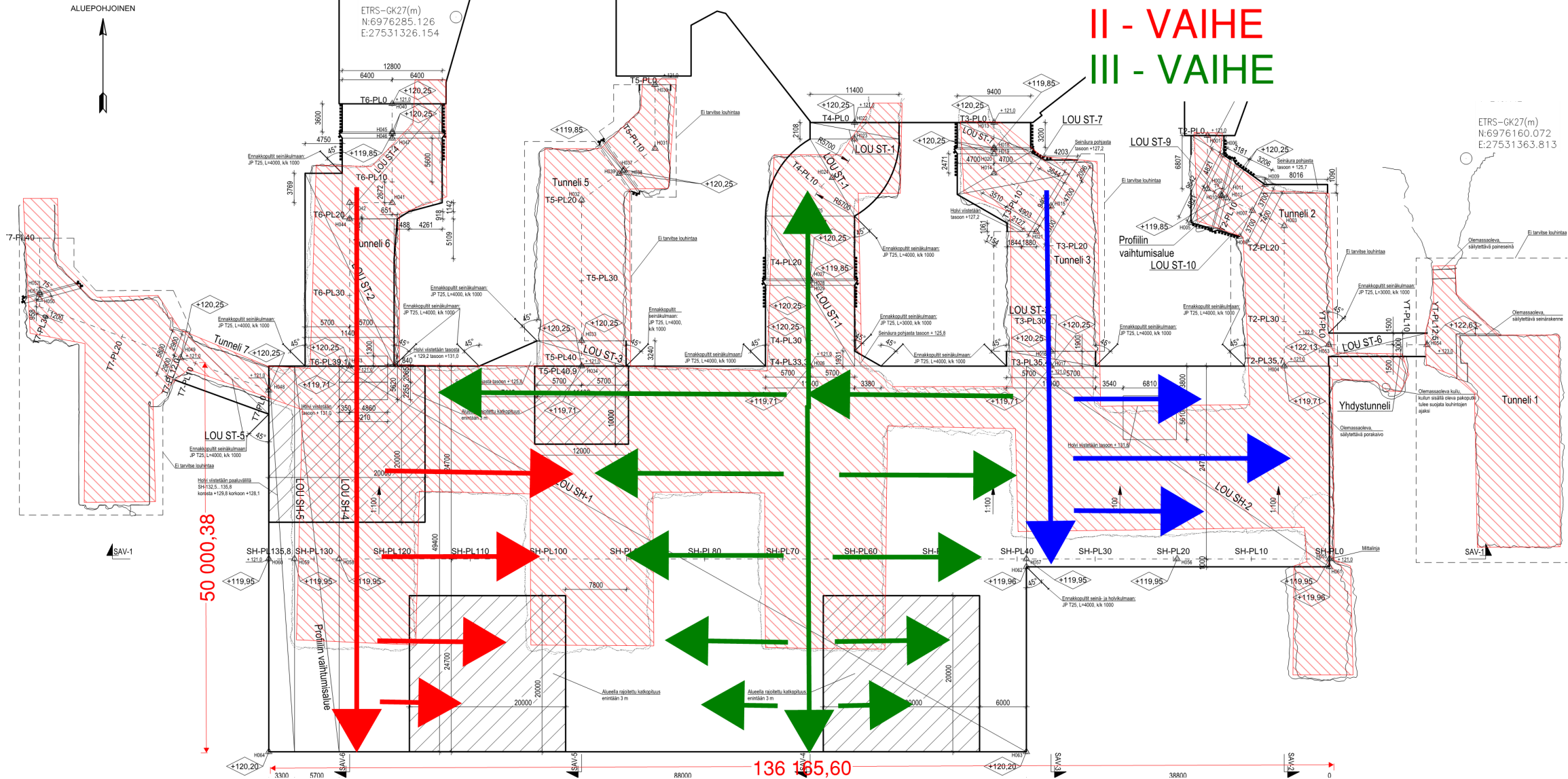
- Hallin kattoperä louhitetaan ja lujitetaan vähintään viidessä vaiheessa (I...V)
- Yksittäisen vaiheen (I...V) leveys on enintään L/5 ja katkopituus 4 m
- Jokaiseen vaiheeseen liittyvä tarvittava esi-injektointi (injektointisuunnitelmien mukainen limitus huomioitava) ja mahdollisesti asennettavien porapulttien asennus tulee olla tehty sitoutumis- ja kovettumisaika huomioiden ennen louhintaa
- Vaiheen lopullinen pultitus ja turvaruiskubetonointi (RBM 50KT) tulee tehdä neljän katkon välein tai useammin kalliolaadun niin edellyttäessä.
- Vaiheen lopullinen lujituspultitus tulee kovettumisaika huomioiden olla tehtynä ennen viereisen vaiheen tuomista sen rinnalle
- Viimeisen kattoperävaiheen lopullinen lujituspultitus tehdään louhinnan jälkeen heti, kun louhintatärinät sen sallivat
- Kattoperän lopullinen lujituspultitus tulee kovettumisaika huomioiden olla tehtynä ennen pohjapenkereen louhintaa
- Kattoperän lopullinen ruiskubetonointi tehdään, kun hallin kaikki vaiheet on louhittu, pultitettu, jälki-injektoitu ja salaojitettu.
- Pohjapenkereen lopullinen lujituspultitus tehdään louhinnan jälkeen heti, kun louhintatärinät sen sallivat
- Urakoitsija huolehtii työaikaisten seinämien työturvallisuudesta



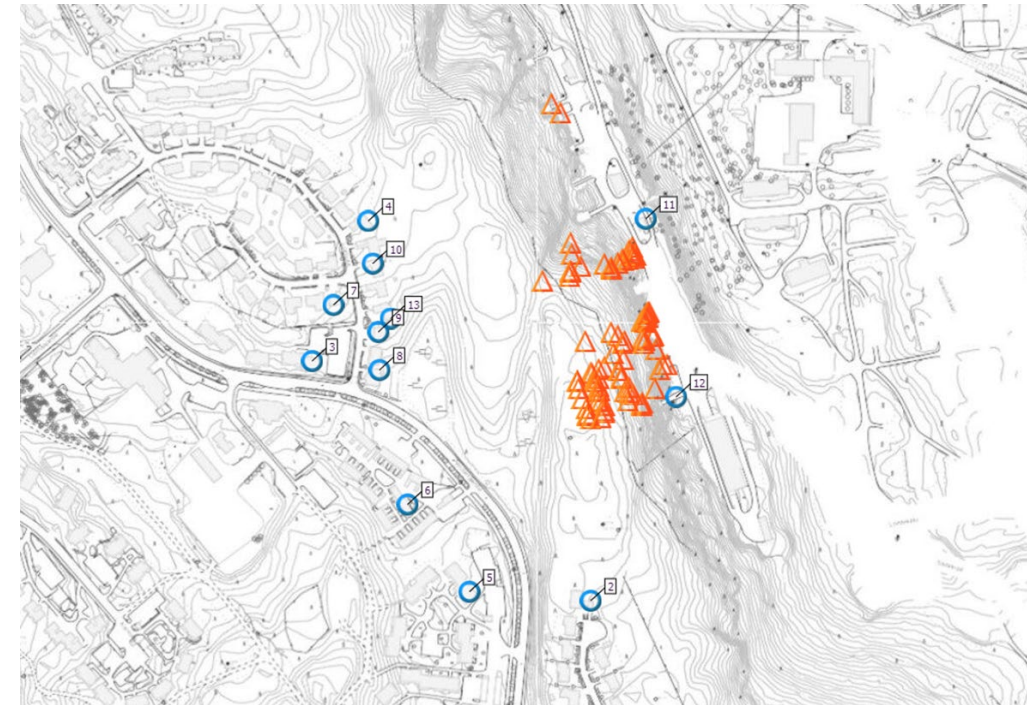
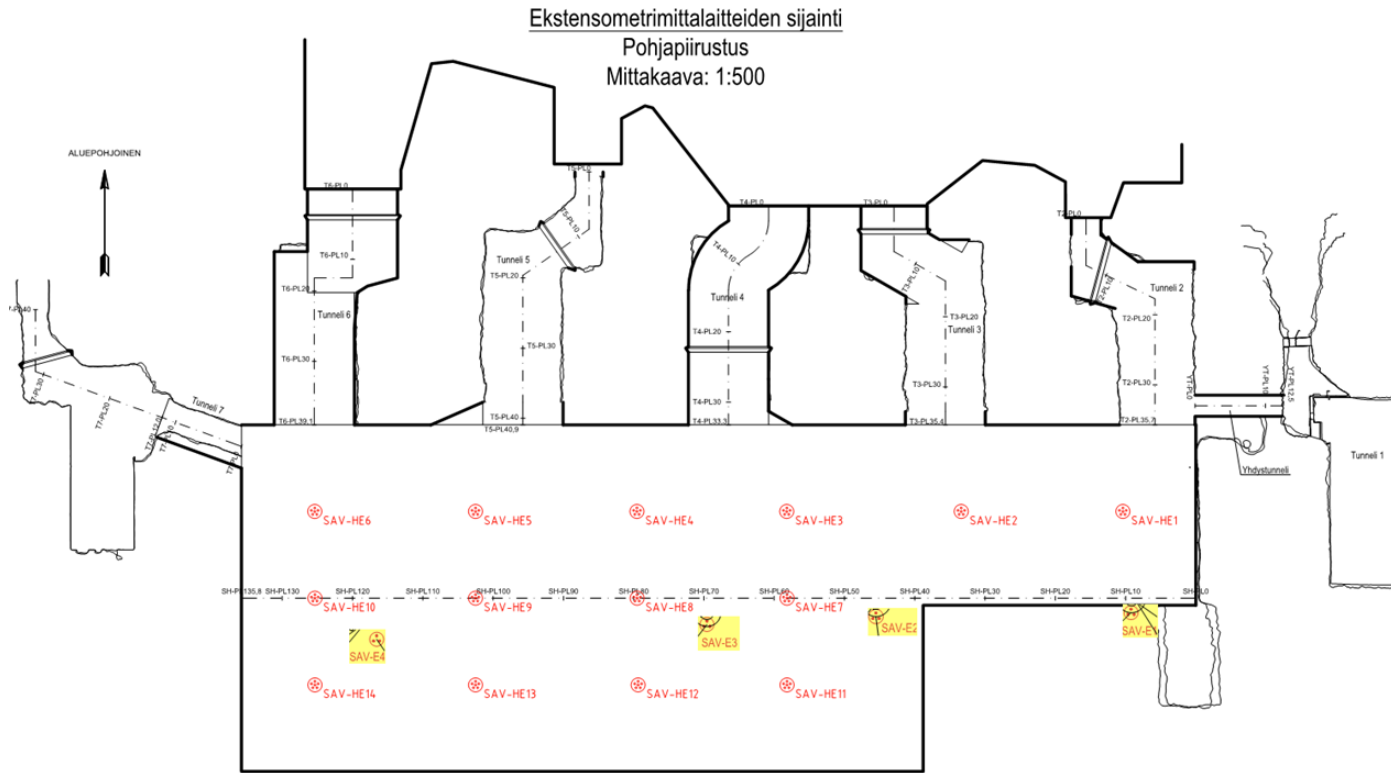
# Louhinnan vaiheistus

# KATTOPERÄLOUHINNAT

- I - VAIHE
- II - VAIHE
- III - VAIHE



# Ympäristöseurannat louhinnan aikana

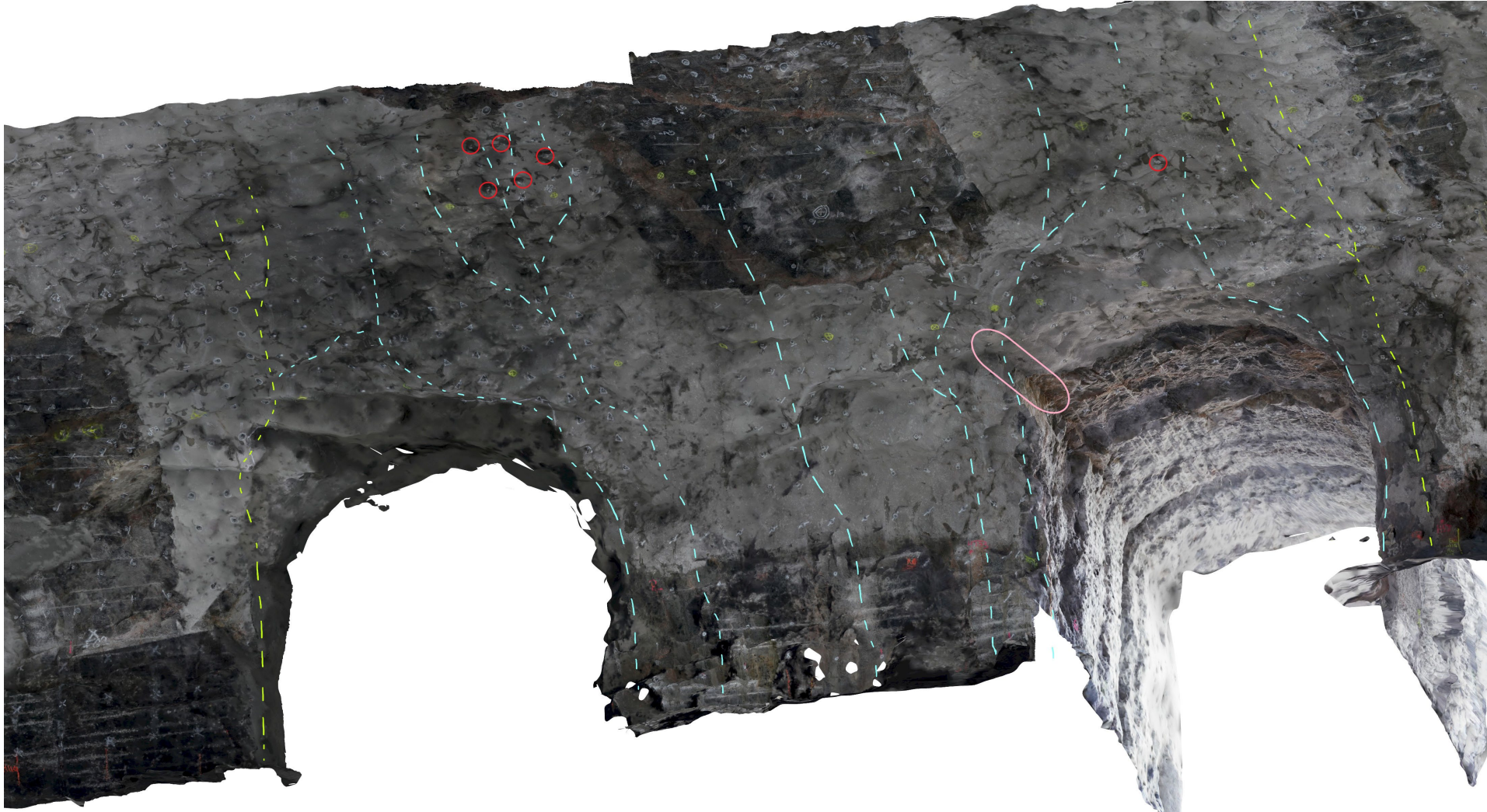


Kalliomekaaniset seurantamittaukset:

- ekstensometrit maan pinnalta ennen louhintaa asennetut
- ekstensometrit (9 m) holviin asennetut louhinnan edetessä

Louhinnan värinämittaukset lähialueella

# Fotogrammetria kalliorakennustöiden aikana

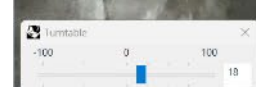


- Hyödynnettiin laajasti työnaikaisessa suunnittelussa
  - RG-toteumaseuranta
  - Työnaikainen lujitussuunnittelu
  - RBSO-määrittelykset
  - Yleinen dokumentointi – viiteaineisto

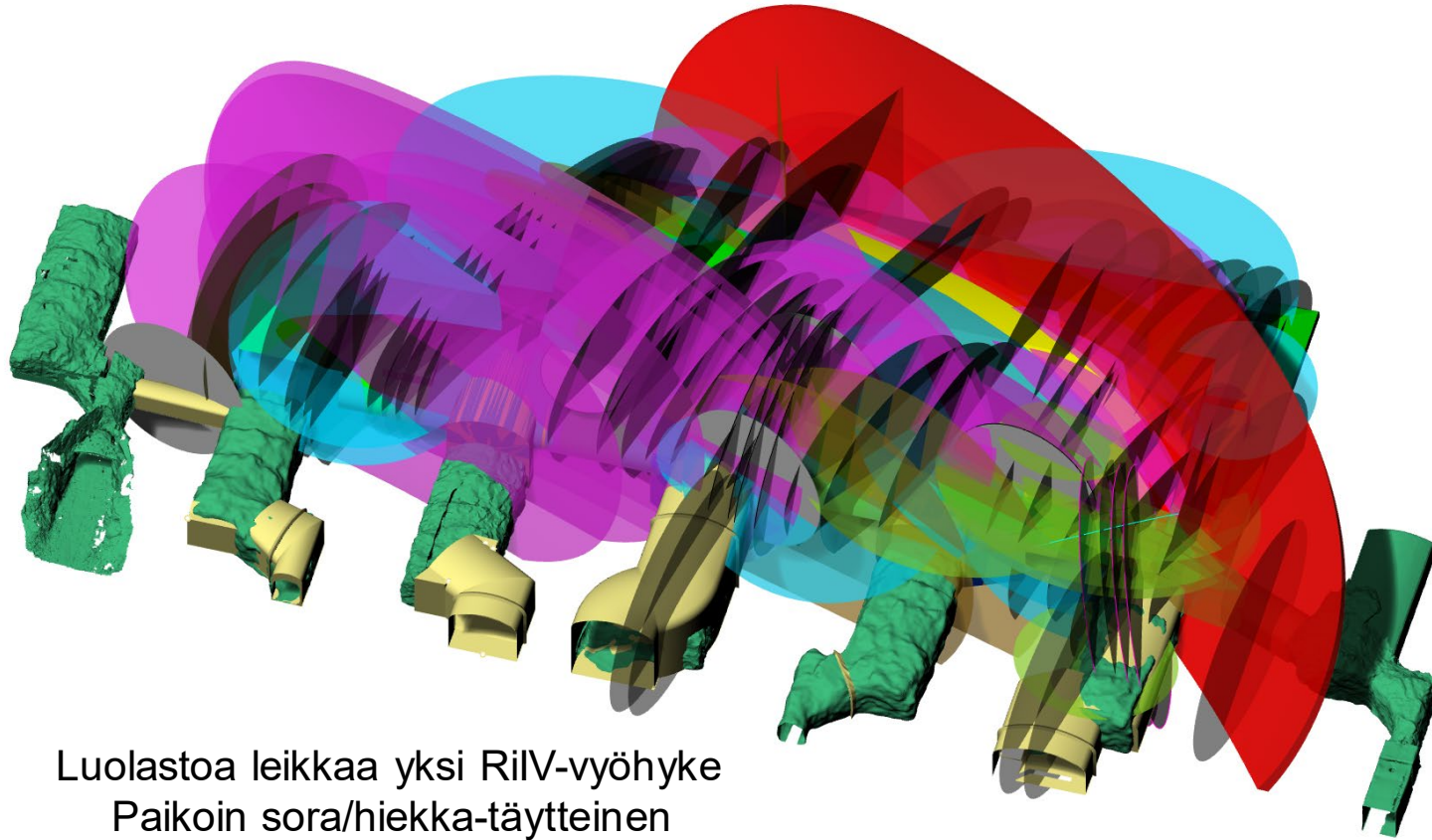
Prosessi louhinnan edetessä:

1. Louhinnan kuvantaminen rusnauksen jälkeen
2. Mallin laatiminen sekä georeferointi
3. RG-tulkinnan laatiminen sekä geologisen mallin päivitys

- Käytettiin myös mm. vesivuototilanteen seurantaan injektointitöiden edetessä

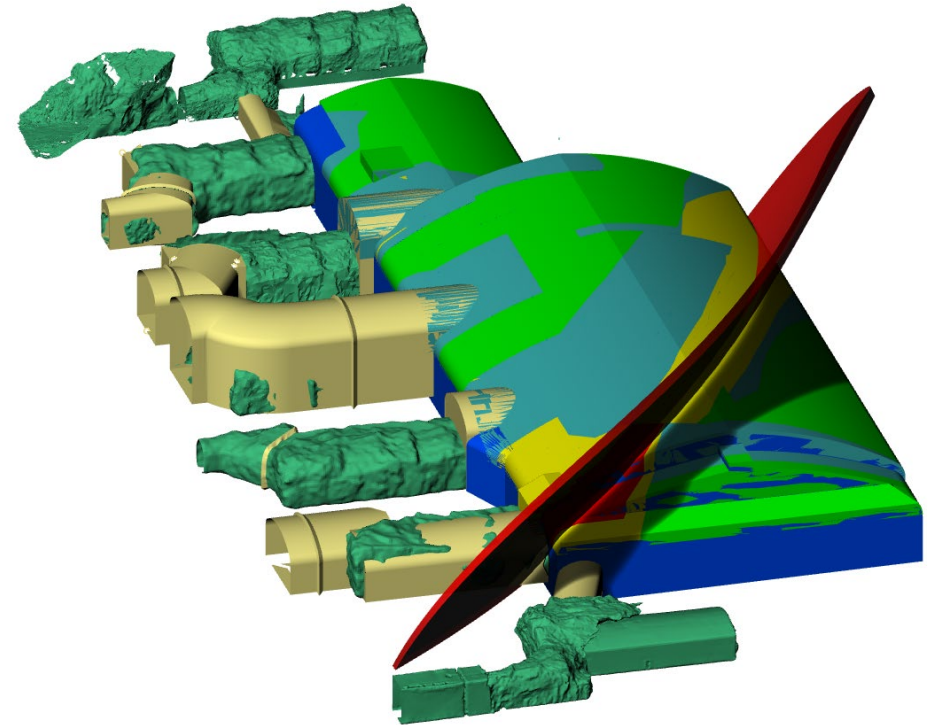


# Kallio-olosuhteista

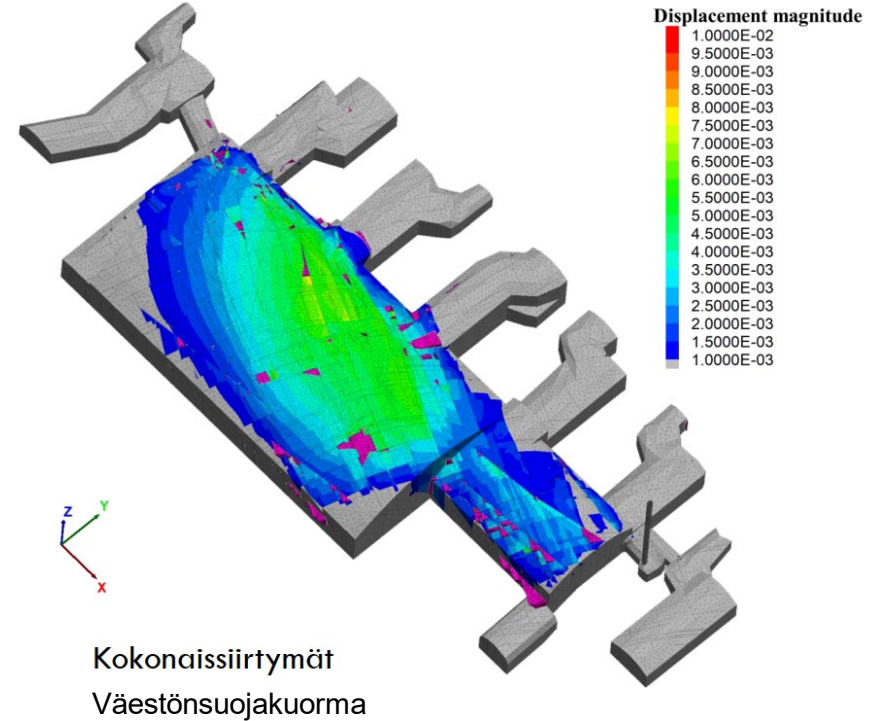
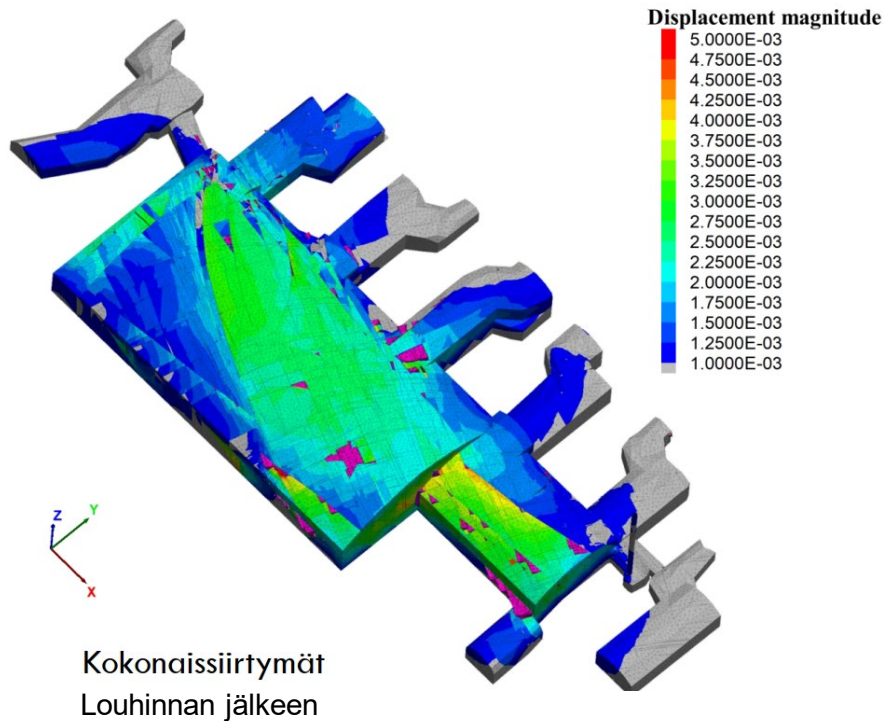


- Luolastoa leikkaa yksi RiIV-vyöhyke  
Paikoin sora/hiekka-täytteinen
- Vettä johtava rakenne
- Vyöhykkeen läpäisevien louhintojen yhteydessä käytettiin porapultteja
- Mukailee alueellista topografiaa
  - Pintamallissa esiintyy rakenteen suuntainen painauma luolaston lounaispuolella

- Pääkivilajeina esiintyy tonaliittista gneissia sekä graniittia
- Luolastossa toteutunut Q-luku pääosin hyvä – kohtalainen pl. rikkonaisuusvyöhykkeen alue, jossa Q-luokka heikko – erittäin heikko.



## Kalliomekaaninen simulointi



- Simulointi ennen louhintaa – Simuloinnissa louhinnan seurauksena, hallin holvi painuu alaspäin noin 2-7 mm ja seinät siirtyvät sisäänpäin 1-7 mm.
  - Simulointi päivitettiin louhinnan ja todellisen kalliolaadun paljastumisen jälkeen (kuvat päivitetystä simuloinnista)
- Toteutunut holvin painuma jäänyt vähäisemmäksi vrt. kalliomekaaninen simulointi
  - Kallio-olosuhteet ovat olleet simuloinnin lähtötietoja edullisemmat
  - Rikkonaisuusvyöhykkeiden pienempi laajuus pl. RiIV, joka leikkaa hallia 1 kulmittain
  - Konservatiiviset rakoparametrit simuloinnissa
- Suurin painuma hallin keskivaiheilla (1,44 mm)

# Haasteet ja opit

- Avolouhinnan sekä maanalaisten louhintojen vaiheistus
  - Työt piha-alueella estivät ajoittain kulun tunneleihin
- Vuotovedet hallissa 1
  - Esi-injektointien jälkeiset louhintatärinät + kallion liike avasi uusia vettä johtavia rakenteita
  - Laaja jälki-injektointi



Piha-alue tunnelit 3 ja 4, 31.8.2021





Tilanne ennen purkutöitä 6.8.2019





Tilanne purkutöiden päätyttyä, ennen louhintatöitä 31.8.2021



Louhintätöiden loppuvaihe, heinäkuu 2022

Tilanne louhintatöiden päätyttyä, 31.8.2022



24.3.2023



7/2023



10/2023



2/2024



# KIITOS

