



Väylävirasto
Trafikledsverket

Pohjavedestä ja -tutkimuksista

Mikael Takala

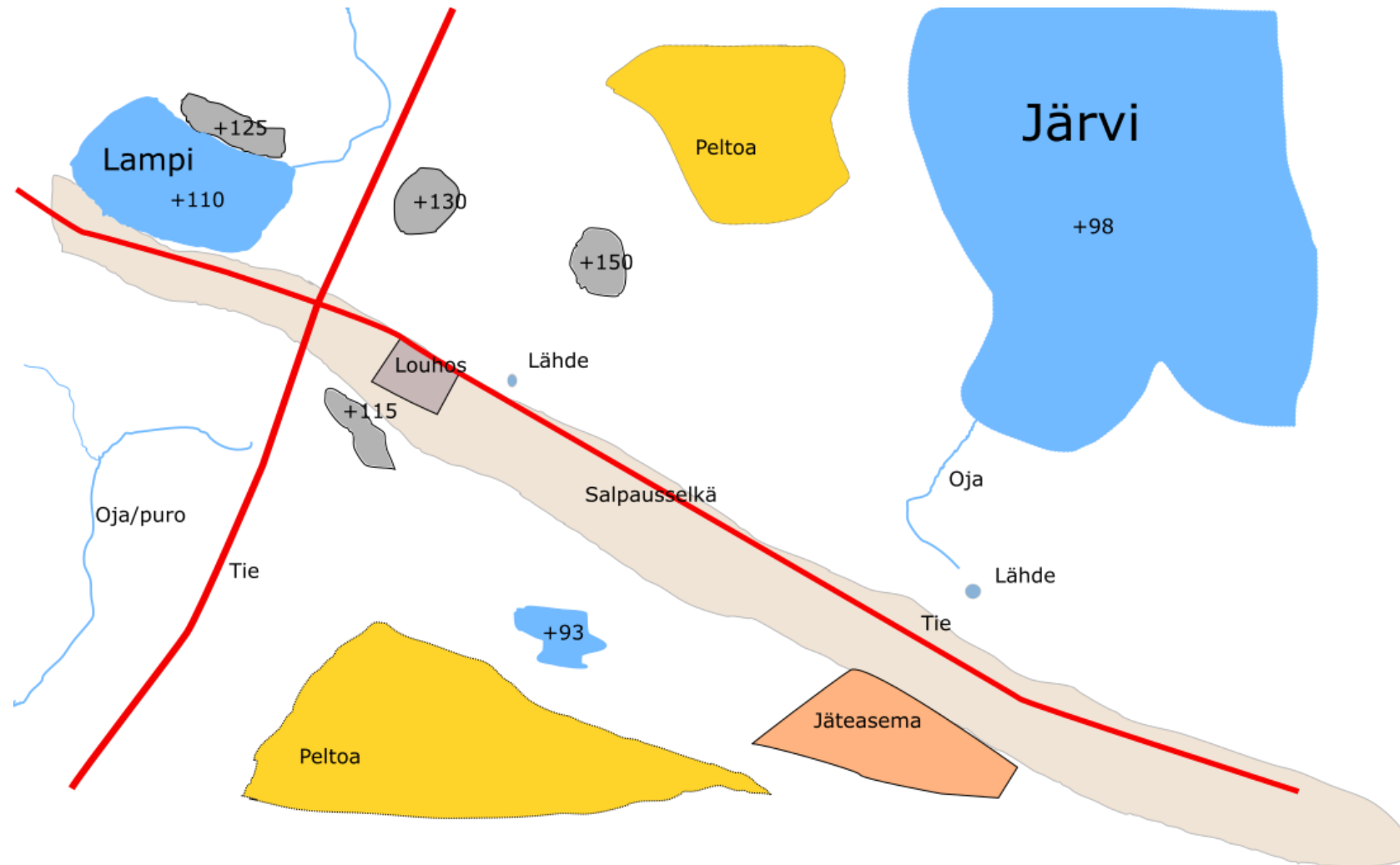
24.8.2021

Kannen kuva: Mikael Takala

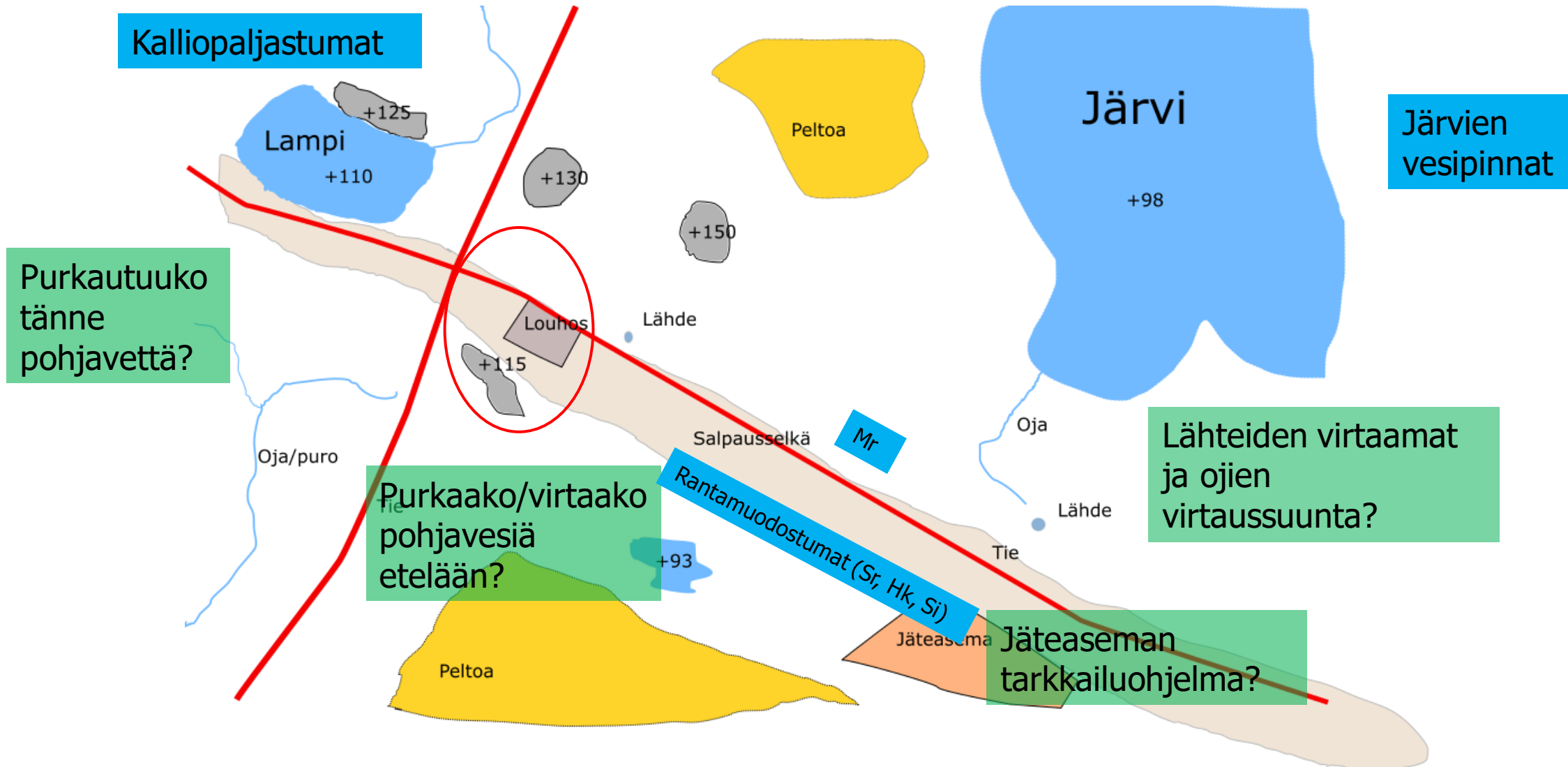
Sisälllys

- Tutkimusten suunnittelusta
- Havaintoputken vesipinnasta
- Tutkimusmenetelmiä
- Malli vai mallinnus?

Tutkimusten suunnittelusta



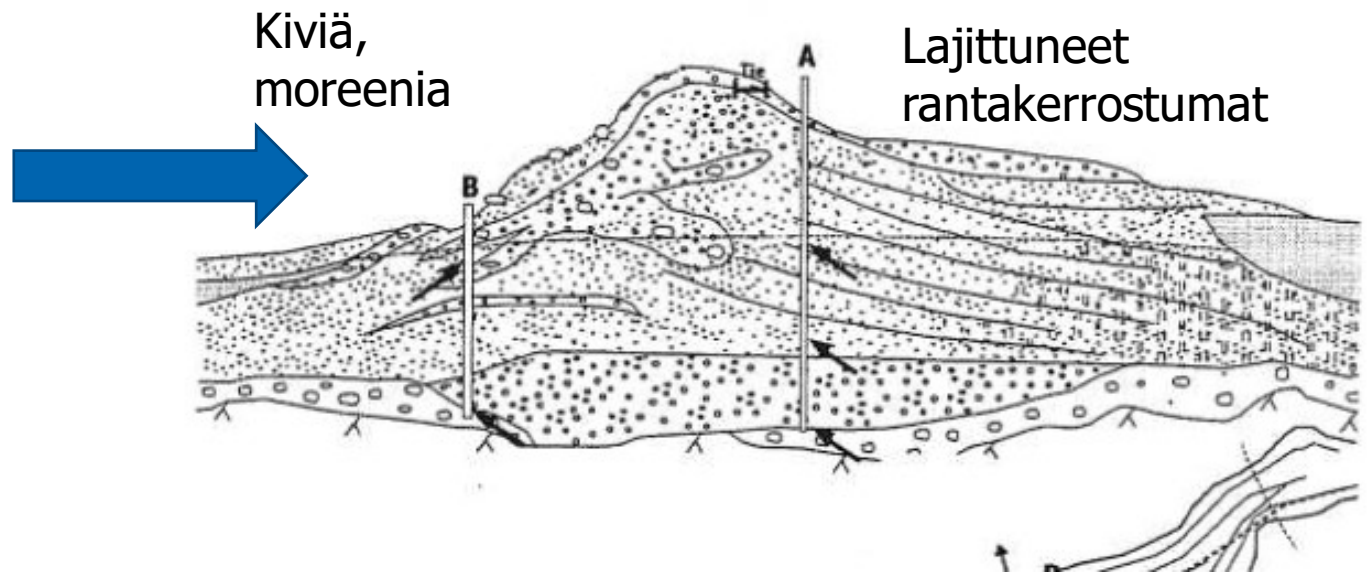
Tutkimuskysymykset



Liite 3 Pohjavesi- muodostumatyyppit

Salpausselkä

4) Reunamuodostuma, Salpausselkätyyppinen



Tutkimussuunnitelma

- Tutkimuskysymykset
 - Lähtökohtana hankkeen tavoitteet
1. Listataan avoimet kysymykset
 2. Mietitään mitä dataa tarvitaan, jotta näihin kysymyksiin voidaan vastata
 - Onko olemassa olevaa dataa?
 3. Laaditaan tutkimussuunnitelma tiedon keräämiseksi (huomioidaan myös ajallinen vaihtelu)
 4. Kerätään dataa
 5. Analysoidaan se
 6. Iteroidaan prosessia tarpeen mukaan

Tutkimussuunnitelma

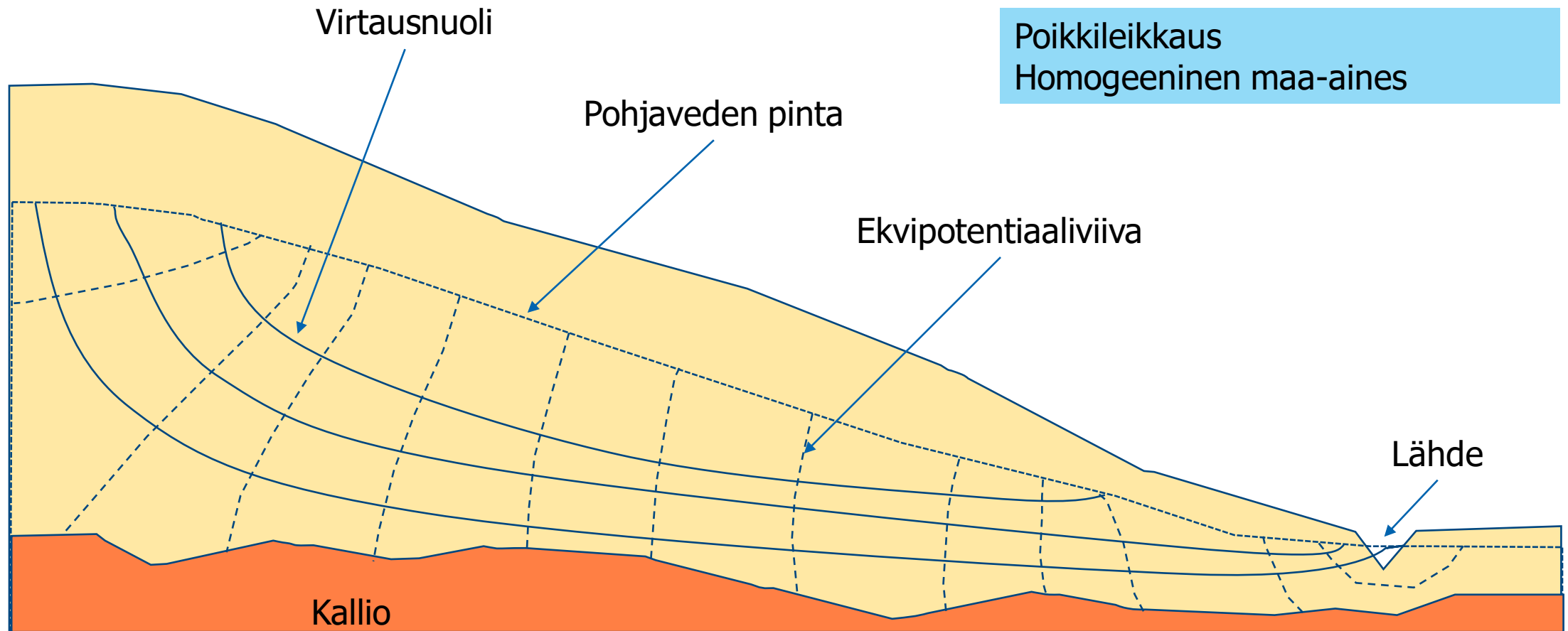
- Suunnitelmaa ei voi kopioida edellisestä hankkeesta
- Suunnitteluprosessi voidaan kopioida

Havaintoputkien vesipinnoista



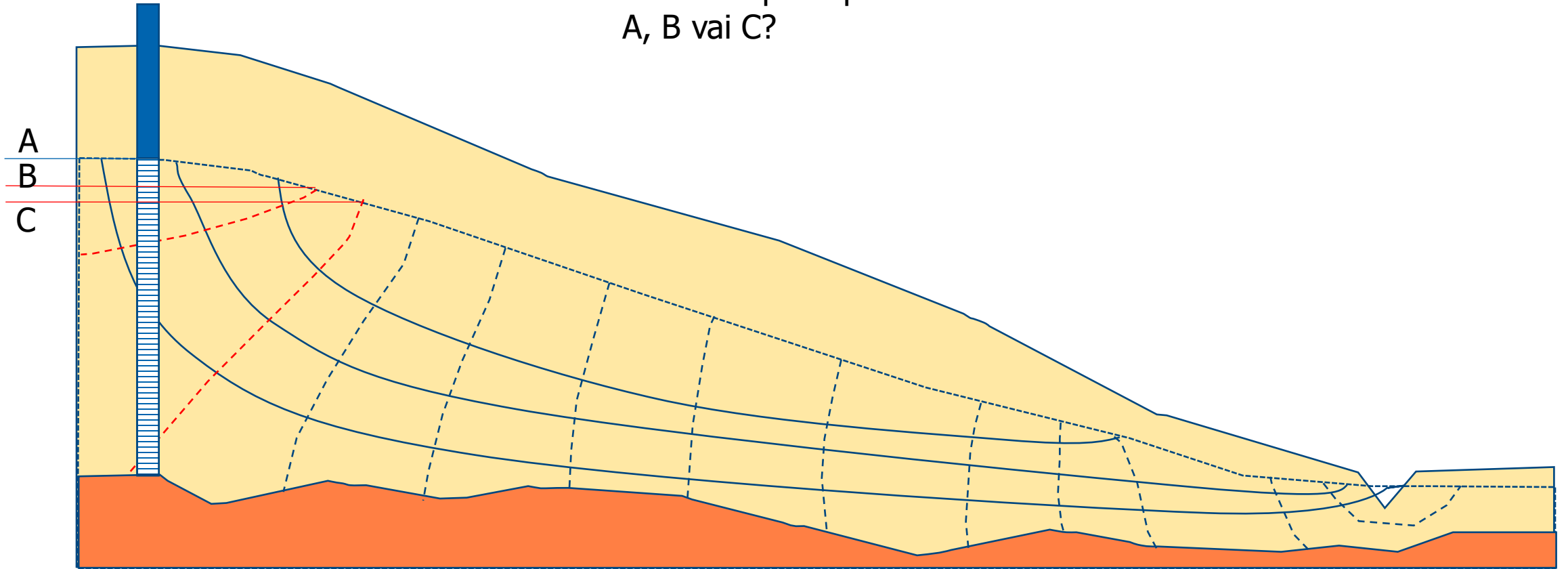
Kuva: Mikael Takala

Pohjaveden virtausviivaverkosto

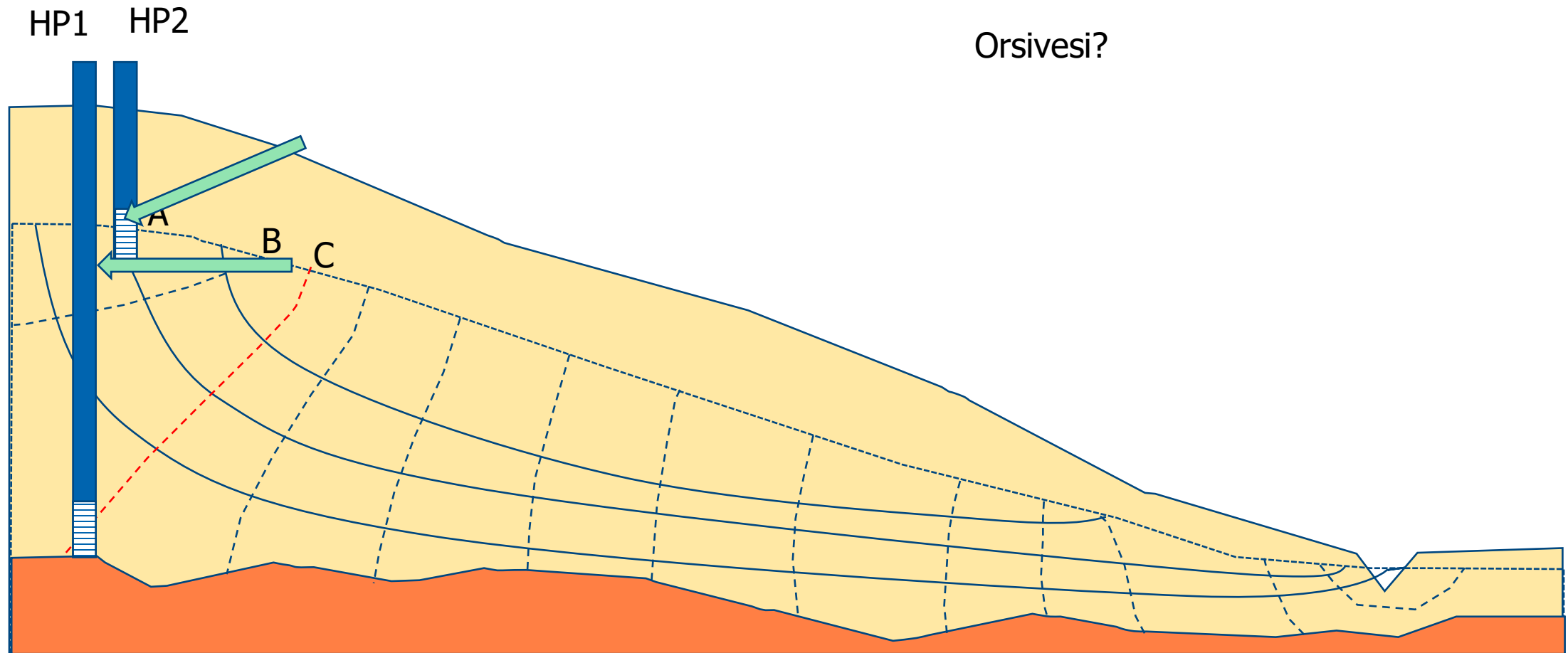


Havaintoputken vedenpinta?

Onko vesipinta putkessa tasolla
A, B vai C?



Havaintoputken vedenpinta

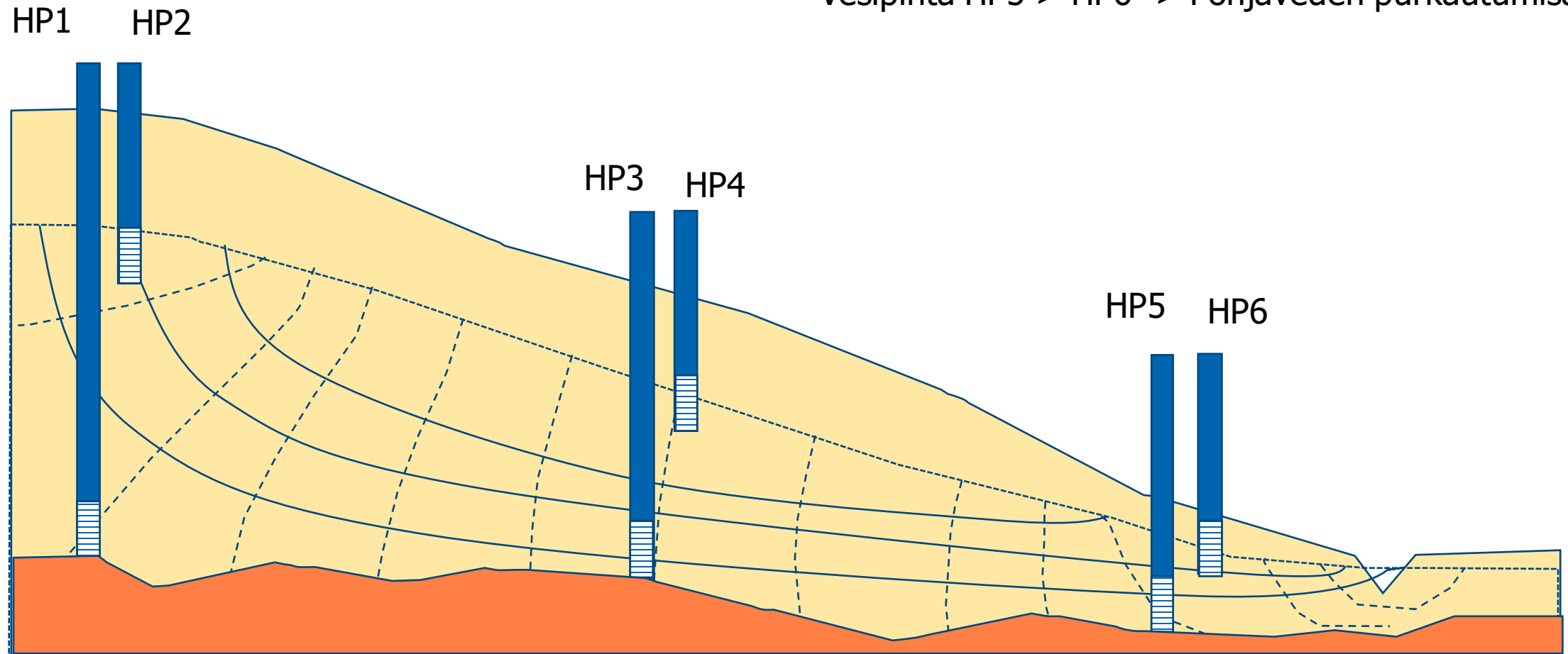


Pohjaveden virtaus

Vesipinta HP1 < HP2 -> Muodostumisalue*

Vesipinta HP3 = HP4

Vesipinta HP5 > HP6 -> Pohjaveden purkautumisalue



*ei vastaa pohjavesiluokituksen muodostumisaluetta 12

Havaintoputkesta mitattu vesipinta

Riippuu mm.

- A. Pohjaveden pinnankorkeudesta
- B. Pohjaveden virtauskentästä
- C. Havaintoputken siivilän asemasta**
- D. Mittausajankohdasta

**Lähde/
purkautumisalue**



Kuva: Mikael Takala

Tutkimus- menetelmistä



Kuva: Mikael Takala

Tutkimusmenetelmistä

- Maastokartta
 - -> valuma-alueet
 - lähteet, ojat, vesistöt
 - ...
- Maastohavainnot
- Vesipintojen mittaukset
- Maaperäkairaukset
- Geofysikaaliset menetelmät
- Isotooppitutkimukset ja muut merkkiaineet

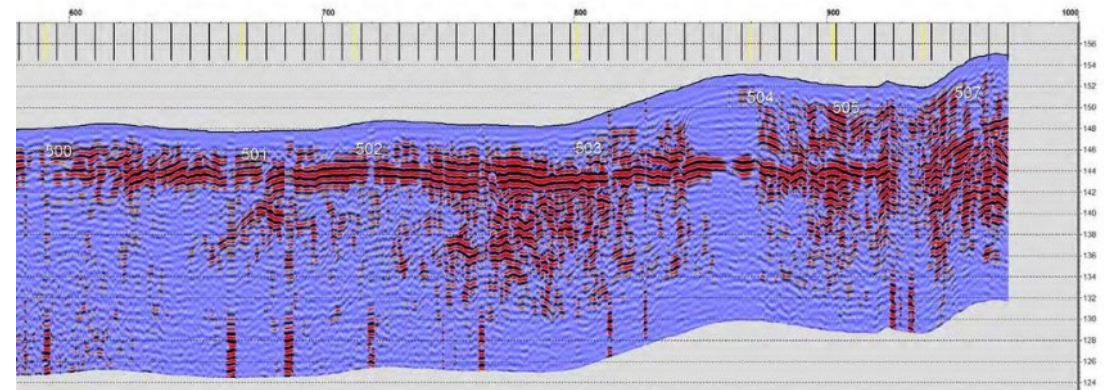
Liite 4 Geofysikaaliset tutkimukset

Maatutkaluotaus

- Menetelmä perustuu eri taajuuksien sähkömagneettisten aaltojen etenemisen rekisteröintiin eri maalajeissa. Maahan lähetetään lyhyitä, matalataajuisia sähkömagneettisia pulsseja. Pulssit etenevät maassa. Kun pulssi kohtaa sähköisen rajapinnan, osa aallosta heijastuu takaisin ja osa jatkaa matkaa syvemmälle. Palaavat aallot näkyvät laitteen piirturin aika-akselilla. Takaisin heijastuneen aaltoenergian voimakkuus sekä edestakaiseen matkaan kulunut aika rekisteröidään toisen antenniyksikön avulla
- Rajapintojen syvyydet voidaan ratkaista kulkuaikojen avulla, kun tunnetaan väliaineen sähköiset ja magneettiset ominaisuudet
- Maatutkaluotaus on parhaimmillaan harjualueilla, joissa sillä saadaan tietoa maakerroksista jopa yli 30 metrin syvyydeltä.
- Tulosten tulkinnan tarkkuuden parantamiseksi maatutkauslinjat tulee aloittaa ja lopettaa pisteeseen, jossa kallionpinnan korkeusasema on tiedossa (avokallio tai porakonekairauspiste). Sitomalla tutkimittaukset esimerkiksi mitattuihin pohjavesipintoihin voidaan tulokinnassa päästä jopa 10 – 30 cm:n tarkkuuteen.
- Maatutkaluotaus antaa onnistuessaan jatkuvaa profiilitietoa kalliopinnan korkokuvasta, pohjaveden pinnan tasosta, maalajeista, maaperän rakenteesta, kallioperän ruhjeista sekä kallion rakoilusta.
- Savikerrokset ja suolattu maanpinta heikentävät pulssin tunkeutuvuutta.



Kuva 10. Maatutkaluoto Hauskalankankaan pohjavesialueella syksyllä 2015. Kuva: T. Kaipainen, GTK.



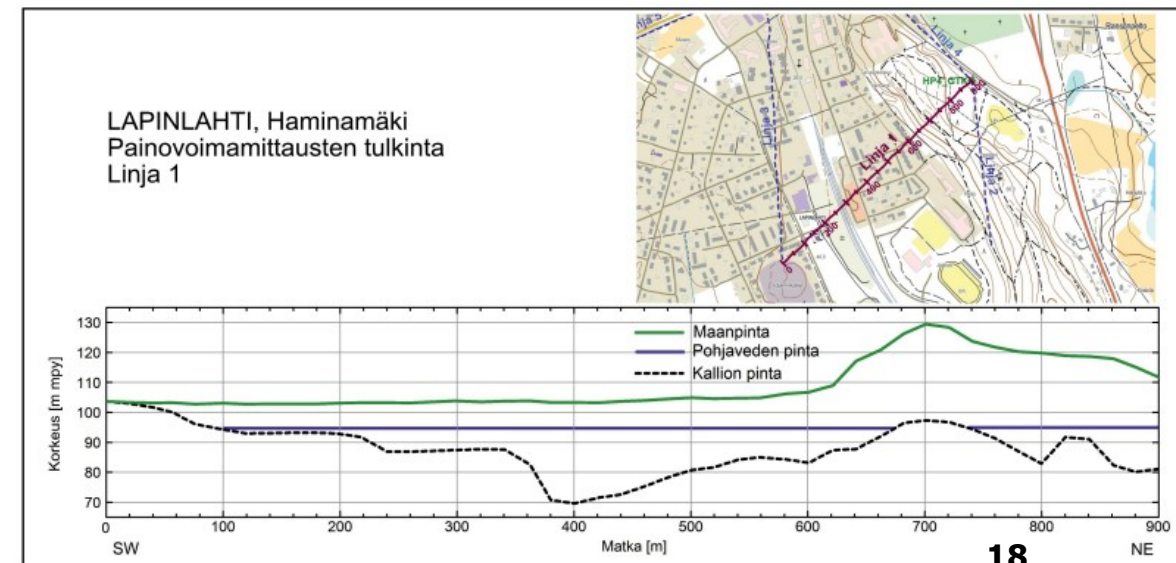
Liite 4 Geofysikaaliset tutkimukset

Painovoimamenetelmä

- Gravimetrinen menetelmä jolla tutkitaan maankamaran rakennetta ja koostumusta maan vetovoimakentän vaihteluiden avulla. Vetovoimakentän paikalliset vaihtelut johtuvat maa-aineksen ja kallion tiheysvaihteluista. Painovoiman mittaamiseen käytetään gravimetria, joka on hyvin tarkka jousivaaka
- Painovoimamittauksilla voidaan tutkia tiheydeltään ympäristöstä poikkeavien muodostumien paksuutta ja tilavuutta.
- Mittauslinjat aloitetaan ja lopetetaan kalliopaljastumilla tai pisteissä, joissa kallionpinnan tarkka korkeustaso tunnetaan.
- Pohjavesialueilla painovoimamittauksia voidaan käyttää maapeitteen paksuuden arviointiin. Menetelmää ei voida käyttää maaperän kerrosrajojen tai pohjaveden pinnan tason selvittämiseen. Menetelmää käytetään yleensä harjujen ja reunamuodostumien geologisten rakenneselvitysten yhteydessä.



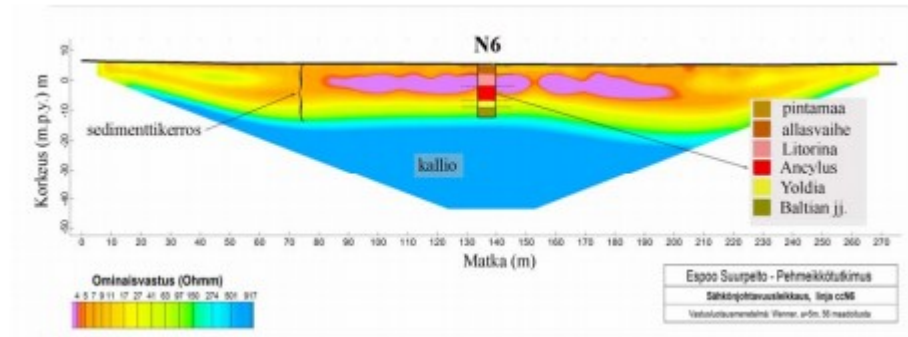
Kuva 5. Painovoimamittausta Scintrex CG5-Autograv gravimetrillä. Kuva GTK.



Liite 4 Geofysikaaliset tutkimukset

Sähköinen vastusluotaus

- Menetelmästä käytetään myös nimityksiä sähköinen tomografia, sähköinen luotaus ja sähköinen kuvaus. Sähköiset menetelmät perustuvat maankamaran sähkönjohtokyvyn muutosten mittaamiseen. Maan sähkönjohtokykyä kuvaa maan ominaisvastus eli ominaisresistiivisyys, joka kertoo kuvataan kuinka paljon maa vastustaa sähkövirtaa.
- Luotaukset tehdään joko pisteluotauksena tai linjaluotauksena. Lähettimen avulla maahan johdetaan sähkövirtaa. Monielektrodi-mittauksessa joukko elektrodeja maadoitetaan tasavälein suoraan linjaan. Tulokseksi saadaan sähkönjohtavuusjakauma mittauslinjalta.
- Sähköinen vastusluotaus on käyttökelpoinen menetelmä maaperän kerrosrajojen selvittämiseen, kun kallion ja pohjaveden pinnat ovat 10 – 30 m syvyydellä maanpinnasta. Menetelmä soveltuu erityisesti alueille, joilla maatutkan läpäisykyky on heikko savikerrosten takia.
- Syvyystulkinnan tarkkuus on noin 5 – 10 %.

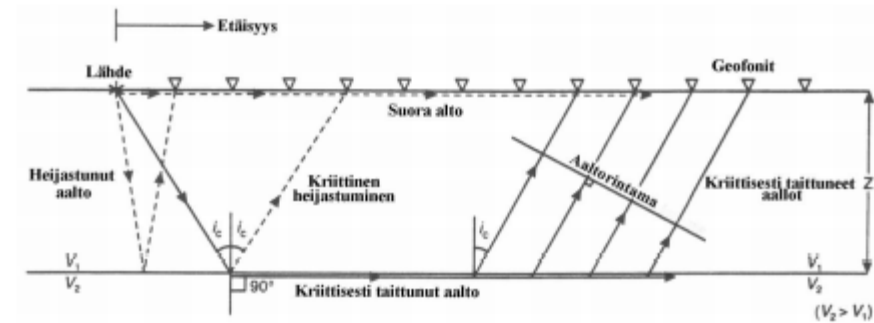


Kuva 12. Kaaviossa Wenner mittausjärjestelmä ja monielektrodigradianttimitausjärjestelmä. Valokuvassa monielektrodivastusluotaus Suurpellon alueen eteläpäässä. Mittauksessa maadoitetaan elektrodit suoraan linjaan 1-5 metrin välein. Menetelmällä saadaan hyvin tarkka kuva maaperän sähkönjohtavuuden vaihteluista 15-50 metrin syvyyteen elektrodivälillä riippuen.

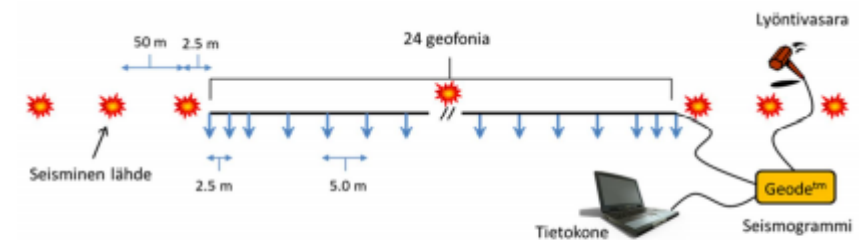
Liite 4 Geofysikaaliset tutkimukset

Seisminen taittumisluku

- Mittausmenetelmä perustuu seismisten aaltojen erilaiseen etenemisnopeuteen eri maa- ja kivilajeissa.
- Menetelmällä voidaan selvittää mm. maaperän rakennetta sekä pohjavedenpinnan ja kallioperän etäisyyttä maanpinnasta.
- Kuten muissakin geofysikaalisissa menetelmissä myös seismisen luotauksen tukena on syytä olla referenssitutkimuksia, esim. kairauksia.

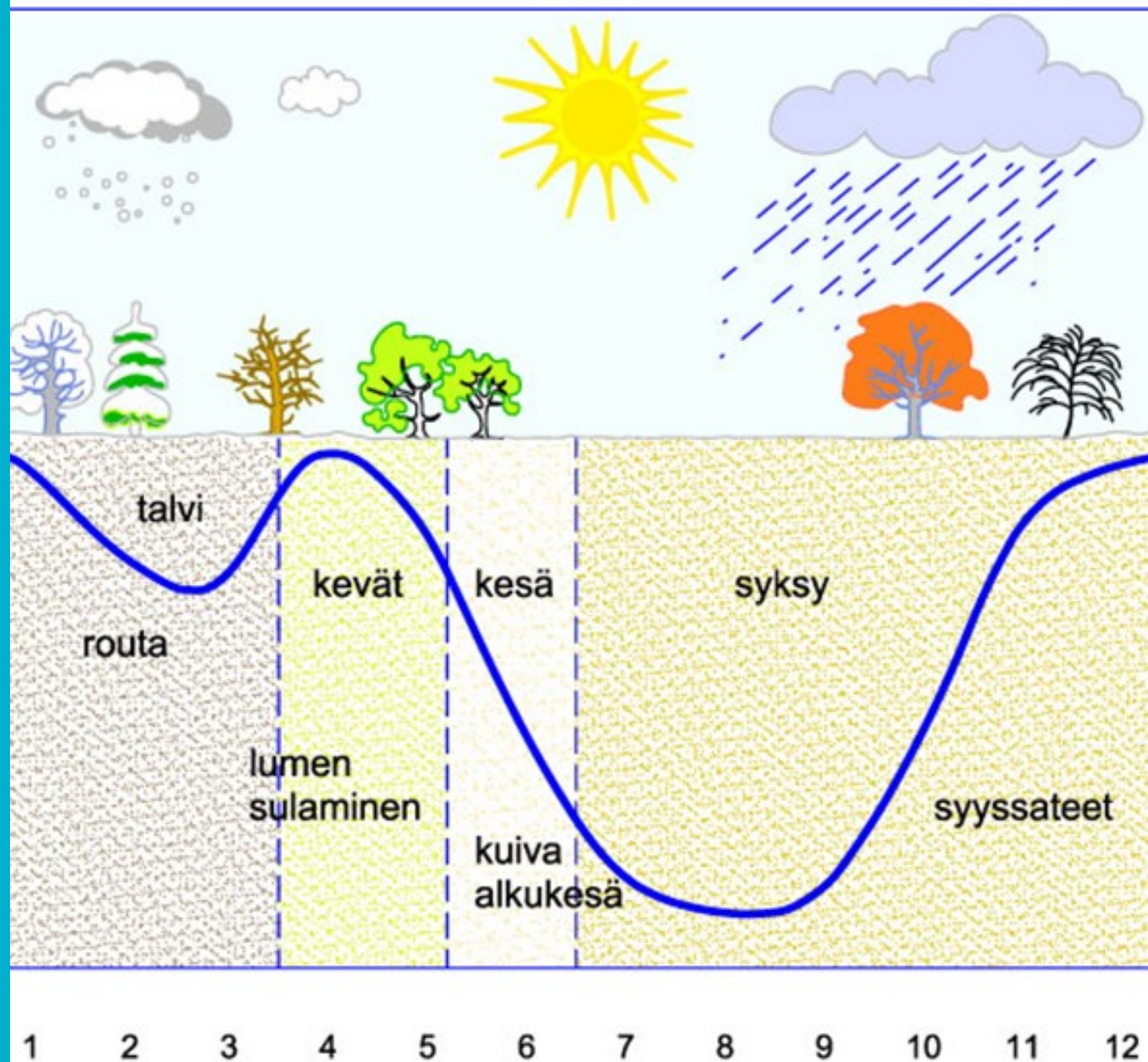


Kuva 5.7. Taittumislukuotauksen peruseriaate. (Muokattu Reynolds, 1997)

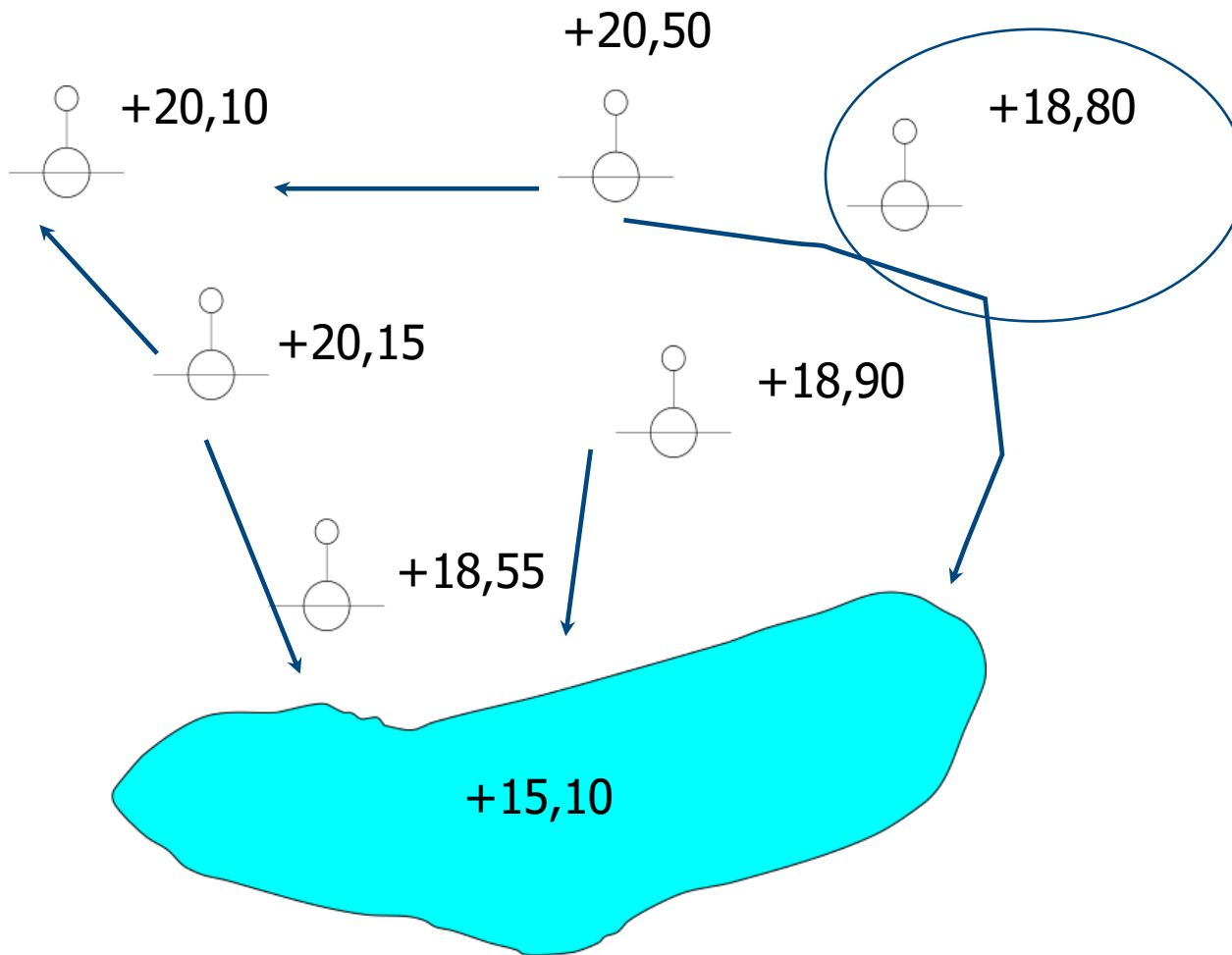


Kuva 6.4. Seismisen laitteiston asennuskaavio, jossa geofonien levityksen pituus on 105 m.

Liite 2 Pohjaveden pinnan korkeus

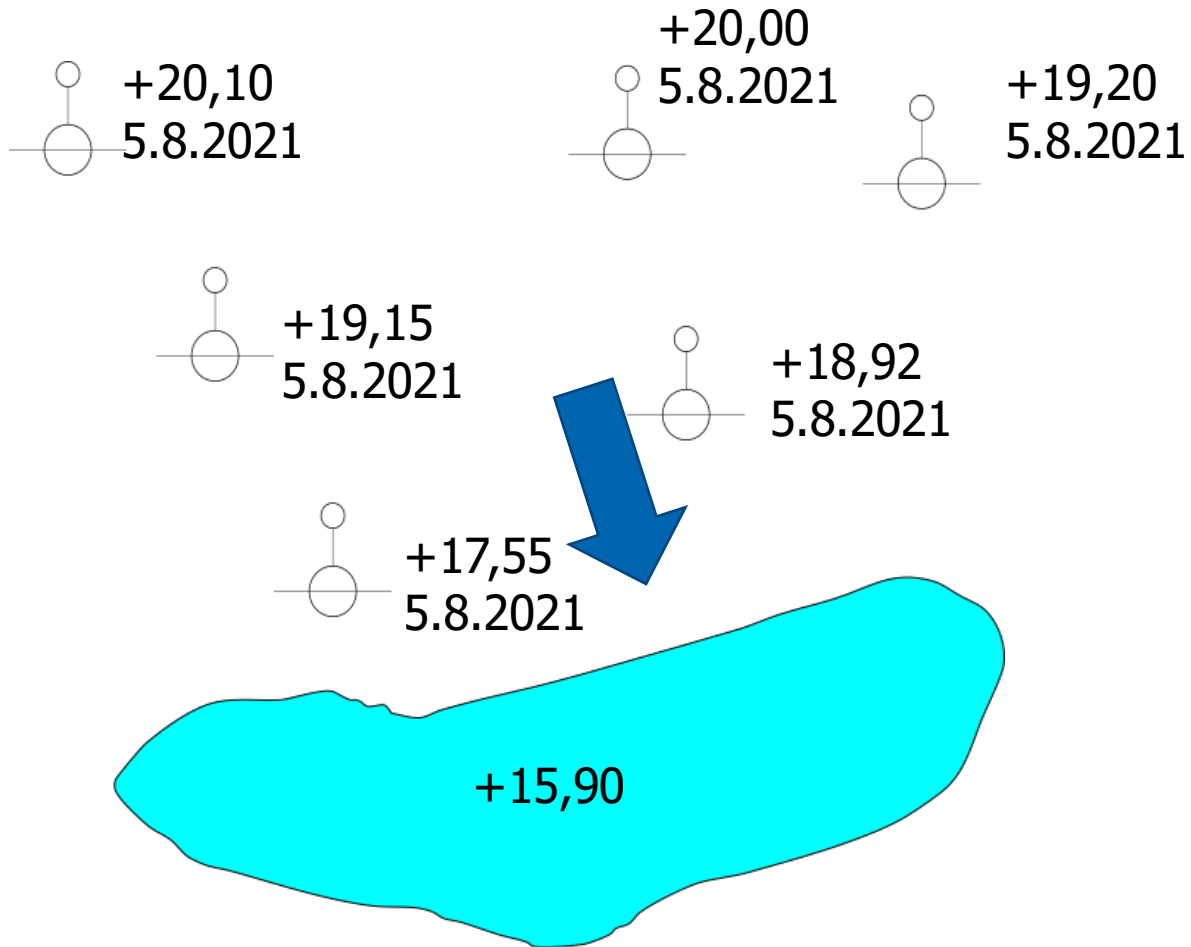


Pohjavedenpinnan korkeusmalli



Onko mitattu samana päivänä vai eri aikoina?

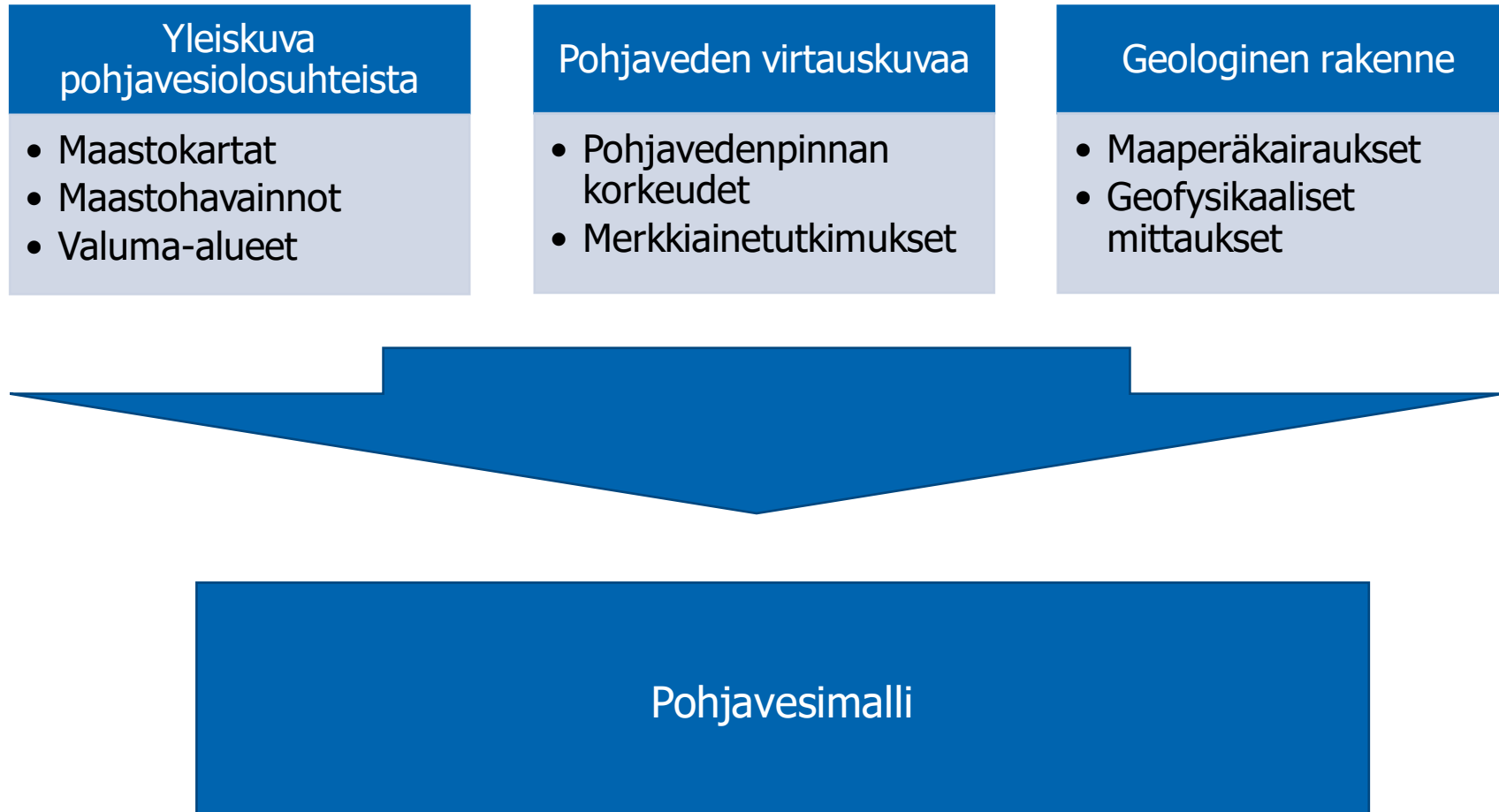
Pohjavedenpinnan korkeus



Ajalliset muutokset on hyvä huomioida myös pohjaveden pinnankorkeuden mittauksissa.

Muista myös havaintoputkien siiviläpituudet!

Mitä tutkimustiedolla saadaan?



Pohjavesimalli vai pohjavesimallinnus?

- Pohjavesimalli on synteesi kaikista havainnoista ja tutkimuksista
- Mallinnuksella/virtausmallilla voidaan simuloida eri tilanteita
 - esimerkiksi virtauskuvan ajallista vaihtelua
 - tai tiiviin kerroksen vaikutusta pohjavesivirtauksiin



**Pohjavettä
purkautuu
ojaan**



Väylävirasto
Trafikledsverket