

# **GTK:N KALLIOPERÄ- TUTKIMUKSET SAVOSSA 2018 – 2022, LOPPUKATSAUS**

**Virtuaalitupailta 30.8.2022**

**Perttu Mikkola**





# ESITYKSEN SISÄLTÖ

- Mikä on Geologian tutkimuskeskus?
- Mihin nyt päättyneet tutkimukset liittyivät ja mitä niillä haettiin
- Pari geologista perusasiaa
- Alueen kallioperän kehitys lyhyesti
- Kysymyksiä ja vastauksia

# MIKÄ GTK ON? 1/2

- Valtion tutkimuslaitos
  - GTK ei ole lupaviranomainen
- Työ- ja elinkeinoministeriön alainen
- Toimii koko maassa
  - Toimipisteet: Espoo, Kuopio, Kokkola, Outokumpu, Rovaniemi
- Lain mukaan: “tavoitteena on luoda ja ylläpitää kansainvälisesti korkeatasoista tieteellistä geologian alan tietoa ja osaamista sekä tuottaa innovaatioita yhteiskunnan ja elinkeinoelämän tarpeisiin.”

# MIKÄ GTK ON? 2/2

- Noin 420 henkilötyövuotta
- Budjetti noin 45 miljoonaa € vuosi
  - 65 % valtion budjetista
  - 35 % muista rahoituslähteistä
    - EU, ulkomaan vientiprojektit, yksityiset yhtiöt, Suomen akatemia, TEKES, kunnat, maakuntaliitot.....
- Ylläpitää valtakunnallista geotietovarantoa
  - Tulkittu tieto pääosin vapaasti jaossa, havaintoaineisto myyntitavaraa



# MIKSI TÄMÄ ALUE VALITTIIN?

- Perustiedon parantamiseksi
- Kahden erityyppisen malmimaailman rajamaata
  - Lännessä Kotalahti tyyppinen nuorempi
    - Pääasiassa nikkeliä
  - Idässä Outokumpu tyyppinen vanhempi
    - Pääasiassa kuparia
  - Kumpaa välialue on? Vai onko jotain muuta?
- Grafiitin olemassa olo alueella oli varma tieto
  - Koska se varmuudella tiedettiin sen suhteen ei tehty mitään

Kumman tyypin ympäristö  
vai jotain ihan muuta?

Kotalahittityypisiä malmeja

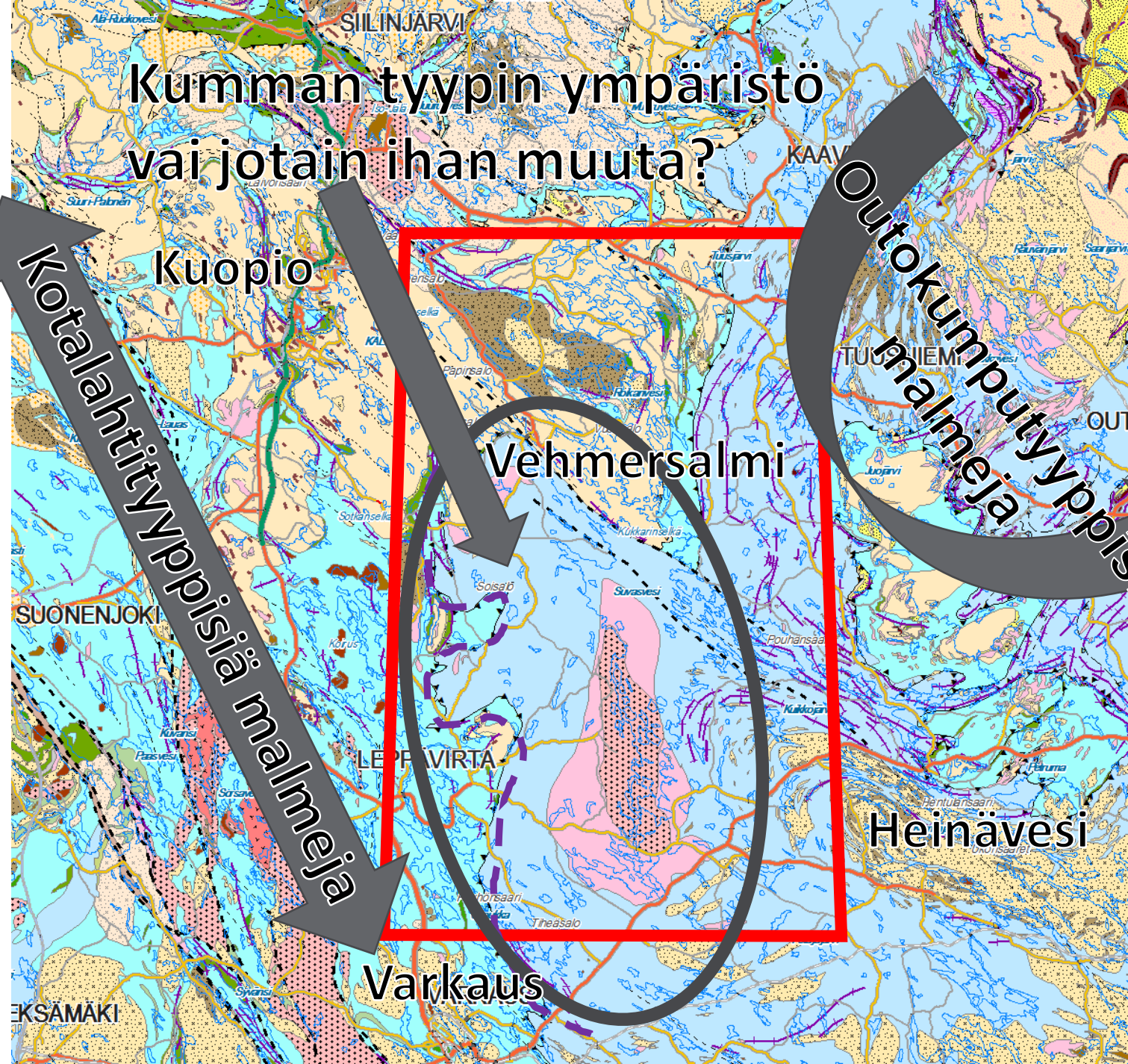
Outokumpu-tyypisiä malmeja

Kuopio

Vehmersalmi

Heinävesi

Varkaus





# ISOT TAVOITTEET

- Päivitetty kallioperäkartta ja –tieto alueelta, sitten arvio onko malmeja vaiko eikö
  - Aineisto hyödyksi myös maalämmön, kiviainesten ja kalliopohjaveden laadun alueellisissa tarkasteluissa
- Vastaus kysymykseen: Mihin geologiseen maailmaan Leppävirta-Vehmersalmi väli kuuluu?
- Parempi ymmärrys alueen kallioperän kolmiulotteisesta rakenteesta

# MITÄ (KALLIOPERÄ)GEOLOGIA ON?

- Geo = maa, logia = oppi jostain
- Planeetan kokoisia asioita
  - atomien vuorovaikutusta
- Tiedettä tieteen vuoksi
  - pakollista yhteiskunnan ylläpidolle
- Äärettömän mielenkiintoista ja selkeää
  - pääosalle ihmisistä käsittämätöntä







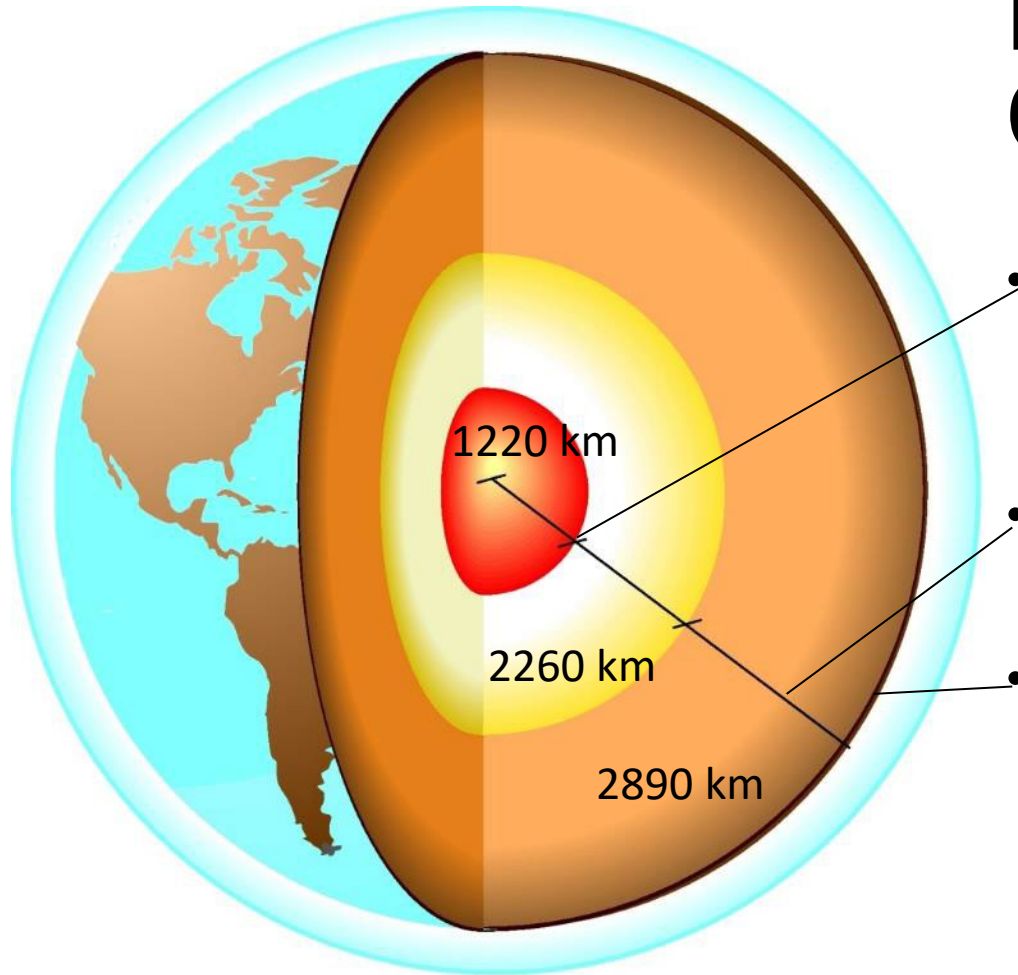
# GEOLOGINEN AIKA?

”Emme havaitse jälkeäkään  
alusta, emmekä  
aavistustakaan lopusta”

James Hutton

Modernin geologian isä

# MAA ON HÄMMENTÄVÄN OHUTKUORINEN PALLO



- Rauta-nikkeli ydin

- Kiinteä sisäydin 1220 km
- Nestemäinen ulkoydin 2260 km

- Vaippa (mantteli) 2890 km

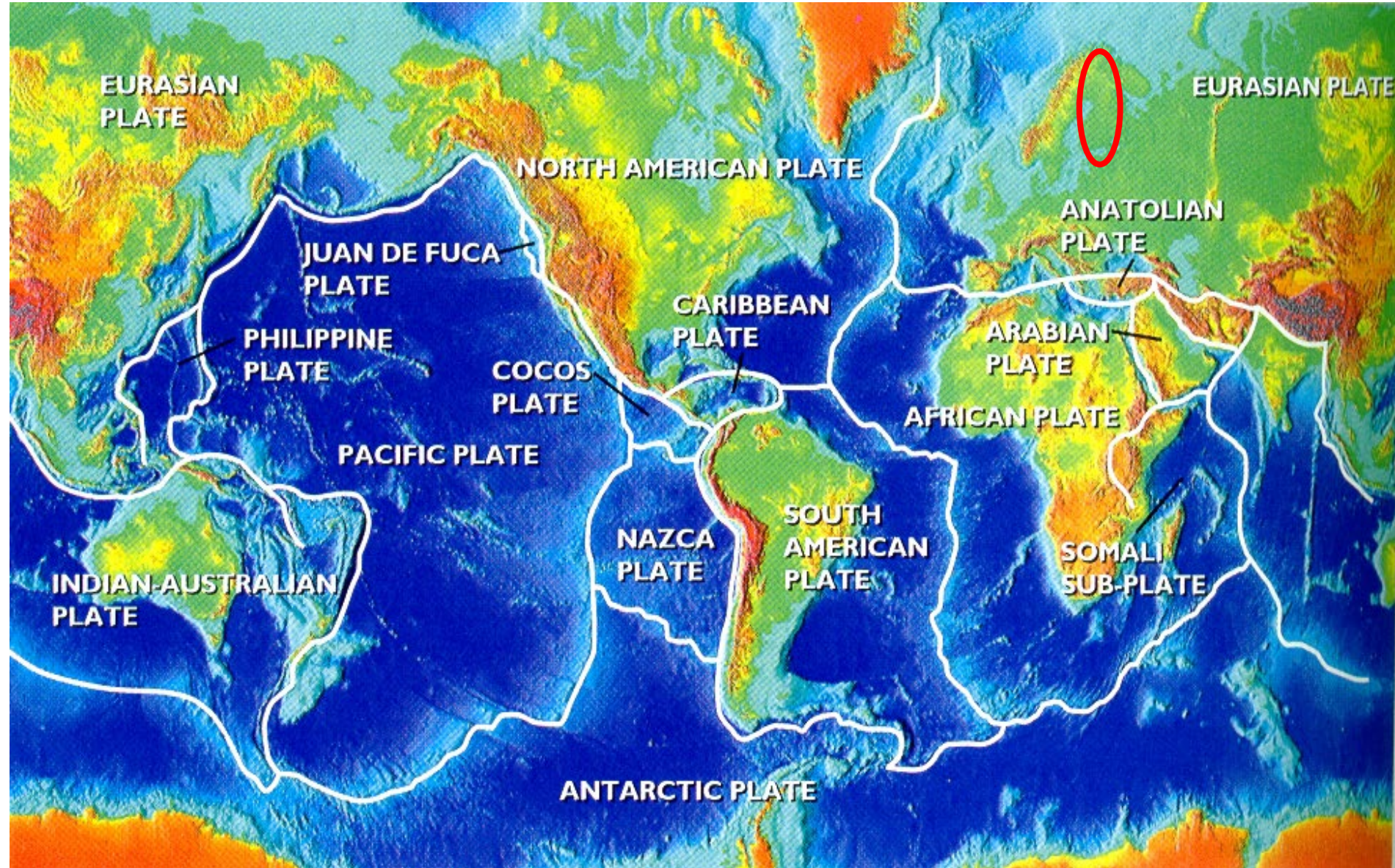
- Kiinteää kiviainesta

- Mannerkuori

- Valtamerillä ~6 km
- Manneralueilla ~40 km
- Näillä kahdella hyvin erilainen koostumus joka selittää monia geologisia ilmiöitä

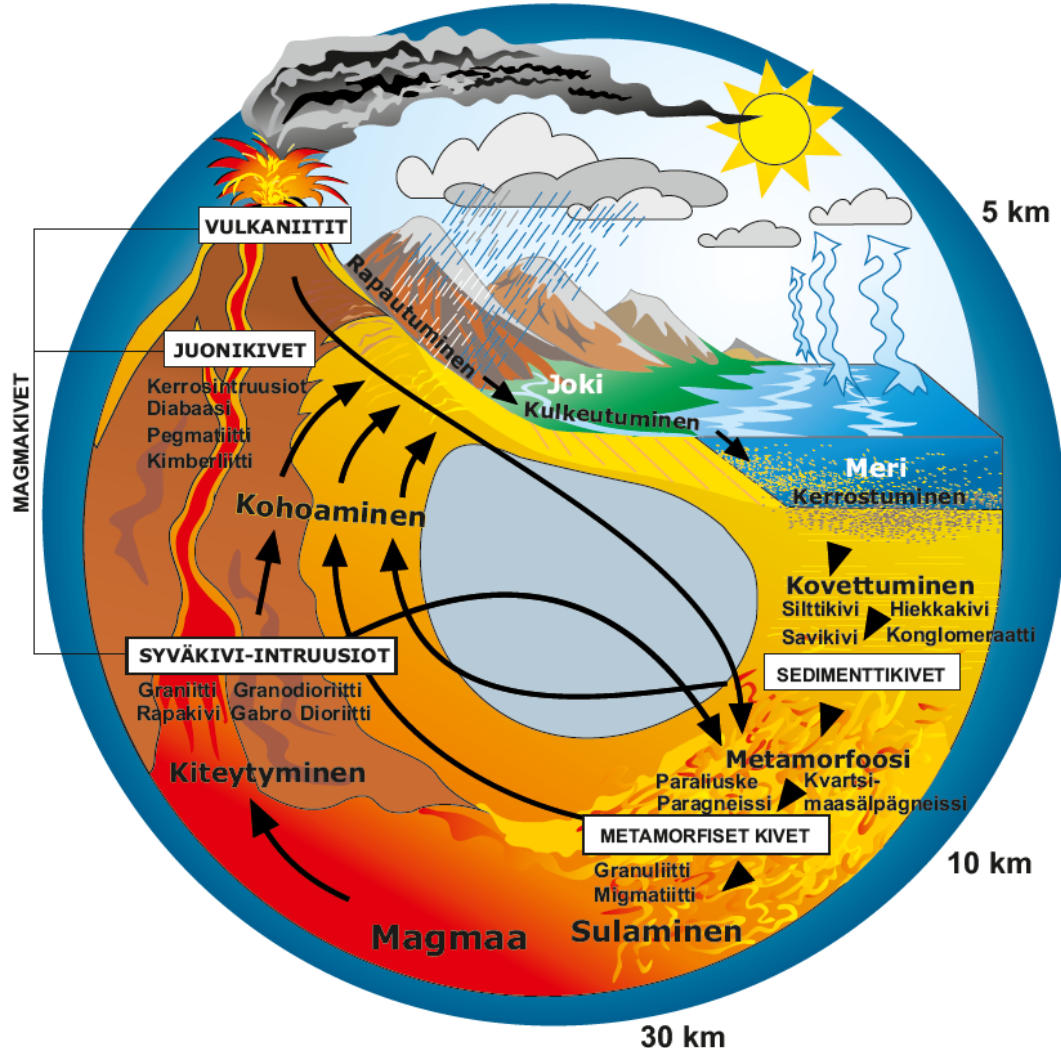


# Manner- ja merilaatat





# AINEEN SUURI KIERTOKULKU



- Ihmisillä on kiire, kivillä ei
- Yhdistelmä tapahtumia maapallon sisällä ja pinnalla
- Tämän päivän merenpohjan savi on huomisen vuoristo (ja päinvastoin)



# JÄRJELLÄ JA VASARALLA (SEKÄ KALLIILLA KONEILLA)

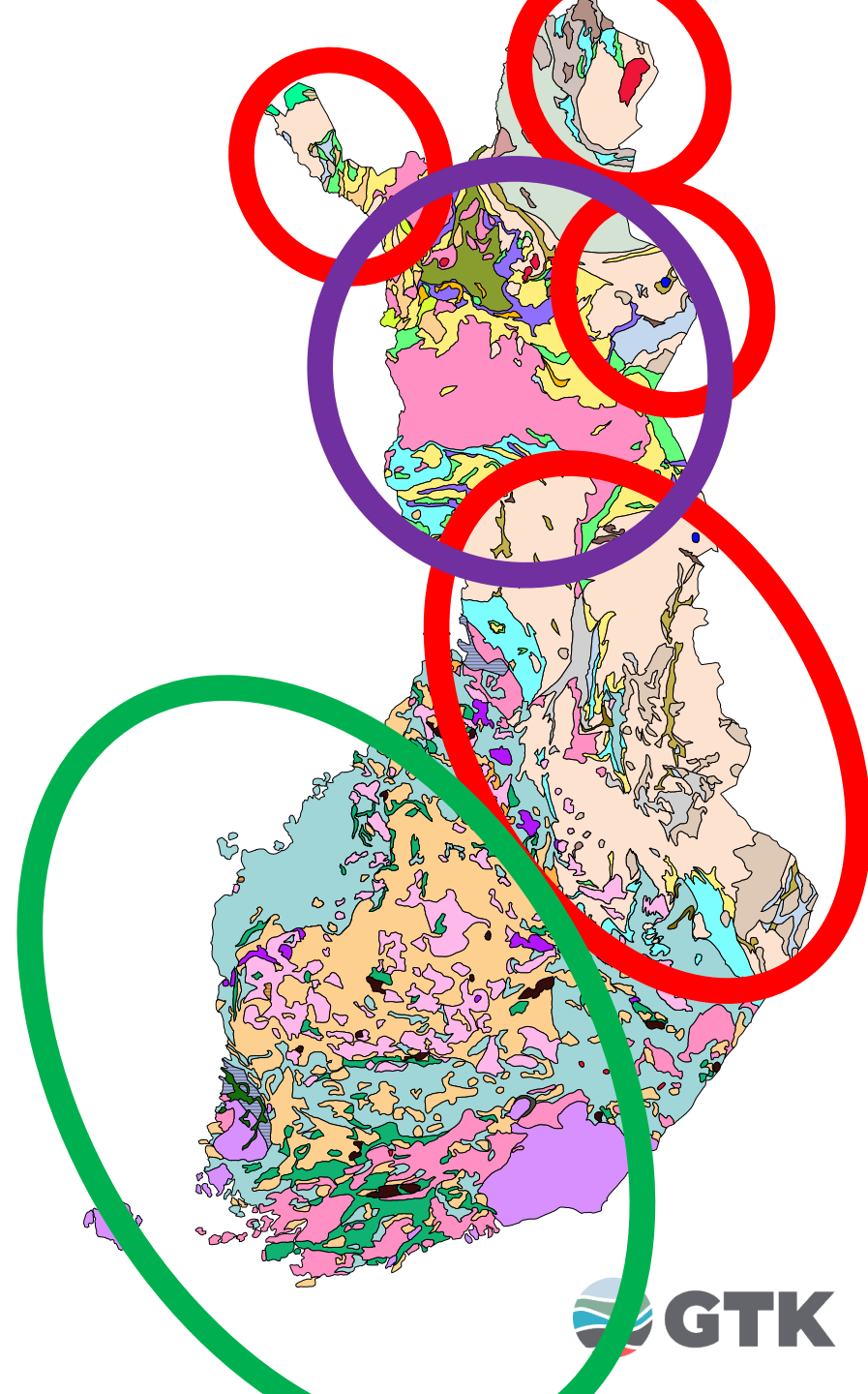
- Maastotyö edelleen 1. edellytys, näyte ilman tietoa paljastumalta on arvoton
- Kivien ja sen mineraalien koostumus, niiden tiheys, magneettisuus, sähkönjohtavuus, mikroskooppiset rakenteet, kaikki kertovat jotain



# SUOMEN KALLIOPERÄ

- Pääjako kolmeen
  - Itä- ja Pohjois-Suomi
    - Ikä yli 2 500 miljoonaa vuotta
    - Graniittien sukulaisia
    - Vähäisiä tulivuorijäänteitä
  - Keski-Lappi
    - Noin 2000 miljoonaa vuotta
    - Tulivuorikiviä
    - Vanhoja hiekkoja
  - Etelä-Suomi
    - Alle 2000 miljoonaa vuotta
    - Merenpohjan kerrostumia
    - Tulivuorikiviä
    - Nuorempia graniitteja

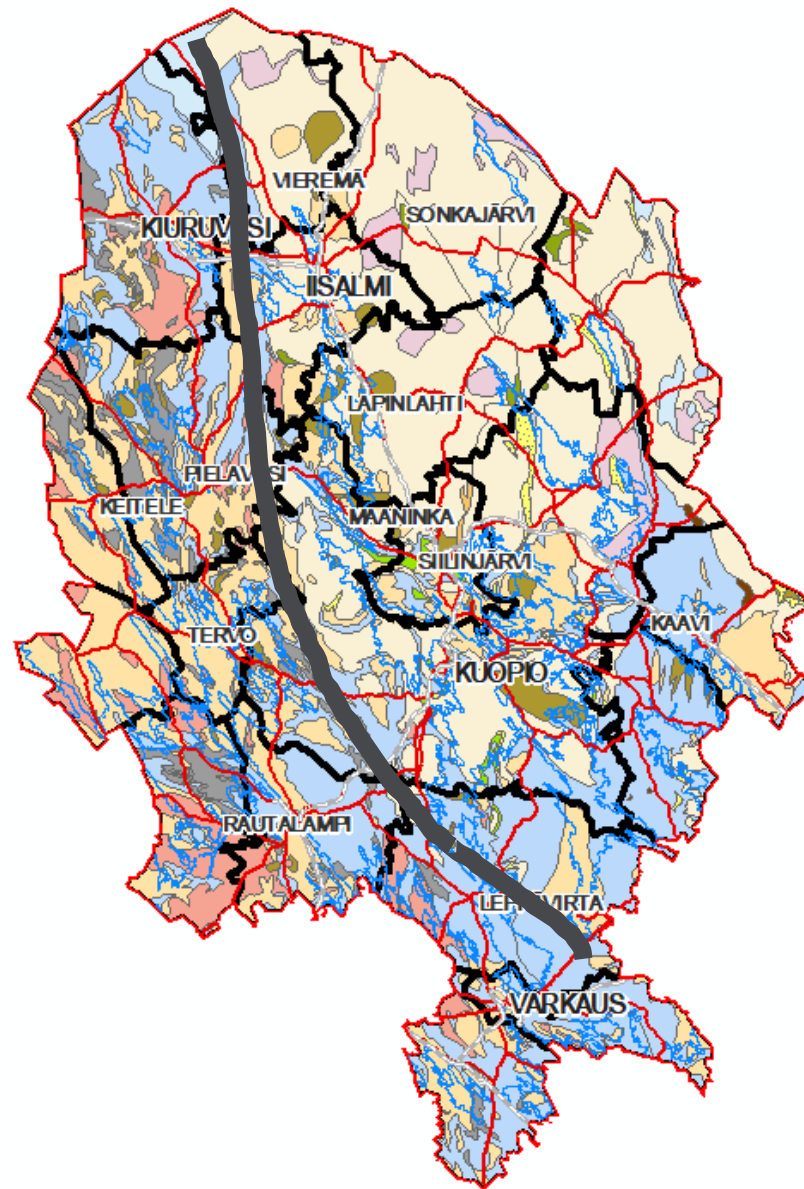
GTK kallioperätutkimukset Savossa 2018 - 2022 / Perttu Mikkola



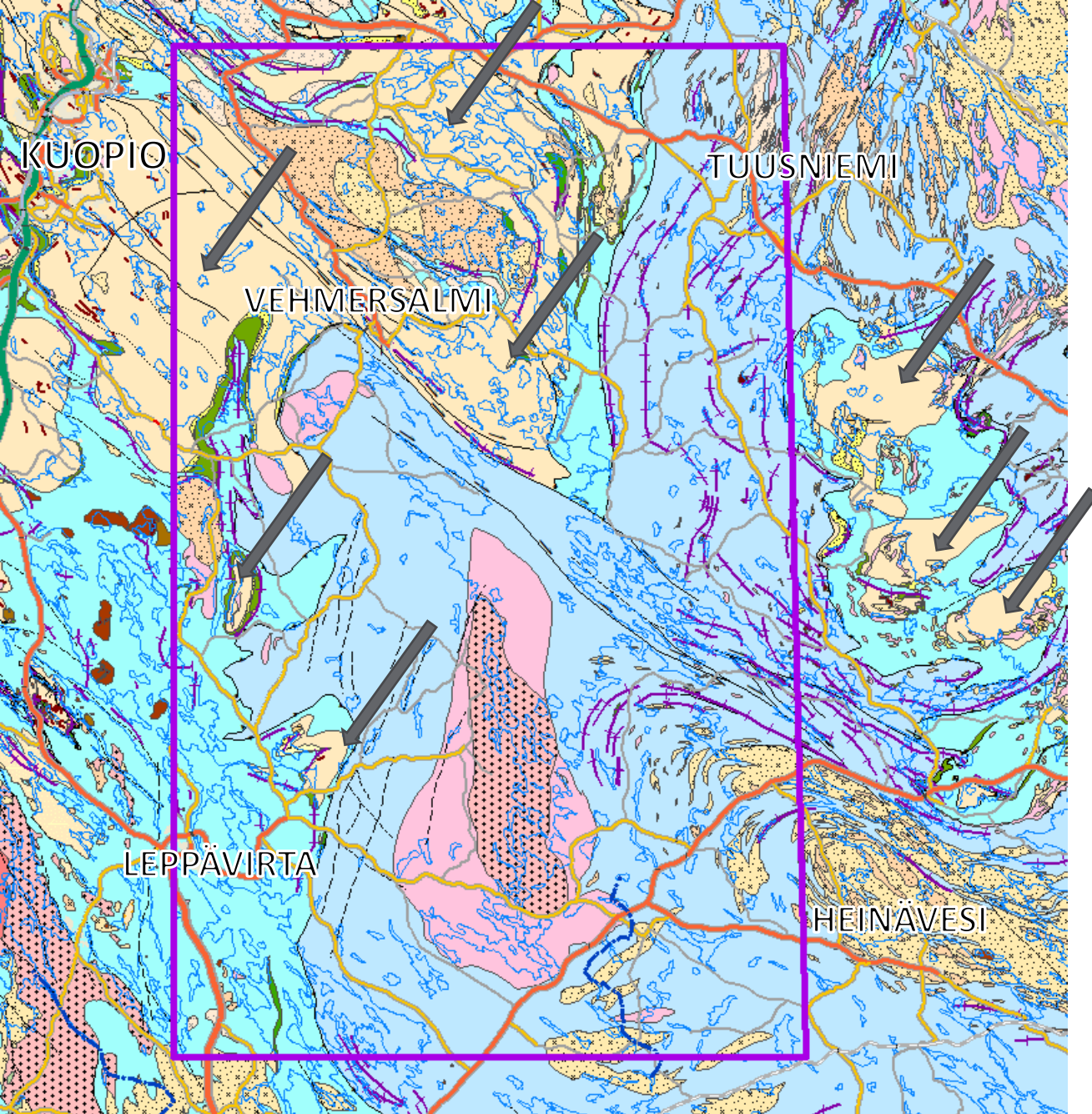


# SAVON KALLIOPERÄ

- Kuopiosta pohjoiseen ja itään vanhinta Suomea
- Länsi osat kallioperältään Etelä-Suomea eli nuorinta Suomea



# ITÄ-SUOMEN VANHA MANNER



- Kuopio-Vehmersalmi-Riistavesi
- Lisäksi pieniä ikkunoita nuorempien kivien keskellä
- Pääosin graniitin sukulaisia
- Ikä yli 2650 miljoonaa vuotta
- Tulos näiden osalta: Leppävirran alueen "ikkunat" jatketta pohjoisempana olevalle kokonaisuudelle.

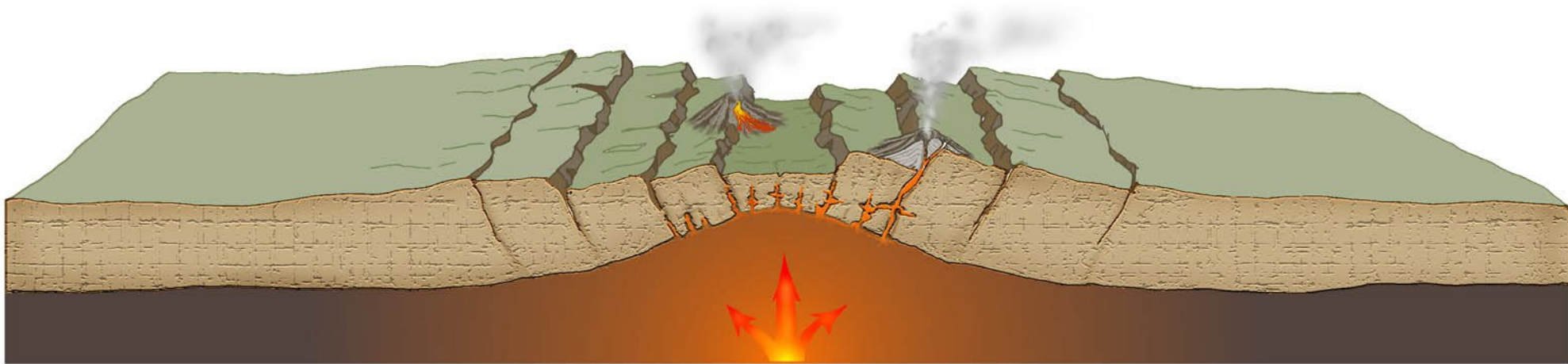




**Vanhan mantereen yli 2700 miljoonaa vuotta vanhoja graniitin sukulaisia (nykyään gneissejä)**



2500 miljoonaa vuotta sitten lämpenevä  
mannerkuori alkaa venyä ja rakoilla



Syvältä vaipasta kumpuaa  
kuumempaa ainesta

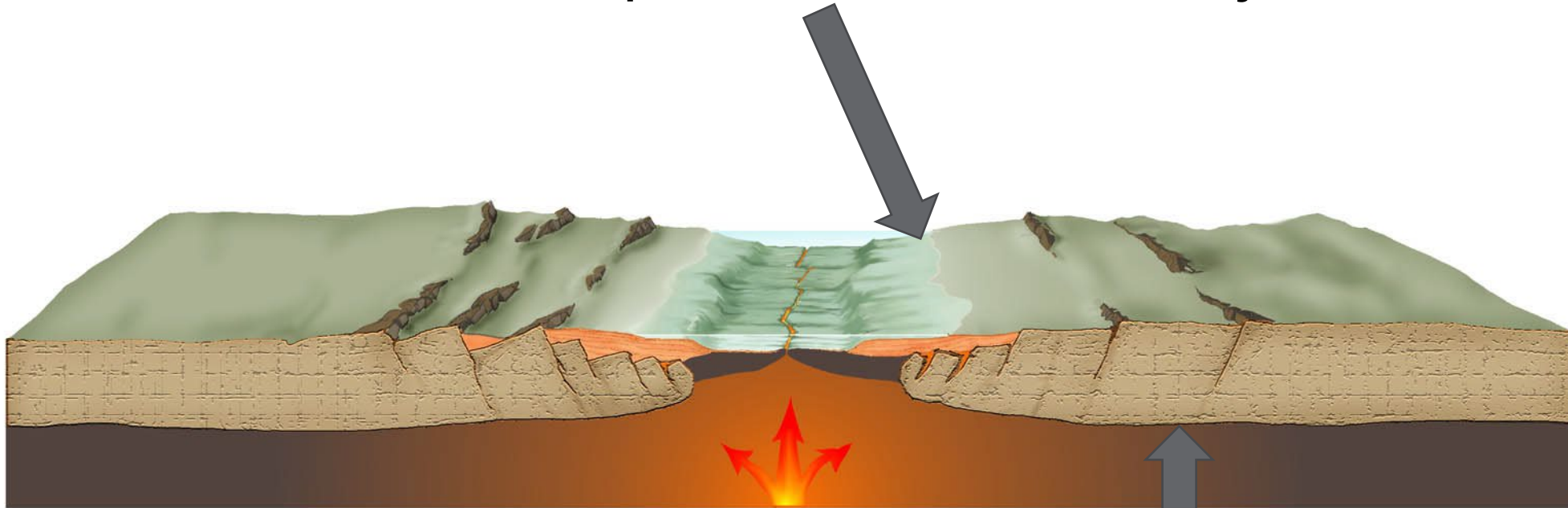


# SIILINJÄRVEN KARBONATIITTI

- Karbonatiitti, harvinainen magmaattinen kalkkikivi
  - “Normaali” kivi rakentuu pääosin piin oksideista
- Karbonatiitit mantereen repeämisvyöhykkeissä, niiden alkuvaiheessa
  - Nykyään Itä-Afrikan hautavajoamassa
- Maailman mitassa todellinen harvinaisuus ikä+koostumus yhdistelmänsä takia
  - Pääosa vastaavista yli 2000 miljoonaa vuotta nuorempia



Venymisen jatkuessa muodostuu matala/-ia  
meriallas/-taita, joiden rantavyöhykkeeseen  
kerrostuu puhtaita kvartsihieikkoja



Hitaasti venyvä ja ohentuva  
vanha manner



**Noin 2300 miljoonaa vuotta vanhoja  
rantasora**





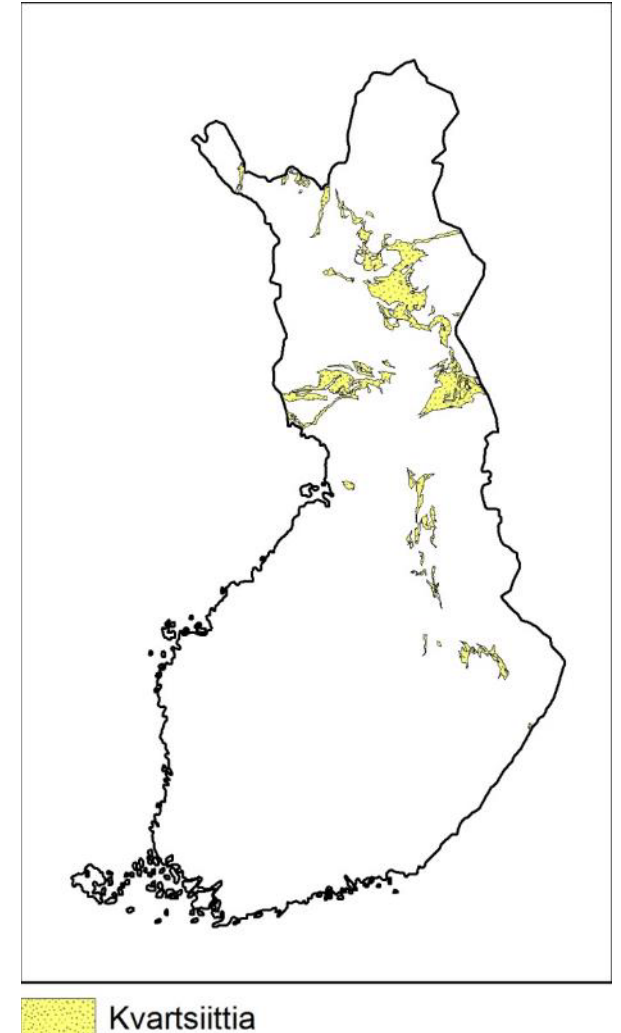
Noin 2300 miljoonaa vuotta vanha kvartsirikas rantahiekka, nykyään kvartsiitti





# VANHAT RANTAHIEKAT

- Epäjatkuva ketju Leppävirralta Enontekiölle
- Kasvillisuuden puuttuessa eroosio paljon nykyistä voimakkaampaa
- Alun perin matalaan mereen tai sen rannalle kerrostuneita
  - Paikoin nähtävissä aallonmerkkejä
- Osa koostuu lähes pelkästään kvartsista
  - Metamorfoituneet kvartsiiteiksi
    - Kestää hyvin kulutusta, siksi kohollaan
  - Koli, Tahko, Vuokatti, Ruka tätä ryhmää



Jossain vaiheessa hiekkojen päälle purkautuu  
vaipasta kumpuavaa laavaa



Syvältä vaipasta kumpuaa kuumempaa ainesta,  
joka sulaa ja tunkeutuu kallioperän rakoihin.



**Hyvin säilynyt  
"tyynylaava" joka  
syntynyt merenalaisessa  
purkauksessa n. 2050  
miljoonaa vuotta sitten**

**Tummat juovat ovat  
matkalla maanpinnalle  
kallioperän rakoihin  
jäähmettyntä kivisulaa.**



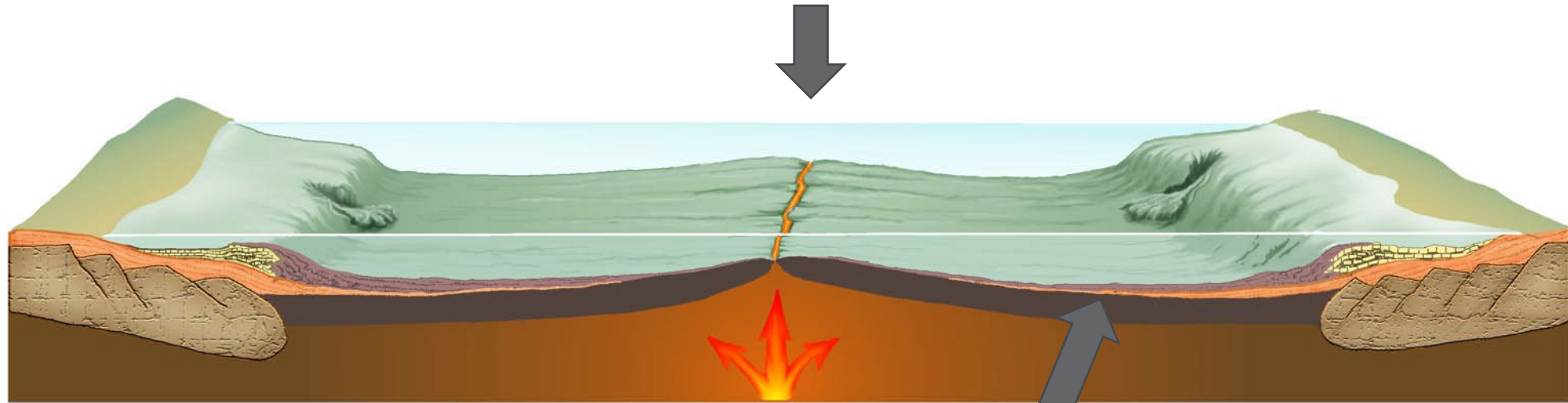




**Usein alkuperäiset polveilevat  
muodot ovat puristuneet  
maankuoren kappaleiden  
törmätessä yhdensuuntaiseksi  
levyiksi.**



Mantereen repeämisen edetessä muodostuu keskiselänne ja alkaa syntyä merellistä mannerlaattaa



Syvempään mereen kerrostuu savipitoisempia sedimenttejä, rantahiekat jäävät niiden alle.

Osassa kerroksia runsaasti hiiltä joka kiteytyy myöhemmin grafiitiksi.

# OUTOKUMPU TYYPPISET MALMIT

- Alunperin merellisen mannerkuoren kappaleita, joiden koostumusta fluidit (=nesteet) ovat korkeassa paineessa ja lämpötilassa muuttaneet
- Kallioperän siirrosten takia vaihtelevan kokoisina (1m => 10km) kappaleina päälle kerrostuneissa savissa
- Ei merellisen kuoren kappaletta, ei malmia, mutta merellisen kuoren kappaleista suurin osa ilman malmia

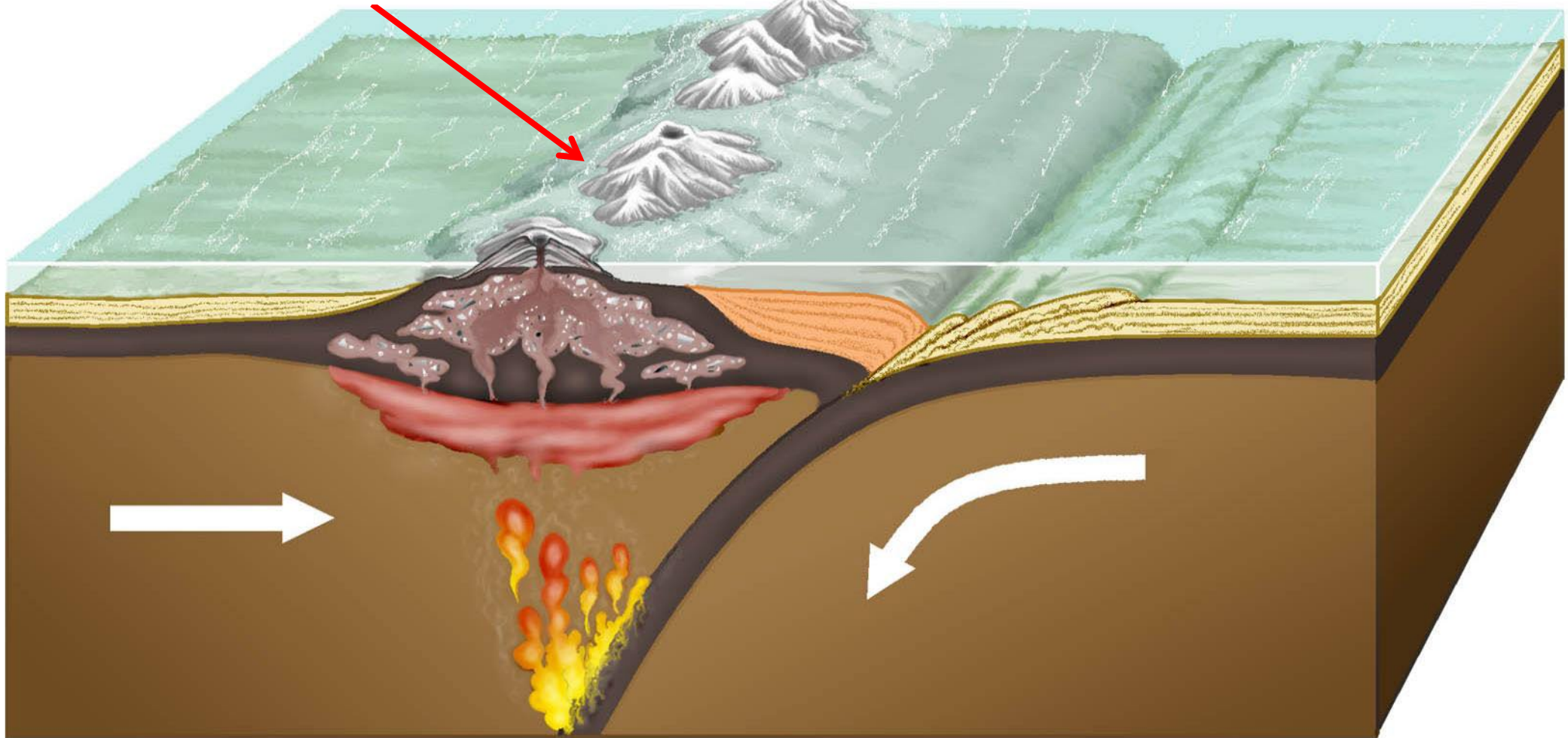




# SAARIKAAREN TÖRMÄYS

- Noin 1910 miljoonaa vuotta sitten lännestä liikkuva saarikaari (nykyinen Keski-Suomi) törmää vanhaan mantereeseen
- Repeämisen yhteydessä ja myöhemmin merenpohjalle kerrostuneet sedimentit
  - Työntyvät osin itään vanhan mannerkuoren päälle
  - Hautautuvat suurelta osin niin syväälle että alkavat sulaa (lämpötila 650–700°C)

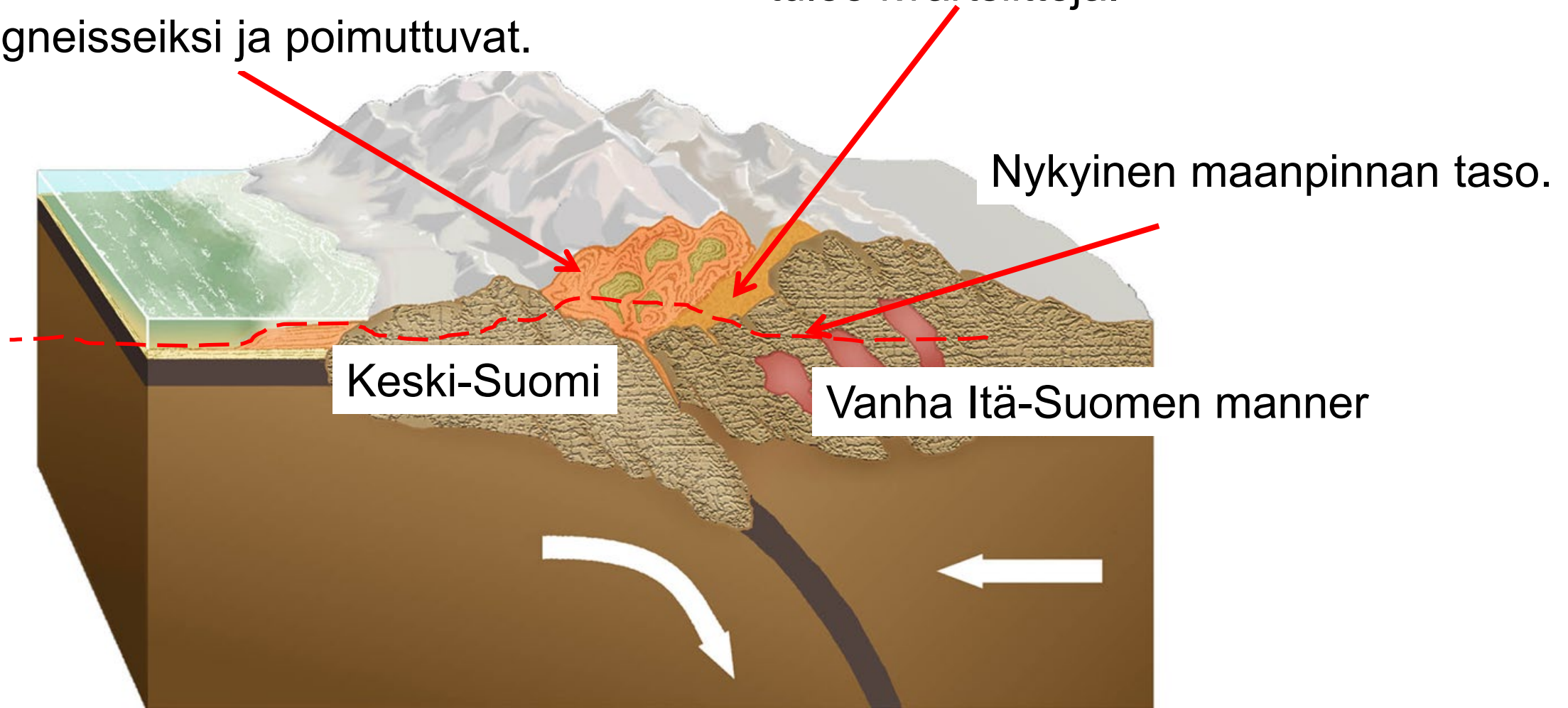
Lännestä lähestyvä saarikaari,  
josta muokkautuu myöhemmin  
Keski-Suomen kallioperä.





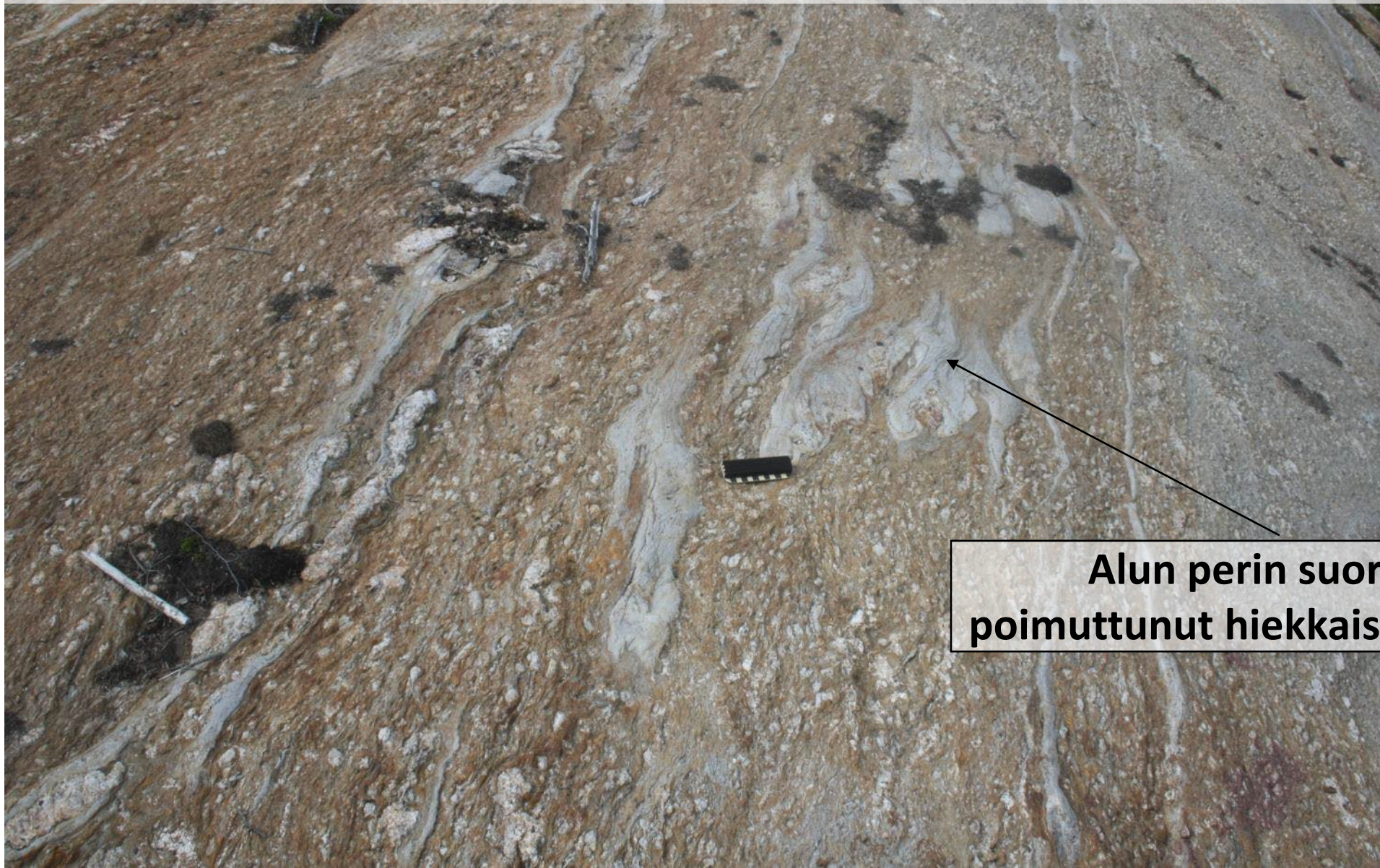
Syvempään veteen kerrostuneet savet metamorfoituvat paragneisseiksi ja poimuttuvat.

Rantavyöhykkeen kvartsihiekoista tulee kvartsiitteja.





**Deformoitunut 1950 miljoonaa vuotta sitten meren pohjaan kerrostunut savirikas sedimentti, nykyään ”paragneissi”**



**Alun perin suora, nyt  
poimuttunut hiekkaisempi kerros**



Iso osa muinaisista merenpohjan savista sulanut myöhemmin osittain

Hienorakeisempi ja tummempi  
alkuperäinen sedimenttiaines

Vaaleita sulamisessa  
syntyneitä graniittisuonia



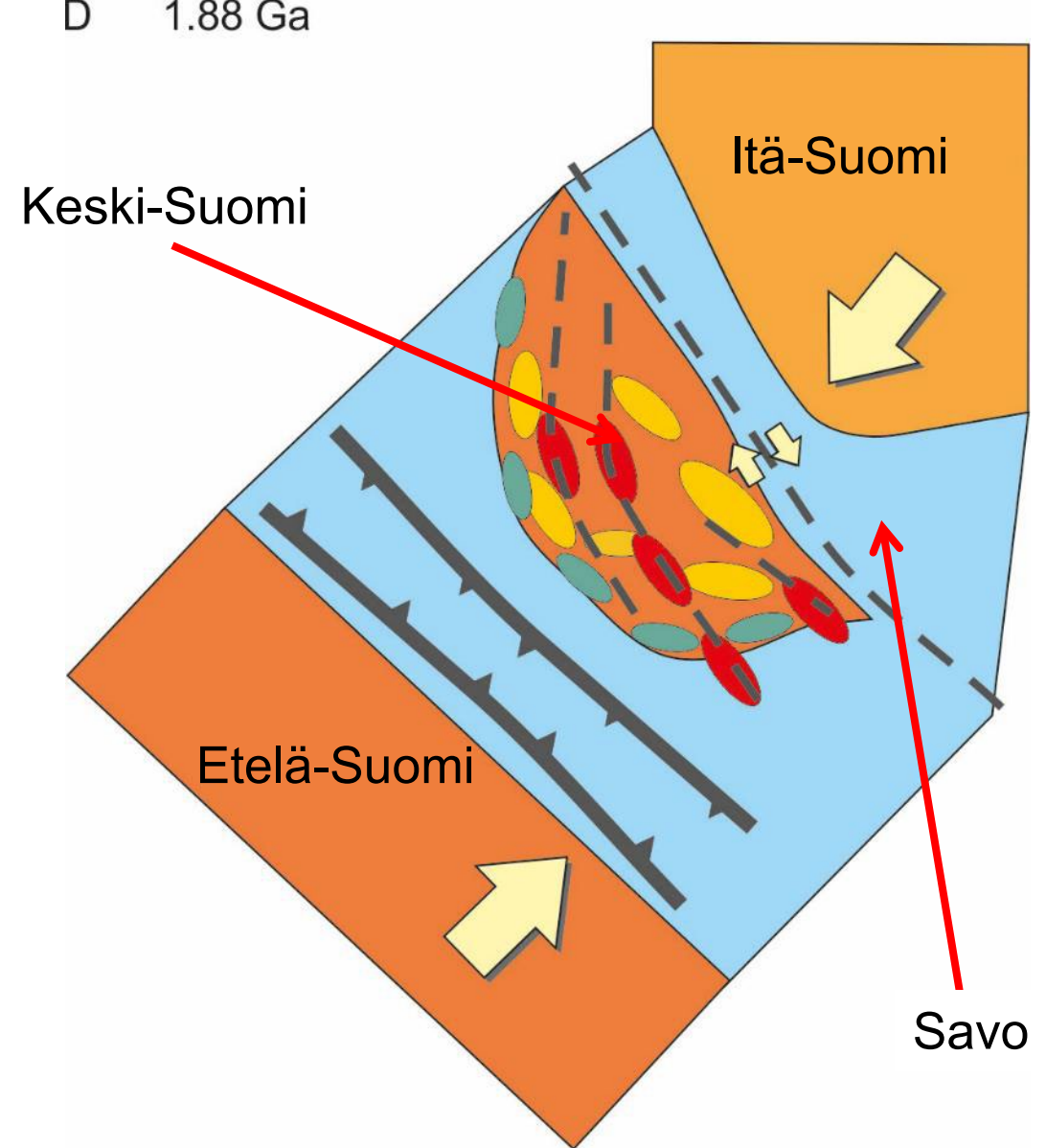
# SYVÄKIVIÄ

- Syväkivi = maankuoren sisällä kivisulasta kiteytynyt kivi
- Iältään Savossa pääosin 1880–1870 miljoonaa vuotta
- Osa sulista nousee maapallon vaipasta
- Pääosa sulista muodostuu mannerkuoren alaosissa
- Heijastelevat tapahtumia nykyisen Kangasniemi-Tampere-Pori linjan eteläpuolella

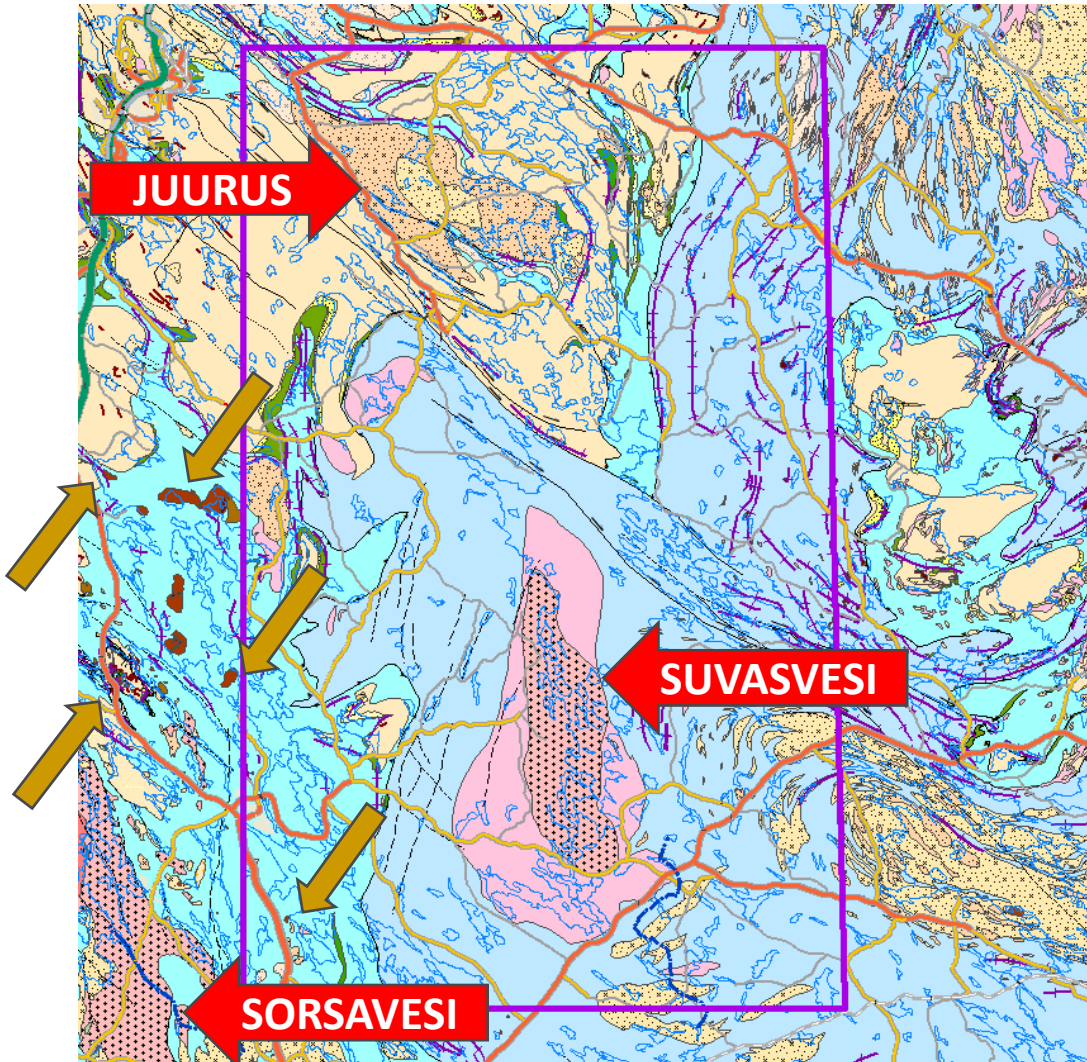




## 1890 – 1880 miljoonaa vuotta sitten

- ”Etelä-Suomi/Keski-Ruotsi” lähestyy etelästä ja lopulta törmää Keski-Suomeen
- Andien tyyppinen vuoriketju Kangasniemeltä kohti Ruotsia
- Keski-Suomen alueelle runsaasti syväkiviä
- Tilanne ”rauhottuu” kun Etelä-Suomi törmää Keski-Suomeen
- Edellinen törmäysarpi repeilee Raahesta Laatokalle ulottuvalla linjalla



# KIVISULAA SYVÄLTÄ JA VÄHEMMÄN SYVÄLTÄ



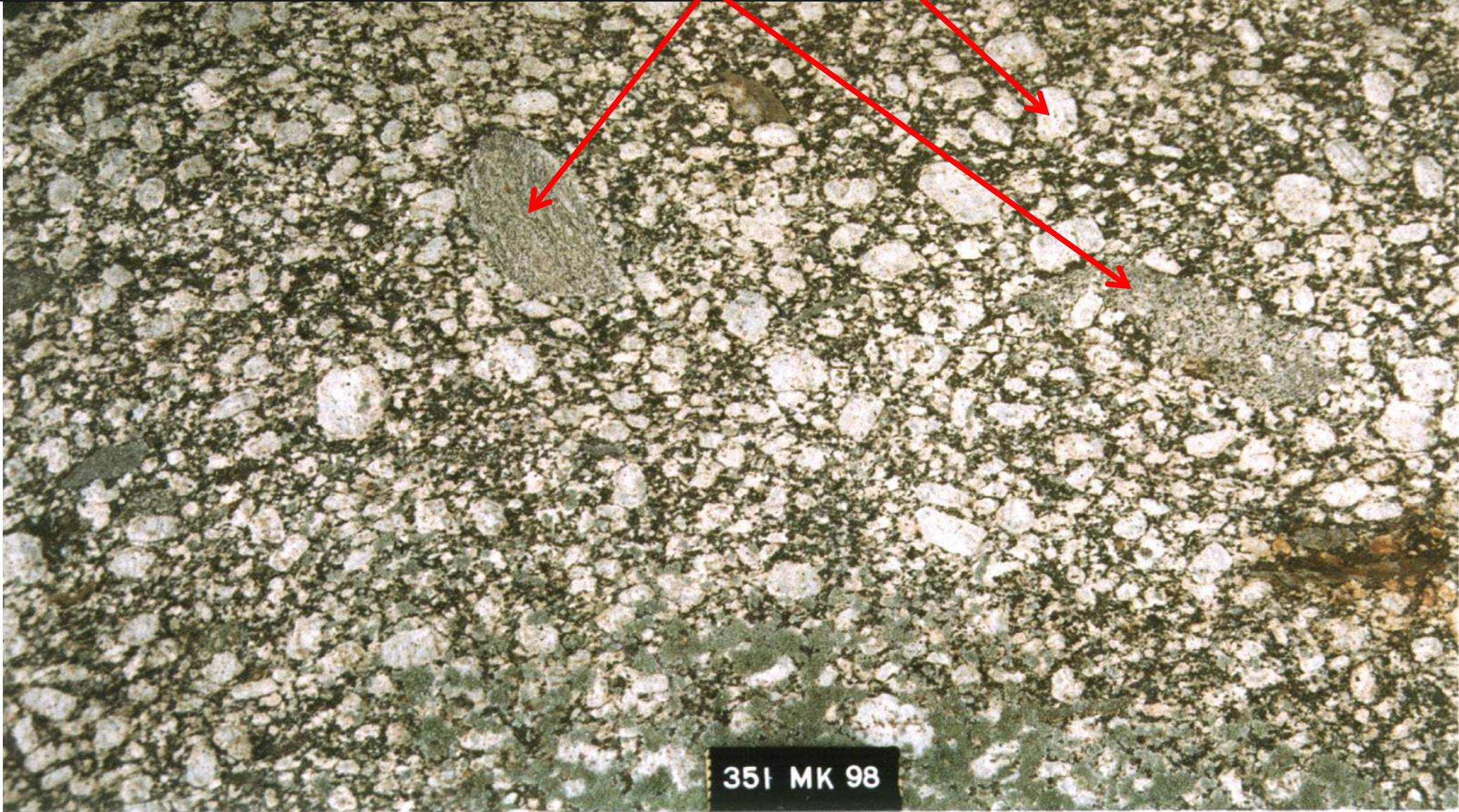
- Suuret maankuoren siirrokset hyviä nousukanavia kivisulalle
- Pieniä merkkejä kaikkialla
- Juuruksen, Suvas- ja Sorsaveden rantakalliot 
  - Alunperin vanhemman mannerkuoren sulia
- Kotalahden alueen malmit 
  - Pienempiä, sulat maapallon vaipasta
  - Monessa on malmi, vielä useammassa ei
  - Kapea nauha Paukarlahdelta Varkauteen
    - (Oikeastaan Raahesta Laatokalle)



# Porfyyrinen graniitti Sorsakoskelta

-Kalimaasälpä muutaman sentin hajarakeina

-Vanhempia kiviä eri kokoisina sulkeumina



351 MK 98



# Suvasveden graniittia







**Nuorempi graniittinen suma (vaalea) on tunkeutunut vanhemman kiven rakoihin ja kiteytynyt siihen. Tällöinen on tyypillisin mahdollinen tuusniemeläinen kallio.**





**Kotalahti tyypisten malmien isäntäkivet (gabrot) ovat graniittia tummempia ja usein niiden leikkaamia (vaaleat osueet).**





# KALLIOPERÄN MYÖHEMMÄT VAIHEET

- Pääasiassa rauhallista kulumista ja tasoittumista viimeiset 1850 miljoonaa vuotta
- Orinoro, Vehmersalmi-Karvio vesistölinja, kaikki muut kaakko-luode suuntaiset kapeat vesistöt/suot
  - Painanteet syntyneet vanhoihin siirros-vyöhykkeisiin joiden kivilajit rikkonaisia
  - Samaa porukkaa kuin Kainuun Hiidenportit, Lapin Korouoma, Tampereen Helvetinkolu ja moni muu.....
- Ja toki Suvasveden meteoriittikraatteri(t)



# KALLIOPERÄ TIIVISTÄEN

- Pohjoisessa vanhaa mannerta, etelämpänä pieniä ikkunoita siihen
  - Graniitteja sen sukulaisia, >2650 miljoonaa vuotta
- Vanha manner repeää ja meriallas aukeaa
  - Merenpohjaan kerrostuu sedimenttejä, pääosa Tuusniemeä, Heinävettä, Leppävirtaa
- Keski-Suomi törmää Itä-Suomeen 1910 miljoonaa vuotta sitten
- Etelä-Suomi asettuu paikalleen 1880 miljoonaa vuotta sitten
  - Graniitteja asettuu vanha törmäyssauman läheisyyteen



# ISOIN AVOIMEKSI JÄÄNYT KYSYMYS?

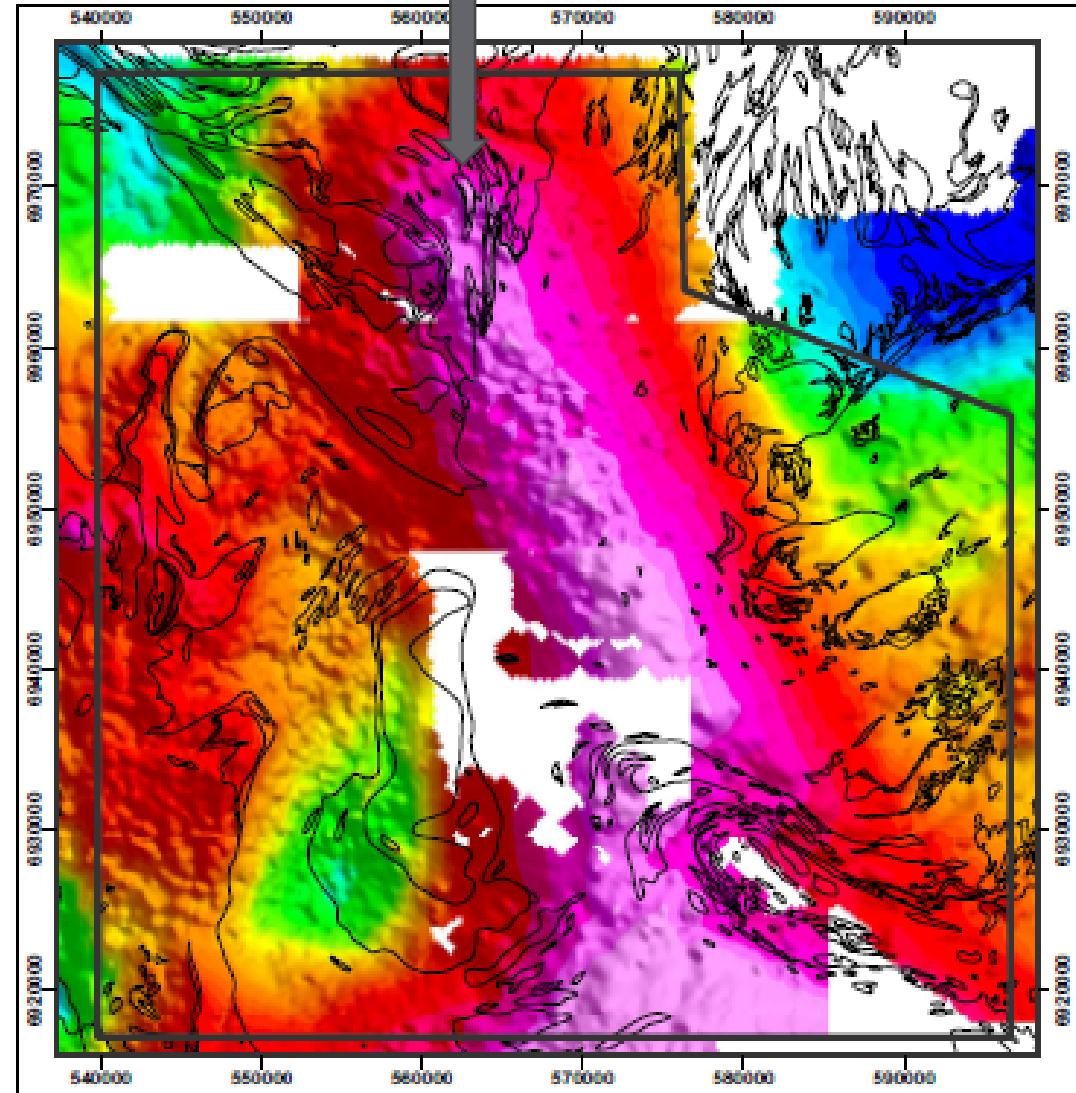
- Heinävedeltä Tuusniemelle ulottuva 10 km leveä, 60 km pitkä voimakkaamman painovoiman alue
- Asialle ei mitään selitystä pintakivissä
- Painovoima poikkeaman suunta eroaa pinnalla havaittavista rakenteista
- Mallinnuksen perusteella ei pitäisi olla kovin syvällä, ehkäpä tähän vielä kairauksella palataan?



# PAINOVOIMAKARTTA

- Musta viiva = kivilajiraja
- Vihreä = heikko painovoima
- Punavioletti = voimakas painovoima

Täällä kivilajirajat ja painovoiman voimakkuus vaihtelu risteävät, mikä on epätavallista





# 3D-MALLI

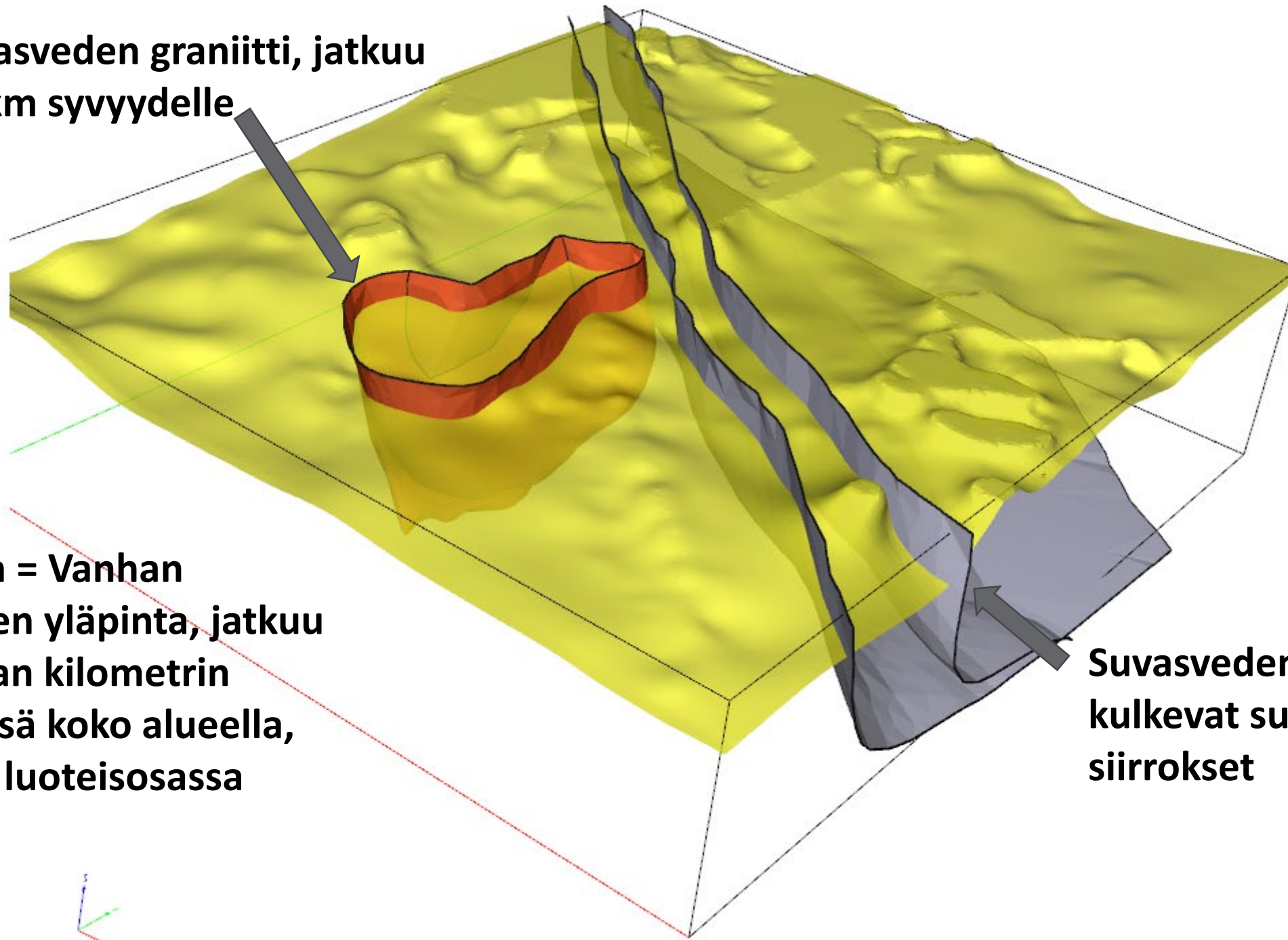
- Alueen kallioperä mallinnettiin 10 km syvyyteen
- Perustuu pitkälti painovoimamittauksiin
  - Voimakkaampi painovoima => alla tiheämpiä kiviä
- Mutta myös pinnalta havaituista rakenteista voidaan päätellä miten kivilajit jatkuvat pinnan alla



**Suvasveden graniitti, jatkuu  
10 km syvyydelle**

**Keltainen = Vanhan  
mantereen yläpinta, jatkuu  
muutaman kilometrin  
syvyydessä koko alueella,  
pinnassa luoteisosassa**

**Suvasveden poikki  
kulkevat suuret  
siirrokset**

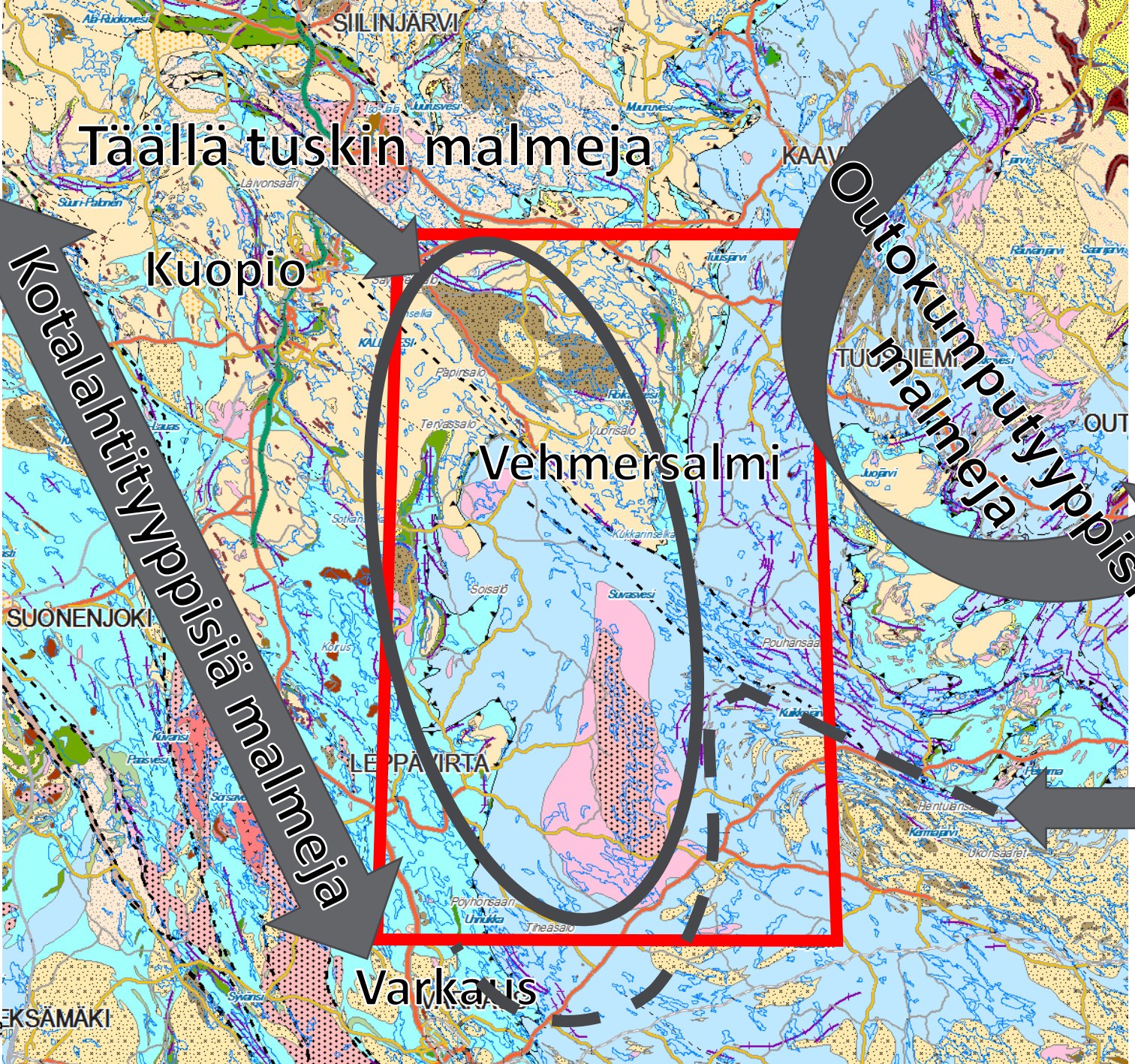




# NO MITENKÄS NIIDEN MALMIHOMMIEN KANSSA KÄVI?

- Soisalon pohjoispäähän vaikuttaa jäävän malmimielessä mielenkiinnoton alue
  - Sen paremmin Outokummun kuin Kotalahdenkaan kivet ei jatku tänne





Täällä tuskin malmeja

Kuopio

Vehmersalmi

Varkaus

Kotalahittityypisiä malmeja

Outokumpu-tyyppisiä malmeja

Tässä saumassa saattaisi olla Outokumpu-tyyppisiä malmeja



# LINKKIVINKKEJÄ

- [www.gtk.fi](http://www.gtk.fi)
  - Tietoa GTK:sta, julkaisuja, karttoja, tietoa malmivaroista
- [www.geo-on.fi](http://www.geo-on.fi)
  - Suomen maa- ja kallioperän kehitys, ihan perusteita geologisten luonnonvarojen merkityksestä arkipäivällemme
- [www.geologia.fi](http://www.geologia.fi)
  - Perustietoa geologiasta suomeksi
- [www.tukes.fi](http://www.tukes.fi)
  - Lainsäädäntöä, ajantasaiset valtaukset, varaukset
- Nyt päättyneet tutkimukset:
  - Perttu Mikkola, 040-566 8017, [perttu.mikkola@gtk.fi](mailto:perttu.mikkola@gtk.fi)



# KYSYMYKSIÄ?

- GTK:n tutkimuksista?
- Alueen kallioperägeologiasta?
- Geologiasta yleensä?